

รายการอ้างอิง

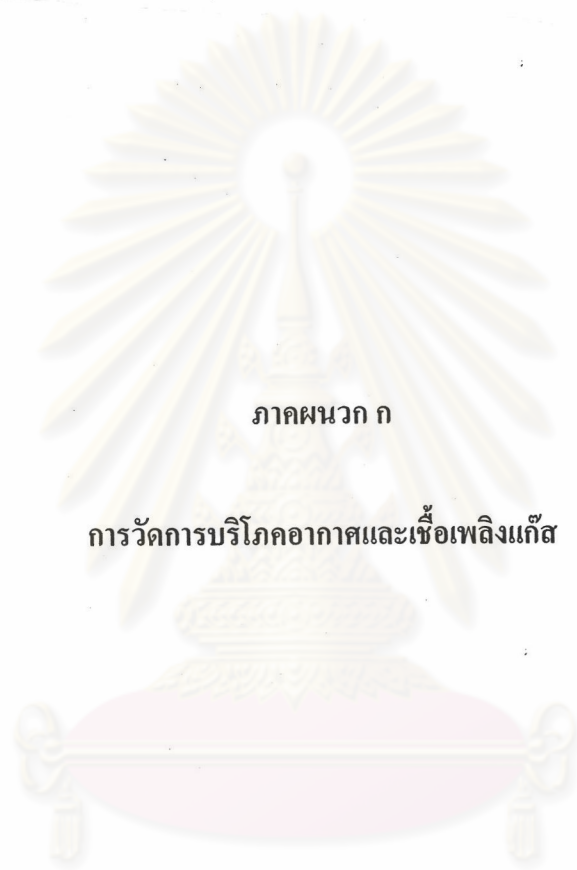
1. Mengelkamp, R.A. and Hudson, A.C. LP-Gas fuel system affect engine performance. SAE paper 670052, 1967.
2. Kramer, M., Bintz, L.J. and Tappenden, T.A. Light duty fleet experience with LP-Gas. ASTM STP525, American Society for Testing and materials, 1973, pp.92-111.
3. Zhaoda, Y., Chongguang, Z., Yumin, S., Xiaoli, Y. and Hui, J. The effect of LPG on power and emission in engineering vehicle. China.
4. Hollemans, B. Technical reference paper with LPG technology. Netherlands: TNO road-vehicle research institute, march 1990.
5. TNO road research institute. World position paper. Delft, Netherlands, June 1995.
6. Sher, E. Handbook of air pollution from internal combustion engines pollutant formation and control. The United States of America : Academic press ltd, 1998.
7. Caton, J.A., McDermott, M. and Chona, R. Development of a dedicated of LPG-Fueled Spark-Ignition Engine and vehicle for the 1996 propane vehicle challenge. SAE paper 972692, 1996.
8. Owen, K. and Coley, T. Automotive fuel reference book. 2nd edition, The United States of America : Society of automotive engineer, 1995.
9. เชื้อชาติ ชูขำ และ วีระยุทธ สุวรรณประทีป. อุปกรณ์เชื้อเพลิงก๊าซรถยนต์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2538.
10. Obert, E.F. Internal combustion engines and air pollution. 3rd edition. New York: Intext - educational publishers, 1973.
11. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล และคณะ. มาตรฐานโครงสร้างและการใช้รถยนต์ LPG. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2528.
12. ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร. เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2536.
13. Boldt, K. Motor (LP) knock test method development. SAE paper 670055, 1967.
14. Wolff, G. Automotive LPG development. SPE paper 69591, 2001
15. Christopher, S. and Weaver, P.E. Gaseous fuels for engine: Natural gas and Liquefied Petroleum Gas. Automotive fuels reference book. 2nd edition, USA: SAE, 1995.
16. Klimstra, J. The dynamixer – A natural gas carburetor system for lean burn vehicle engines. SAE paper 901498, 1990.

17. Lenz, H.P. Mixture formation in spark-ignition engines. New York : Springer-Verlag Wien, 1992.
18. Coon, Jr.C.W. and Abbott, R.G. LP-Gas fuel system – design and performance. ASTM STP525 , American Society for Testing and materials,1973
19. Baxter, M.C. LP-Gas- A superior motor fuel. SAE paper 670054, 1967.
20. Blalock, W.S. and Little, R.N. Carburetion and other factors which affect propane fueled engines. SAE paper 670058, 1967.
21. Garrett, T.K. Automotive fuels and fuel system. Vol.1, London : Pentech Press, 1991.
22. Heywood, J.B. and Sher, E. The two-stroke cycle engine its development, operation and design. The United States of America : Braun-Brumfield, 1999.
23. Heywood, J.B. Internal combustion engine fundamental. Singapore : McGraw-Hill, 1988.
24. Taylor, C.F. The internal combustion engine in theory and practice. vol.2.2nd edition, Cambridge: MIT Press, 1968.
25. Ferguson, C.R. and Kirkpatrick, A.T. Internal combustion engines applied thermosciences. 2nd edition. New York: John Wiley and son inc, 2001.
26. Greene, A.B. and Lucas, G.G. Testing of internal combustion engines. 2nd edition. Great Britain : The English University Press ltd., 1969.
27. British Standard. BS1042 Section1.1 Measurement of fluid flow in closed conduits. Specification for square-edged orifice plate, nozzle, and Venturi tube inserted in circular cross-section conduits running full, 22. BIS standard, 1992.
28. The standards association of Australia. AS2789.1-1985. North Sydney : 1985.
29. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก.450-2525. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527.
30. คณิต วัฒนวิเชียร. การปรับปรุงเครื่องยนต์ เอสไอ ให้เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ. สัมมนาวิชาการวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12, พย.2541.
31. Wattanavichien, K. Maladjustment Effects on Performance and Emisions from 2-Stroke LPG SI engine. Proceeding of Scientific conference on Internal Combustion Engine. Hanoi University of Technology, oct.2001
32. กฤษฎา พุคะทรัพย์. แบบจำลองทั่วไป ของเครื่องยนต์สำหรับการทำนายอัตราการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรม-ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.



