การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

การออกแบบเครื่องวัดประสิทธิภาพเครื่องยนต์ขนาดเล็กควบคุมโดยคอมพิวเตอร์

Computer Controlled Dynamometer for Small Engine

อัษฎาวุธ ศักรินทร์กุล และ สัมพันธ์ ไชยเทพ
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทร 0-5394-4146 โทรสาร 0-5394-4145
อีเมล์ asdawut@hotmail.com , sumpun@dome.eng.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

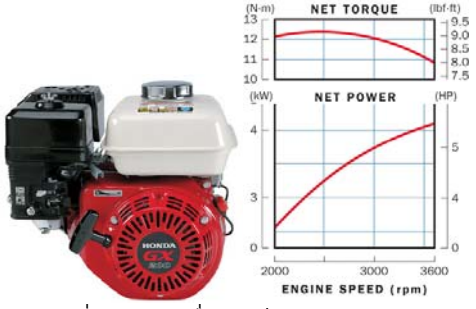
ปัจจุบันเครื่องวัดประสิทธิภาพสำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็กในประเทศยังมีใช้เป็นจำนวนน้อยมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และโดยส่วนมากเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยจำเป็นต้องใช้คนปรับกำลังเบรกและวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งทำให้การวิจัยทำได้ล่าช้า บทความนี้จะนำเสนอความคิดในการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ควบคุมเครื่องวัดกำลังงานเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็กไม่เกิน 5.5 แรงม้า ควบคุมกำลังเบรก ของเครื่องยนต์ โดยใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ Self Excited วัดรอบเครื่องยนต์โดยใช้ Magnetic pickup วัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแบบเวลาจริง โดยใช้ตราชั่งดิจิตอลแบบมี RS232 วัดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องยนต์โดยใช้เซนเซอร์แบบไอซี การวัดอุณหภูมิไอเสียโดยใช้ Thermocouple และเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ USB Data Acquisition Module การประเมินต้นทุนในการสร้างต้นแบบเบื้องต้นพบว่าช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาการสร้างได้เป็นอย่างดี พร้อมกับมีความแม่นยำในการวัดสูง

1. คำนำ

การพัฒนาพลังงานทดแทน สิ่งสำคัญที่สุดคือเครื่องมือวัด สำหรับเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับเครื่องยนต์แล้ว เครื่องวัดประสิทธิภาพเครื่องยนต์เป็นสิ่งจำเป็น แต่ราคาของเครื่องยังมีราคาที่สูง บทความนี้นำเสนอการออกแบบชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องยนต์ขนาดเล็ก โดยอ้างอิงพื้นฐานจากเครื่องยนต์เอนกประสงค์ ยี่ห้อ ฮอนด้า ขนาด 5.5 แรงม้า โดยจะแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดและควบคุมต่างๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักก็คือ มีต้นทุนต่ำ สามารถสร้างได้ง่าย และมีความน่าเชื่อถือสูง

2. เครื่องยนต์ขนาดเล็ก

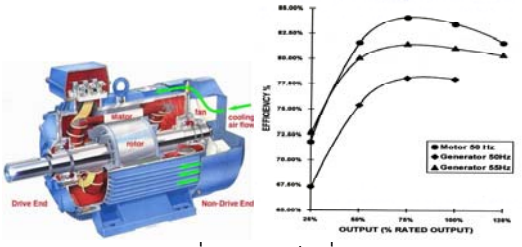
เครื่องยนต์ขนาดเล็กที่นำเสนอเป็นเครื่องยนต์เอนกประสงค์ยี่ห้อฮอนด้า ขนาด 5.5 แรงม้า โดยมีคุณสมบัติดังรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงบิดสูงสุดของเครื่องยนต์อยู่ที่ ประมาณ 2,500 รอบต่อนาที โดยมีค่าเท่ากับ 12.5 นิวตันเมตร และมีค่าแรงม้าสูงสุด 5.5 แรงม้าที่ 3,600 รอบต่อนาที