ภาคผนวก

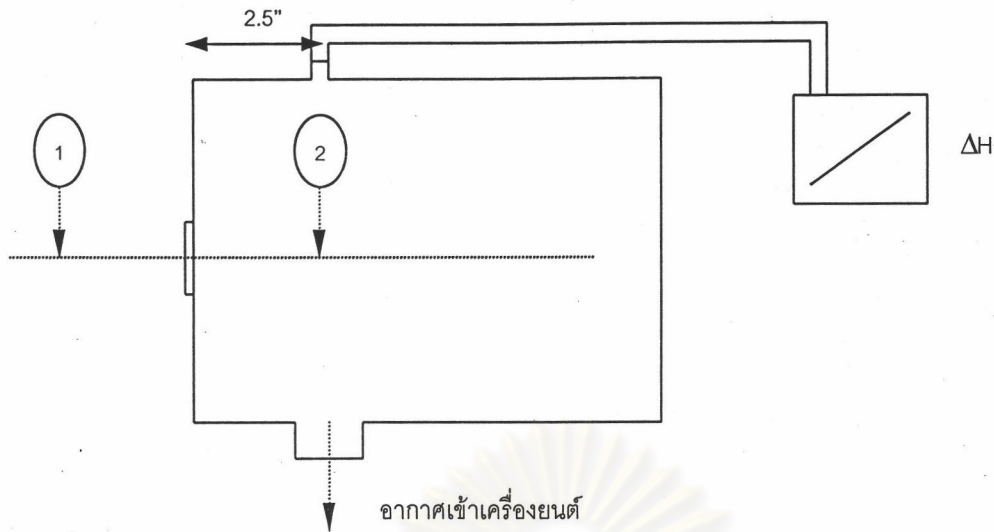
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

การวัดการบริโภคอากาศและเชื้อเพลิงแก๊ส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-1 แสดง Orifice flow meter

จากรูปที่ ก-1 ที่สภาวะการไหลของอากาศ 1 ไป 2 จากสมการเบอนูลี จะได้ว่า

$$\frac{P_1}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \quad (\text{ก-3})$$

โดย P_1, P_2 คือความดันที่สภาวะที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (N/m^2)

v_1, v_2 คือความเร็วที่สภาวะที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (N/m^2)

Z_1, Z_2 คือระดับของสภาวะที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เทียบกับระดับอ้างอิง (Datum) (m)

γ_{air} คือ Specific weight ของอากาศ ($\text{kg/m}^2\text{-sec}^2$) = $\rho_{\text{air}} \cdot g = 1.182 \times 9.81 \text{ kg/m}^2\text{-sec}^2$

g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

โดยกำหนด Assumption คือ

1. ที่สภาวะ 1 กำหนดให้มวลอากาศมีความเร็วต่ำโดยให้ค่าเป็นศูนย์
2. กำหนดให้สภาวะทั้ง 1 และ 2 อยู่ในระดับเดียวกันนั่นคือ $Z_1 = Z_2$

จากสมการ (ก-2) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{\gamma_{\text{air}}} + Z_1 &= \frac{P_2}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \\ v_2^2 &= 2g \frac{(P_1 - P_2)}{\gamma_{\text{air}}} ; \gamma_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} g \\ v_2^2 &= 2g \frac{\Delta P}{\rho_{\text{air}} g} = \frac{2\Delta P}{\rho_{\text{air}}} \end{aligned}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_{\text{air}}}} \quad (\text{ก-4})$$

เมื่อพิจารณาเป็นการไหลแบบคงตัว จะได้ว่า

$$Q = AV \quad (\text{ก-5})$$

โดย A คือ พื้นที่หน้าตัดของ Orifice Plate (m^2)

V คือ ความเร็วที่ down stream (m/s)

เมื่อพิจารณาการไหลผ่าน Orifice พบว่าจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Vena Contracta ซึ่งจะทำให้ค่าการไหลตามความเป็นจริงมีค่าน้อยกว่า หรืออีกนัยหนึ่งคือ เนื่องจากอากาศเป็นของไหลที่สามารถอัดตัวได้ เมื่อไหลผ่านออริฟิสจึงเกิดการหดตัวของของไหลในช่องที่ไหลผ่านนั่นคือของไหลไม่ได้ไหลผ่านพื้นที่ทั้งหมดของออริฟิสดังรูป ลักษณะนี้จะเกิดสัมประสิทธิ์ขึ้นมาเรียก สัมประสิทธิ์การหดตัวของของไหล (Coefficient of contraction)

$$C_v = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดที่ของเหลวไหลผ่าน}}{\text{พื้นที่หน้าตัดจริงของออริฟิส}}$$

นอกจากนี้ เนื่องจากของไหลมีความหนืด (Viscosity) ดังนั้นความเร็วจริงที่ไหลผ่านจะลดลง เกิดสัมประสิทธิ์เนื่องจากการลดลงของความเร็วเรียกว่า Coefficient of velocity

$$C_c = \frac{\text{ความเร็วจริงที่ไหลผ่าน}}{\text{ความเร็วทางทฤษฎี}}$$

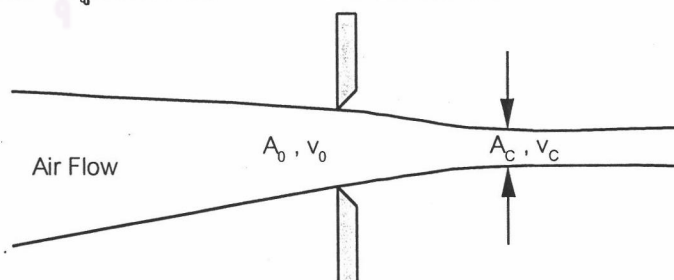
แม้ว่าสัมประสิทธิ์ C_c และ C_v เกิดขึ้นเนื่องจากลักษณะที่แตกต่างกัน แต่โดยปกติแล้วจะนำมารวมกันเป็นสัมประสิทธิ์ตัวเดียวเรียกว่า Coefficient of discharge (C_D).