รูปที่ 1 แสดงเครื่องยนต์ และกราฟแรงม้า แรงบิด [3]

3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำ

มอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นมอเตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถนำมอเตอร์มาทำเป็นไดนาโมมิเตอร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยการต่อตัวเก็บประจุ เข้ากับตัวมอเตอร์ โดยจะเรียกไดนาโมมิเตอร์แบบนี้ว่า Selft Excited Induction Generator ซึ่งมีราคาถูกกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสมาก



รูปที่ 2 มอเตอร์เหนี่ยวนำ [4]

4. การวัดกำลังของเครื่องยนต์

การวัดกำลังของเครื่องยนต์ สามารถทำได้โดยการวัดแรงบิดของเครื่องและความเร็วรอบ

$$P = \tau \cdot \omega \qquad [3]$$

เมื่อ P คือ กำลังเครื่องยนต์ (Watt)

τ คือ แรงบิดของเครื่องยนต์ (Nm)

ω คือความเร็วเชิงมุมของเครื่องยนต์ (rad/s)

5. การวัดแรงบิดโดยอาศัยโหลดเซลล์

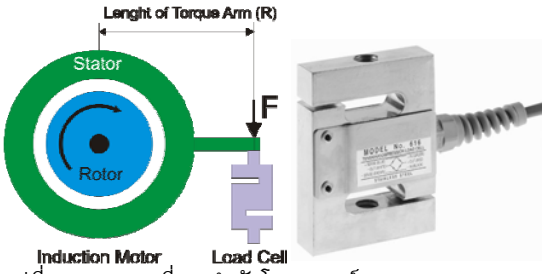
แรงบิดสามารถวัดได้โดยใช้โหลดเซลล์เชื่อมต่อกับแขนวัด โดยแรงบิดจะได้จากสมการ

$$\tau = F \cdot R \qquad [3]$$

τ คือ แรงบิดของเครื่องยนต์ (Nm)

F คือ แรงที่กระทำบนโหลดเซลล์ (N)

R คือ ระยะของแขนวัด (m)



รูปที่ 3 แสดงแรงที่กระทำกับโหลดเซลล์ และ S-Type Load Cell

6. การวัดประสิทธิภาพเครื่องยนต์

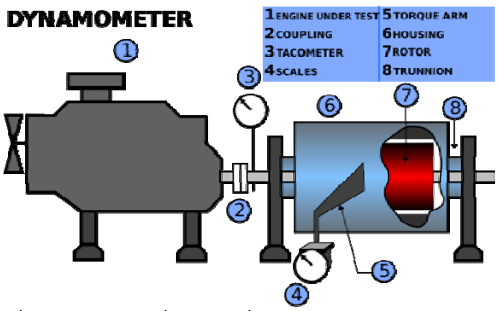
การวัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ สามารถทำได้โดยการวัดกำลังเพลาและวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$\eta = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}} \qquad [3]$$

η คือประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

$\dot{W}$ คือ กำลังงานเพลาของเครื่องยนต์ (Watt)

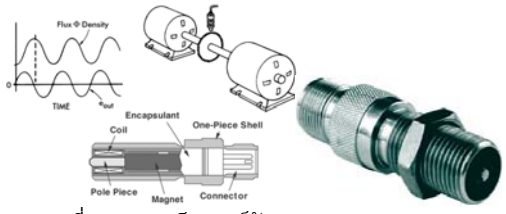
$\dot{Q}$ คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิง (Watt)



รูปที่ 4 แผนผังการเชื่อมต่อเครื่องยนต์กับไดนาโมมิเตอร์ [12]

7. เซ็นเซอร์วัดรอบแบบ Magnetic pickup

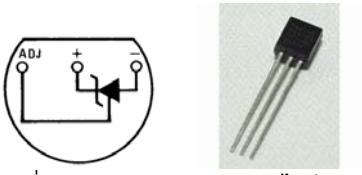
เครื่องวัดความเร็วรอบแบบ Magnetic pickup มีราคาถูก โดยนิยมใช้กับการวัดรอบในเครื่องยนต์ เนื่องจากมีความทนทาน ตลอดจนสามารถบอกองศาของเพลาข้อเหวี่ยงได้



รูปที่ 5 แสดงเซ็นเซอร์วัดรอบแบบ Magnetic pickup [5]

8. เซนเซอร์วัดอุณภูมิแบบไอซี

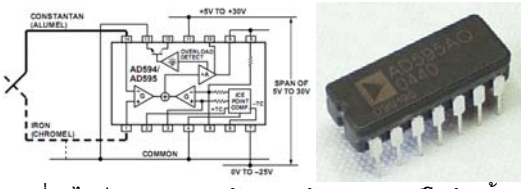
เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไอซีมีราคาถูกสามารถวัดอุณหภูมิบรรยากาศได้แม่นยำ ถ้าเป็นไอซีเบอร์ LM335 หรือ DS18S20 จะมีความผิดพลาดประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส



รูปที่ 6 แสดงหัววัดอุณหภูมิแบบไอซี เบอร์ LM335 [10]

9. เทอร์โมคัปเปิลแอมปลิฟายเออร์

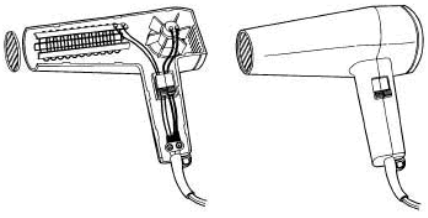
ปัจจุบันมีเทอร์โมคัปเปิลแอมปลิฟายเออร์อยู่ในรูปแบบไอซี โดยมีตัวอ้างอิงค่า ICE POINT ในตัว ช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน



รูปที่ 7 ไอซี AD595 สำหรับขยายสัญญาณเทอร์โมคัปเปิ้ล [11]

10. ชุดดูดกลืนกำลังงานไฟฟ้าของไดนาโมมิเตอร์

การใช้เครื่องไดนามิเตอร์แบบผลิตไฟฟ้า จำเป็นจะต้องมีเครื่องดูดกลืนพลังงาน สำหรับอุปกรณ์ที่เหมาะสม คือ ฮีทเตอร์ โดย เครื่องไดร์เป่าผม มีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีราคาถูก และใช้อากาศระบายความร้อน ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน โดยทั่วไปมีขนาด 1,000 ถึง 1,600 Watt การใช้งานจำเป็นจะต้องต่อขนานกันหลาย ตัวเพื่อให้เพียงพอกับขนาดของไดนาโมมิเตอร์



รูปที่ 8 แสดงภาพตัวอย่างของไดร์เป่าผม และ ฮีตติ้งอิลิเม้นต์ [14]

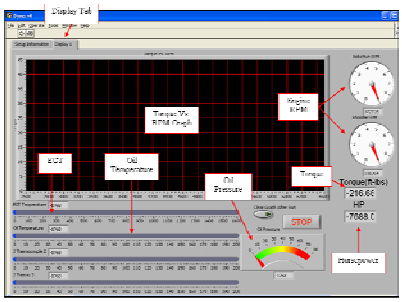
11. เครื่องบันทึกข้อมูลความเร็วสูง

เครื่องบันทึกข้อมูลความเร็วสูงเชื่อมต่อแบบ USB (USB data acquisition modules) ปัจจุบันมีราคาไม่สูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเซนเซอร์ต่างๆ ได้ โดยต่อวงจรเพิ่มเติม

รูปที่ 9 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูลความเร็วสูงแบบ USB

12. ซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน

ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้ง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลความเร็วสูงตลอดจนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆได้ดี ยกตัวอย่างได้เช่น โปรแกรม Labview ของ บริษัทเนชั่นแนลอินสทรูเม้นต์



รูปที่ 10 โปรแกรม Labview ควบคุมไดนาโมมิเตอร์ [9]

13. ต้นทุนค่าวัสดุ

สำหรับต้นทุนวัสดุ แสดงการประมาณดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางประมาณราคาต้นทุน