$$C_D = C_c \times C_v$$

ดังนั้น

$$m_{\text{actual}} = C_D \times m_{\text{theory}}$$

สามารถคิดในรูปของ flow อากาศที่ผ่าน Orifice เป็น laminar flow แสดงดังรูป



รูปที่ ก-2 แสดงปรากฏการณ์ Vena contracta

เมื่อ v_0, v_c คือความเร็วของอากาศที่ตำแหน่ง Orifice plate และตำแหน่งคอขวดตามลำดับ
 A_0, A_c คือพื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่านที่ตำแหน่ง Orifice plate และตำแหน่งคอขวดตามลำดับ

จากสมการ (ก-4) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} Q_{\text{air}} &= A_c v_c \\ &= C_D A_0 v_0 \end{aligned} \quad (\text{ก-6})$$

เมื่อ C_D คือสัมประสิทธิ์การไหล (Discharge coefficient)

จากสมการ (ก-1) จะได้ว่า

$$\dot{m}_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} C_D A_0 v_0$$

แทนค่า v_0 ด้วย v_2 จากสมการ(ก-3) จะได้ว่า

$$\dot{m}_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} C_D A_0 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_{\text{air}}}}$$

ค่า ΔP หาได้จากการวัดผลต่างความดันด้วย Manometer ได้ค่าในรูปของ mmH₂O ซึ่ง

$$\Delta P = \rho_{\text{H}_2\text{O}} g \Delta h$$

โดย $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ คือความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ 997 kg/m³

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} C \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_{\text{air}}}} \\ C &= C_D A_0 \end{aligned} \quad (\text{ก-7})$$

สำหรับค่า C_D สามารถหาค่าได้จากสมการของ Stolz [10] ซึ่งได้เท่ากับ 0.5998975

ก.2 การวัดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊ส LPG

ในงานวิจัยนี้ใช้แก๊สมิเตอร์ซึ่งวัดปริมาตรการไหลของแก๊สผ่าน และสามารถอ่านค่าได้จากการหมุนของเข็มบนหน้าปัดในแต่ละรอบพร้อมทั้งจับเวลาในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานในสภาวะเสถียรภาพ โดยปริมาตรของแก๊สมิเตอร์ที่วัดต่อรอบมีค่า 2.5 ลิตรดังแสดงในรูปที่ 4-1 ซึ่งอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หาได้จากสมการ

$$m_f = \rho Q_f \quad (\text{ก-8})$$

เมื่อ Q_f คืออัตราการไหลของเชื้อเพลิง (liters/sec)
 ρ_f คือค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิง (m^3/kg)

assumption : กำหนดให้ LPG ประกอบด้วยโพรเพน 40% และบิวเทน 60%

ดังนั้นคุณสมบัติของ LPG หาได้จากสารผสมระหว่างโพรเพนกับบิวเทนโดย

- คุณสมบัติของ โพรเพน (propane) [21]: $P_c=42 \text{ atm}$, $T_c=369.9 \text{ K}$, $\omega=0.152$, $\alpha_c=6.54$,
 $M=44.09$, $R=0.188 \text{ kJ/kg-K}$
- คุณสมบัติของ บิวเทน (butane) [21]: $P_c=37.5 \text{ atm}$, $T_c=425.2 \text{ K}$, $\omega=0.201$, $\alpha_c=6.77$,
 $M=58.12$, $R=0.143 \text{ kJ/kg-K}$

- สามารถหาความหนาแน่น (density) ของ LPG จาก Equation of state

$$\frac{P}{\rho} = ZRT$$

$$\rho = \frac{P}{ZRT} \quad (\text{ก-9})$$

- เมื่อ Z คือ compressibility factor ของ real gas และค่า R คือ gas constant สำหรับสารผสมสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$Z = \sum_i y_i Z_i \quad (\text{ก-10})$$

$$R = \sum_i y_i R_i \quad (\text{ก-11})$$

ค่า Compressibility factor (Z) สามารถหาจาก Generalize Compressibility Chart [] โดย

$$T_r = \frac{T}{T_c} \quad \text{และ} \quad P_r = \frac{P}{P_c} \quad (\text{ก-12})$$

ดังนั้น

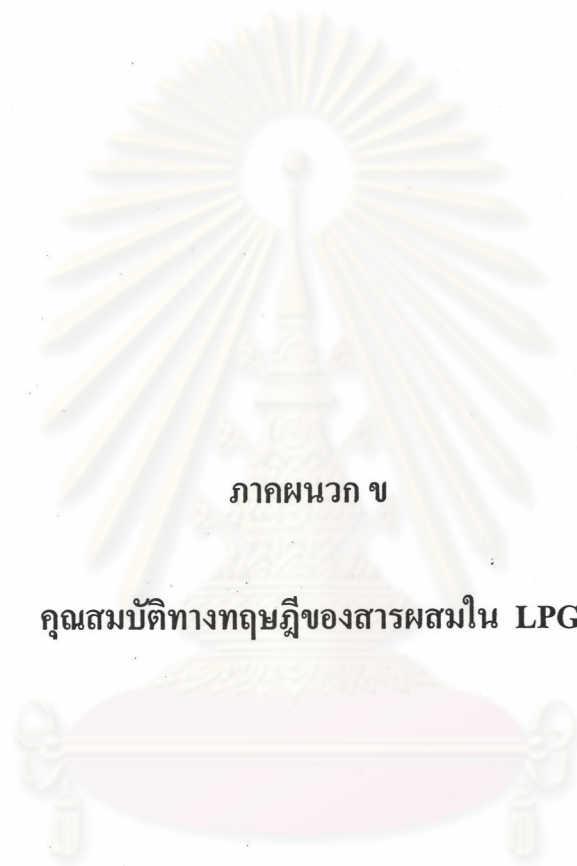
$$m_f = \frac{P}{ZRT} \times Q \quad (\text{ก-13})$$

ก3. การวัดการสิ้นเปลืองของน้ำมันหล่อลื่น

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องมือสำหรับวัดการบริโภคน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์เอสไอสองจังหวะดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 โดยสามารถหาอัตราการบริโภคน้ำมันหล่อลื่นได้จากสมการ

$$m_L = \rho Q_L$$

เมื่อ Q_L คืออัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่น (liters/sec)
 ρ_L คือค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่น ($738 \text{ m}^3/\text{kg}$)



ภาคผนวก ข

คุณสมบัติทางทฤษฎีของสารผสมใน LPG

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของสารผสม

ข.1 คุณสมบัติของสารผสม

คุณสมบัติของสารผสมของแก๊สสามารถหาได้จากคุณสมบัติของสารประกอบแต่ละชนิดโดยกำหนดความสัมพันธ์ดังนี้

1 เศษส่วนมวล (mass fraction, y_i) เป็นมวลของสารประกอบแต่ละส่วน (m_i)หารด้วยมวลทั้งหมดของสารผสม

$$y_i = \frac{m_i}{m}$$

2 เศษส่วนโมล (mole fraction, x_i) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของสารประกอบแต่ละส่วนกับจำนวนโมลทั้งหมดของสารผสม หรือเป็นอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นโดยโมลของสารประกอบกับความเข้มข้นโดยโมลของสารผสมทั้งหมด และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนมวลกับเศษส่วนโมลได้

$$x_i = \frac{N_i}{N} = \frac{n_i}{n} \quad \text{ดังนั้น} \quad x_i = \frac{My_i}{M_i}$$

3 คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารผสม สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

- มวลโมเลกุลของสารผสม

$$M = \frac{1}{n} \sum_i n_i M_i = \sum_i x_i M_i$$

- พลังงานภายใน, เอนทาลปี, และเอนโทรปีต่อหน่วยน้ำหนักเมื่อคิดโดยโมล

$$u = \sum_i y_i u_i \quad \text{และ} \quad \hat{h} = \sum_i y_i \hat{h}_i$$

$$\hat{u} = \sum_i y_i \hat{u}_i \quad \text{และ} \quad \hat{h} = \sum_i y_i \hat{h}_i$$

- ความดันของสารผสมแก๊สอุดมคติสามารถหาได้จากผลรวมของความดันย่อย (partial pressure, p_i) ของสารประกอบแต่ละชนิดกระทำในระบบที่มีปริมาตรและอุณหภูมิเท่ากับสารผสม

$$p = \sum_i p_i = \sum_i x_i p$$

- ปริมาตรของสารผสมแก๊สอุดมคติสามารถหาได้จากผลรวมของปริมาตรย่อย (partial volume, V_i) ของสารประกอบแต่ละชนิดในระบบที่มีความดันและอุณหภูมิเท่ากับสารผสม

$$V = \sum_i V_i = \sum_i x_i V$$

ข.2 เอนทัลปีของการรวมตัว (Enthalpy of formation, ΔH°_f)

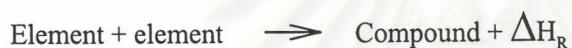
เอนทัลปีของการรวมตัวคือเอนทัลปีที่เพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ รวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบใดๆ เป็นจำนวนหนึ่งโมลที่สภาวะมาตรฐาน ($T=25^\circ\text{C}$, $P=1\text{ atm}$)



- ถ้าค่าที่ได้เป็นบวกหรือมีการคายพลังงานออกมาจากระบบ เรียกว่า endothermic reaction หมายถึง energy of product > energy of reactant
- ถ้าค่าที่ได้เป็นลบหรือมีการดูดพลังงานเข้าไปในระบบ เรียกว่า exothermic reaction หมายถึง energy of product < energy of reactant

ข.3 Energy of reactant, ΔH_R

คือพลังงานที่เกิดจากการดูดหรือคายในขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้น (reactant) ไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ (product) ดังเช่น



สามารถหา enthalpy of reaction ได้จากสมการ

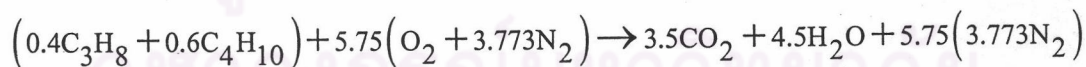
$$\Delta H_{R,298} = \sum n_i \Delta H_{f,298}^\circ - \sum n_j \Delta H_{f,298}^\circ$$

Enthalpy of combustion คือ enthalpy of reaction ต่อหนึ่งโมล หรือหน่วยน้ำหนักของสารตั้งต้น

$$\text{Enthalpy of combustion} = \frac{\text{Enthalpy of reaction}}{1 \text{ mole of mass reactant}}$$

ข.4 Heat of combustion of LPG

ค่าความร้อนที่สภาวะปกติของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG สามารถคำนวณได้โดยอาศัยค่าผลรวมของ heat of combustion ของสารตั้งต้น ลบด้วยผลรวมของ heat of combustion ของสารผลิตภัณฑ์ที่ stoichiometric ของ LPG