รายการวัสดุอุปกรณ์	ราคา (บาท)
มอเตอร์ขนาด 7.5 แรงม้า	10,000
ฮีทเตอร์ ขนาด 6 kW	4,000
ฮีทเตอร์ คอนโทรลเลอร์	5,000
โหลดเซลล์ขนาด 15 kg	3,500
โหลดเซลล์ แอมปลิฟายเออร์	8,000
ตราชั่งดิจิตอล แบบมี RS232	5,000
โครงสร้างของไดนาโมมิเตอร์	25,000
เซนเซอร์วัดรอบแบบ Magnetic Pickup	2,000
USB Data Acquisition Module	25,000
เทอร์โมคัปเปิล แอมปลิฟายเออร์ ไอซี	1,000
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ล	1,200
อื่นๆ	10,000
รวม	**99,700**

14. การทดสอบอุปกรณ์

ในเบื้องต้นได้ทำการทดสอบอุปกรณ์บางชิ้นได้แก่ หัววัดอุณหภูมิแบบไอซีเบอร์ DS18S20 โดยสอบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วปรอทที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว สำหรับ USB data acquisition modules ยี่ห้อ Advantech รุ่น USB-4711 ทดสอบเทียบกับ Digital Volt Meter ยี่ห้อ Yugo รุ่น MY67 เนื่องจากเครื่องมือวัดมีความละเอียดน้อยกว่าอุปกรณ์ที่นำมาทดสอบจึงทดสอบเพียงค่า Repeatability เฉลี่ย 20 ครั้ง ของอุปกรณ์ โดยได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบ Repeatability ของอุปกรณ์

Device	Calibration Point	Reading	Repeatability	Unit
IC Temp Sensor	30	30.1	0.1	Celcius
USB DAQ	2.50	2.512	0.010	Volt

สำหรับการทดสอบ Accuracy , Repeatability, Reliability จะทำการทดสอบเพิ่มเติมในภายหลังจากสร้างชุดเชื่อมต่อกับไดนาโมมิเตอร์กับคอมพิวเตอร์

15. สรุป

การใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับชุดเก็บข้อมูลและอุปกรณ์วัดที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ และการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Self excite induction generator ช่วยลดต้นทุนในการสร้าง นอกจากนี้ยังสามารถหาวัสดุทั้งหมดได้ภายในประเทศ สำหรับอุปกรณ์วัดที่ให้ข้อมูลออกมาเป็นดิจิตอล เช่น หัววัดอุณหภูมิแบบไอซีดิจิตอล ตราชั่งดิจิตอล มีความแม่นยำสูงเนื่องจากได้รับการ Calibration จากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณท่านอาจารย์สัมพันธ์ ไชยเทพ ที่ช่วยให้คำปรึกษาด้วยดีมาตลอด

เอกสารอ้างอิง

1. William A. Schuster.,1993. Small Engine Technology. Washtenaw Community College Ann Arbor,Michigan.
2. Nigel Smith., 1994. MOTORS AS GENERATORS FOR MICRO-HYDRO POWER. Russell Press, UK.
3. เจษฎา ตัณฑเศรษฐี, 2546, เครื่องยนต์สันดาปภายใน, Pearson Education Indochina.
3. http://www.honda-engines.com/engines/gx200.htm
4. http://www.mech.uwa.edu.au/DANotes/motors/steady/steady.html
5. http://www.daytronic.com/products/trans/t-magpickup.htm
6. http://www.sportdevices.com/dyno/load_cell.htm
7. http://www.vishay.com
8. http://www.ni.com
9. http://www.umaine.edu/mecheng/Peterson/Classes/Design/2004_5/Groups/Dyno/Final%20Report-2.htm
10. http://www.national.com
11. http://www.analog.com
12. http://www.wikipedia.org
13. http://www.advantech.com
14. http://www.madehow.com/Volume-7/Hair-Dryer.html

Note: เอกสารออนไลน์อ้างอิงวันที่ 7 กรกฎาคม 2551