ค่า $\Delta H_{f,298}$ ของ	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	=	-24.820 kcal/mole
	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	=	-29.812 kcal/mole
	$\text{O}_2(\text{g})$	=	0 kcal/mole
	$\text{N}_2(\text{g})$	=	0 kcal/mole
	$\text{CO}_2(\text{g})$	=	-94.0518 kcal/mole
	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	=	-57.7979 kcal/mole
	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	=	-68.3174 kcal/mole

ดังนั้น

$$\Delta H_{c,LPG} = \Delta H_{c,product} - \Delta H_{c,reactant}$$

$$\Delta H_{c,LPG} = 3.5 \times (-94.0815) + 4.6 \times (-57.7979) - 0.4 \times (-24.82) - 0.6 \times (-29.812)$$

$$= -576.641 \text{ kcal/mole}$$

$$= -576.641 \times 4.186 \text{ kJ/mole}$$

$$= -576.641 \times 4.186 \times \frac{1000}{22.4} \text{ kJ/m}^3$$

$$= -107789 \text{ kJ/m}^3$$

$$\text{lower heating value} = 108 \text{ MJ/m}^3 = 2413.83 \text{ kJ/mole}$$

$$\text{higher heating value} = 117 \text{ MJ/m}^3 = 2619.72 \text{ kJ/mole}$$

ข.5 Lean limit

Lean limit คือสถานะที่ส่วนผสมของอากาศต่อเชื้อเพลิงสูงสุดที่ยังสามารถทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ โดยมีสมการในการคำนวณหา lower limit of flammability ของเชื้อเพลิงแก๊สผสม Le chatelier's modification of mixture law ดังนี้

$$L = \frac{100}{\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2}}$$

โดย L = lower limit of flammability of mixture

P_1 = เปอร์เซ็นต์ของเชื้อเพลิงชนิดแรก

P_2 = เปอร์เซ็นต์ของเชื้อเพลิงชนิดที่สอง

N_1 = lower limit of flammability ของเชื้อเพลิงชนิดแรก

N_2 = lower limit of flammability ของเชื้อเพลิงชนิดที่สอง

ดังนั้น lean limit of LPG จาก Le chatelier's modification of mixture law โดย

$$P_1 = \% \text{propane} = 40\%$$

$$P_2 = \% \text{butane} = 60\%$$

$$N_1 = \text{lower limit of flammability of propane} = 2.1\%$$

$$N_2 = \text{lower limit of flammability of butane} = 1.8\%$$

$$L = \frac{100}{\frac{40}{2.1} + \frac{60}{1.8}} = 1.91\% \text{ by volume}$$

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนโดยมวลกำหนดให้ คุณสมบัติของ Ideal gas density at 15°C, 101.325 kPa

$$\rho_{\text{LPG}} = 1.876 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 1.225 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น
$$L = \frac{1.91 \times 1.876 \times 100}{100 \times 1.225} = 2.92\% \text{ by mass}$$

$$\text{Maximum air fuel ratio (by mass)} = \frac{100}{2.92} = \frac{34.25}{1}$$

ดังนั้น
$$\begin{aligned} \text{equivalence ratio (by mass)} &= \frac{\text{fuel air ratio}}{\text{fuel air ratio (stoich)}} \\ &= \frac{1/34.5}{1/15.6} \\ &= 0.455 \text{ by mass} \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

Source code สำหรับควบคุม

Gas variable venturi

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.1 source code

Source code ที่ใช้เป็น main program ในการควบคุมผ่าน PCB ที่ออกแบบ แต่สำหรับในส่วนการออกแบบ frame ไม่นำมาด้วยเนื่องจากแสดงดังรูป ก-3 แล้ว

```
Attribute VB_Name = "DLA controller"
'Inp and Out declarations for direct port I/O
'in 32-bit Visual Basic 5 programs.

Public Declare Function Inp Lib "inout32.dll" _
Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out Lib "inout32.dll" _
Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)

'the variables are declared PRIVATE so that the same varibale names
can be used in other modules without interference
Private motor_step(8), p, delay
Private speed As Long
Private port_status_address, port_control_address,
port_output_address, o1, o2, o3, o4, o5, o6, o7, o8, o9, oa, ob, oc,
i1, i2, i3, i4, voltage As Integer

Public Sub DLA_output(o1, o2, o3, o4, o5, o6, o7, o8, o9, oa, ob, oc)
'This subroutine simply takes care of converting the outputs into
binary
    Out port_output_address, o1 * 2 ^ 7 + o2 * 2 ^ 6 + o3 * 2 ^ 5 +
o4 * 2 ^ 4 + o5 * 2 ^ 3 + o6 * 2 ^ 2 + o7 * 2 ^ 1 + o8 * 2 ^ 0
    Out port_control_address, o9 * 2 ^ 1 + oa * 2 ^ 2 + ob * 2 ^ 3 +
oc * 2 ^ 0
End Sub

Public Sub DLA_address(address As String)
'This subroutine sets the hexadecimal value of the parallel port
address
    port_output_address = Val("&h" + address)
    port_status_address = port_output_address + 1
    port_control_address = port_output_address + 2
End Sub

Public Sub DLA_input(i1, i2, i3, i4)
'This subroutine checks the DLA Master inputs
    input_value = Inp(port_status_address)
    If (input_value And 64) = 64 Then i1 = 1 Else i1 = 0
    If (input_value And 128) = 128 Then i2 = 1 Else i2 = 0
    If (input_value And 32) = 32 Then i3 = 1 Else i3 = 0
    If (input_value And 16) = 16 Then i4 = 1 Else i4 = 0
End Sub

Public Sub DLA_read_outputs(out1, out2, out3, out4, out5, out6, out7,
out8, out9, out10, out11, out12)
'The 01, 02, 03... values always maintain the state of the outputs
out1 = o1
out2 = o2
out3 = o3
out4 = o4
out5 = o5
out6 = o6
out7 = o7
out8 = o8
```

```

out9 = o9
outa = oa
outb = ob
outc = oc
End Sub

```

```

Public Sub stepper_move(total_steps)
'This subroutines controls the stepper motor outputs
  If total_steps > 0 Then ' Forward rotation
    For x = 0 To total_steps
      If p = 8 Then
        p = 1
      Else
        p = p + 1 ' increment the step count
      End If
      'sends outputs to steppers without distruping the other
      outputs
      Call DLA_output(o1, o2, o3, o4, (motor_step(p) And 8) / 8,
(motor_step(p) And 4) / 4, (motor_step(p) And 2) / 2, (motor_step(p)
And 1) / 1, o9, o10, o11, o12)
      ' wait for a delay period until the next step is made
      For t = 1 To delay
        t = t + 1
      Next t
    Next x
  Else 'reverse direction
    If total_steps < 0 Then
      For x = 0 To -total_steps
        If p = 1 Then
          p = 8
        Else
          p = p - 1
        End If
        Call DLA_output(o1, o2, o3, o4, (motor_step(p) And 8) / 8,
(motor_step(p) And 4) / 4, (motor_step(p) And 2) / 2, (motor_step(p)
And 1) / 1, o9, o10, o11, o12)
        For t = 1 To delay
          t = t + 1
        Next t
      Next x
    End If
  End If
End Sub

```

```

Public Sub step_mode(mode As String)
'This line simply initializes the step count to 'step 1'
If p = 0 Then p = 1 ' this just initilizes the motors on power up to
step 1

'This subroutine sets the correct outputs based on the mode of the
stepper motor
'motor_step(step)
If (mode = "single" ) Then 'One phases on at a time
motor_step(1) = 8
motor_step(2) = 4
motor_step(3) = 2
motor_step(4) = 1
motor_step(5) = 8
motor_step(6) = 4
motor_step(7) = 2
motor_step(8) = 1

```


End If

```
If (mode = "two") Then ' Two phases on at a time
motor_step(1) = 8 + 4
motor_step(2) = 4 + 2
motor_step(3) = 2 + 1
motor_step(4) = 1 + 8
motor_step(5) = 8 + 4
motor_step(6) = 4 + 2
motor_step(7) = 2 + 1
motor_step(8) = 1 + 8
End If
```

```
If (mode = "half") Then 'half stepping
motor_step(1) = 8
motor_step(2) = 8 + 4
motor_step(3) = 4
motor_step(4) = 4 + 2
motor_step(5) = 2
motor_step(6) = 2 + 1
motor_step(7) = 1
motor_step(8) = 1 + 8
End If
End Sub
```

```
Public Sub step_speed(delay_time)
'The speed value corresponds to about 1/2 second of loops
delay = Int(delay_time * speed / 500)
'So delay-time has been converted to delay loop counts
End Sub
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

ตารางข้อมูลผลการทดสอบ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-1 แสดงผลการทดสอบเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. OEM carburetor ที่รอบ
ต่างๆ , Fuel : แก๊สโซลีนออกเทน 91 spark timing 24.5 องศาเวลาช้อเหวี่ยงก่อน TDC

Speed	P diff (AirFlow) mm.H2O	consumption 50 cc. (Sec)				Tb (N-m)	Cooling condition			Ambiem condition		Lube oil 1cc (sec)		
		t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}		T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{db} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)	t ₁	t ₂	t _{avg}
1300	idle	93.50	94.00	94.60	94.03	1.80	57.40	60.60	30.90	26.10	765.80	13.44	13.48	13.46
2000	26.0	53.50	54.20	53.60	53.77	15.20	57.40	60.30	30.80	26.00	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	26.5	48.60	49.00	49.20	48.93	18.30	61.30	61.30	31.20	26.30	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	35.6	48.10	48.20	48.30	48.20	19.00	59.30	62.30	31.30	25.80	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	45.7	43.60	43.80	43.50	43.63	21.00	60.90	68.50	31.20	26.70	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	55.9	40.70	41.30	41.20	41.07	21.80	60.60	66.10	31.20	25.40	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	63.5	39.30	39.00	40.00	39.43	22.50	65.50	71.20	31.80	26.20	765.50	13.75	13.68	13.72
2000	73.7	38.60	38.60	38.40	38.53	23.50	63.10	69.10	31.30	25.90	765.50	14.06	13.98	14.02
2000	96.5	34.90	34.70	35.40	35.00	25.00	60.20	68.30	31.20	26.40	765.50	13.74	13.68	13.71
2000	114.3	32.70	33.30	33.30	33.10	25.20	62.90	68.70	31.40	27.60	765.50	13.74	13.68	13.71
2000	116.8	33.30	33.40	33.40	33.37	25.80	63.30	68.80	31.60	26.80	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	119.4	34.00	34.00	33.60	33.87	26.00	67.10	72.00	32.20	26.80	765.50	13.44	13.48	13.46
2000	127.0	33.50	33.40	33.90	33.60	26.00	69.80	76.30	32.10	27.10	765.50	13.75	13.68	13.72
1300	idle	95.10	95.00	95.80	95.30	2.00	70.20	77.60	32.20	30.20	763.00	13.75	13.68	13.72
2500	28.0	55.90	56.20	55.70	55.93	12.00	72.50	79.60	32.20	27.40	763.00	13.75	13.68	13.72
2500	35.6	50.10	50.80	50.40	50.43	15.80	66.30	72.50	32.30	27.80	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	45.7	45.90	45.70	45.40	45.67	17.50	62.20	68.80	32.00	27.20	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	55.9	42.30	41.80	41.00	41.70	19.00	68.70	73.90	32.20	27.20	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	66.0	39.20	39.00	38.90	39.03	20.20	65.20	69.40	32.20	27.80	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	81.3	37.20	38.00	36.70	37.30	21.50	65.60	70.50	32.20	27.40	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	94.0	34.70	34.50	34.60	34.60	23.00	64.70	69.40	32.40	27.00	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	111.8	32.80	33.00	32.70	32.83	23.80	70.40	75.20	32.30	26.90	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	127.0	31.40	31.50	31.70	31.53	24.50	72.80	77.30	32.30	28.20	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	134.6	31.10	31.00	30.90	31.00	25.50	73.90	78.70	32.40	26.90	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	137.2	30.50	30.50	30.50	30.50	25.80	71.40	76.00	32.20	26.70	763.00	13.44	13.48	13.46
2500	152.4	30.40	30.40	30.20	30.33	26.20	68.00	73.00	32.70	27.00	763.00	13.44	13.48	13.46

ตาราง ง-1 แสดงผลการทดสอบเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. OEM carburetor ที่รอบต่างๆ , Fuel : แก๊สโซลีนออกเทน 91 spark timing 24.5 องศาเข้าห้วงก่อน TDC

Speed	P diff (AirFlow) mm.H2O	consumption 50 cc. (Sec)				Tb (N-m)	Cooling condition			Ambien condition			Lube oil 1cc (Sec)		
		t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}		T _m (°C)	T _{oil} (°C)	T _{db} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)	t ₁	t ₂	t _{avg}	
1300	idle	101	99.3	100.2	100.2	2	68.00	73.00	32.6	29.2	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	43.2	44.9	45.1	44.8	44.93	14.5	68.00	73.00	32.6	27.4	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	53.3	41.3	41.5	41.5	41.43	16.5	68.00	73.00	32.2	27.2	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	71.1	37.6	37.6	37.6	37.6	18.5	68.00	73.00	32.4	27.2	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	86.4	34.4	34.2	34.3	34.3	20.5	68.00	73.00	32.2	27	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	111.8	31.5	31.4	31.8	31.57	21.8	68.00	73.00	32.8	27.8	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	132.1	29.4	30	29.9	29.77	23	68.00	73.00	32.8	28	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	147.3	28.6	29	28.7	28.77	23.8	68.00	73.00	32.9	27.4	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	167.6	28.1	28	27.7	27.93	24.8	68.00	73.00	32.6	27.2	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	175.3	27	27	27	27	25	68.00	73.00	32.4	27.4	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	182.9	26.9	27.2	27.3	27.13	25.1	68.00	73.00	32.2	29.4	762.5	13.44	13.48	13.46	
3000	182.9	27.8	27.7	27.6	27.7	25.5	68.00	73.00	32.2	29.5	762.5	13.44	13.48	13.46	
1300	idle	102.2	101.9	102.9	102.3	1.8	68.00	73.00	30.5	27.2	764	13.44	13.48	13.46	
3500	43.2	45.3	45.5	45	45.27	10.8	68.00	73.00	30.2	27.6	764	13.44	13.48	13.46	
3500	50.8	43.6	42.8	43.5	43.3	13.5	68.00	73.00	30.2	26.4	764	13.44	13.48	13.46	
3500	66.0	40	39.9	40.2	40.03	16.1	68.00	73.00	30.2	26.9	764	13.44	13.48	13.46	
3500	78.7	37.7	37.6	37.8	37.7	17.5	68.00	73.00	30.1	27.6	764	13.44	13.48	13.46	
3500	91.4	34.6	34.5	35	34.7	18.8	68.00	73.00	30.4	26.9	764	13.44	13.48	13.46	
3500	119.4	32.6	32.4	32.2	32.4	20.5	68.00	73.00	30.6	27.2	764	13.44	13.48	13.46	
3500	149.9	29.4	29.3	29.5	29.4	22	68.00	73.00	30.9	26.8	764	13.44	13.48	13.46	
3500	167.6	28.7	29.1	28.7	28.83	23	68.00	73.00	30.4	26.4	764	13.44	13.48	13.46	
3500	177.8	28.5	28.2	28.4	28.37	23.5	68.00	73.00	30.4	26.7	764	13.44	13.48	13.46	
3500	182.9	28.5	28.2	28.5	28.4	23.8	68.00	73.00	30.6	27	764	13.44	13.48	13.46	
3500	213.4	26	26.4	26.2	26.2	26	68.00	73.00	30.2	27.5	764	13.44	13.48	13.46	
1300	idle	104.5	105.5	105.5	105.2	1.8	68.00	73.00	30.8	26.9	764	13.44	13.48	13.46	
4000	43.2	64.4	64.4	64.3	64.37	10.5	68.00	73.00	30.8	26.9	764	13.44	13.48	13.46	
4000	50.8	58.7	58.7	58.4	58.6	11.5	68.00	73.00	30.9	27.9	764	13.44	13.48	13.46	
4000	71.1	47.9	47.9	48.2	48	14.8	68.00	73.00	31	27.8	764	13.44	13.48	13.46	
4000	83.8	43.1	43.1	43.5	43.23	16.2	68.00	73.00	30.4	27.1	764	13.44	13.48	13.46	

ตาราง ง-2 แสดงผลการทดสอบเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. ระบบ Local made gas mixer ที่รอบต่างๆ โดยใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงตั้ง spark timing 35 องศาเพลลาข้อเหวี่ยง

Speed	% mass air	P diff in.H2O	ma (g/sec)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/s ec)	A/F	φ	Tb (kg)	Tb(N-m)	η _{th} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
				t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _m (°C)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	P _a (mmHg)					
2000	50	0.97	4.75	17.75	17.69	17.65	17.70	0.3	0.8	31.0	0.275	17.27	0.903	2.30	7.34	12.10	1.54	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.46	4.46	644	2158
2000	60	1.31	5.52	15.38	15.34	15.32	15.35	0.6	1.0	31.6	0.316	17.45	0.894	3.00	9.57	13.72	2.00	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	13.46	4.46	568	2815
2000	70	1.78	6.44	13.00	13.01	13.02	13.01	0.9	1.5	31.6	0.373	17.26	0.904	3.60	11.48	13.97	2.41	61.3	61.3	32.0	28.0	763.0	13.46	4.46	558	3378
2000	80	2.38	7.44	11.28	11.24	11.24	11.25	0.8	1.8	31.9	0.431	17.28	0.903	4.20	13.40	14.11	2.81	59.3	62.3	32.0	28.0	763.0	13.46	4.46	553	3941
2000	90	3.04	8.41	10.00	9.97	10.03	10.00	1.2	2.2	32.0	0.484	17.37	0.898	4.75	15.15	14.20	3.17	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	13.46	4.46	549	4458
2000	100	3.77	9.37	8.84	8.91	8.90	8.88	1.7	2.8	32.0	0.544	17.21	0.907	5.20	16.59	13.83	3.47	60.6	66.1	30.5	26.5	763.5	13.46	4.46	564	4880
2500	50	1.86	6.58	13.12	13.15	13.22	12.77	1.4	2.0	43.0	0.365	18.02	0.866	3.45	11.01	17.78	3.00	65.5	71.2	30.0	28.5	764.0	10.25	5.85	439	3238
2500	60	3.13	8.53	9.83	9.77	9.82	9.81	1.5	2.6	34.0	0.490	17.42	0.896	4.55	14.52	17.47	3.95	63.1	69.1	31.0	27.0	763.0	10.37	5.79	446	4270
2500	70	3.72	9.30	8.90	9.04	8.90	8.95	1.9	3.4	33.9	0.537	17.34	0.900	5.40	17.23	18.93	4.69	60.2	68.3	32.5	26.5	763.5	10.41	5.76	412	5067
2500	80	5.05	10.84	7.61	7.59	7.53	7.58	2.1	4.2	33.4	0.634	17.09	0.913	5.90	18.82	17.49	5.12	62.9	68.7	31.0	27.0	764.0	10.87	5.52	446	5537
2500	90	6.35	12.15	6.77	6.71	6.77	6.75	2.8	5.4	33.4	0.711	17.10	0.912	6.20	19.78	16.41	5.39	63.3	68.8	30.5	27.0	763.0	10.10	5.94	475	5818
2500	100	7.52	13.23	6.21	6.28	6.17	6.15	3.2	6.4	33.8	0.778	16.99	0.918	6.40	20.42	15.47	5.56	67.1	72.0	32.0	28.5	763.0	10.56	5.68	504	6006
3000	60	2.76	8.01	10.22	10.26	10.29	9.78	1.6	2.5	47.1	0.470	17.05	0.915	2.95	9.41	13.62	2.96	69.8	76.3	30.0	27.5	761.5	9.72	6.17	572	2768
3000	70	3.75	9.34	8.62	8.71	8.72	8.12	2.2	3.5	48.2	0.563	16.58	0.941	3.60	11.48	13.87	3.61	70.2	77.6	31.0	27.0	762.0	9.22	6.51	562	3378
3000	80	4.98	10.76	6.98	6.98	6.98	6.98	2.8	4.6	51.7	0.647	16.64	0.937	4.20	13.40	14.09	4.21	72.5	79.6	30.5	26.8	762.0	9.00	6.67	553	3941
3000	90	6.32	12.13	6.81	6.85	6.84	6.55	2.6	5.0	31.2	0.738	16.42	0.950	4.65	14.83	13.67	4.66	66.3	72.5	30.0	27.5	761.0	9.82	6.11	570	4364
3000	100	7.08	12.83	6.10	6.12	6.13	6.12	3.2	6.4	30.4	0.792	16.21	0.962	5.10	16.27	13.98	5.11	62.2	68.8	31.0	27.0	761.0	9.50	6.32	558	4786
3500	60	3.11	8.51	9.80	9.79	9.79	9.56	1.3	2.6	33.3	0.504	16.88	0.924	3.70	11.80	18.59	4.33	68.7	73.9	31.0	27.0	762.0	7.66	7.84	419	3472
3500	70	4.23	9.92	8.27	8.28	8.29	8.00	2.0	3.6	33.6	0.601	16.52	0.945	4.45	14.20	18.76	5.20	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	7.68	7.81	416	4176
3500	80	5.51	11.32	7.05	7.03	7.01	7.03	2.4	4.6	32.8	0.685	16.54	0.943	5.10	16.27	18.86	5.96	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	8.26	7.26	413	4786

ตาราง ง-2 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. ระบบ Local made gas mixer ที่รอบต่างๆ โดยใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงตั้ง spark timing 35 องศาเพลาข้อเหวี่ยง

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _h (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambiern condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
				t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{amb} (°C)	T _{wb} (°C)	P _a (mmHg)					
3500	90	7.2	12.94	6.06	6.03	6.09	6.06	3.2	6.4	33.0	0.792	16.34	0.955	5.50	17.55	17.58	6.43	64.7	69.4	31.0	27.0	765.5	8.23	7.29	443	5161
3500	100	8.2	13.81	5.50	5.47	5.46	5.48	3.8	6.6	32.0	0.878	15.73	0.992	6.15	19.62	17.73	7.19	70.4	75.2	32.0	27.5	765.5	8.29	7.24	440	5771
4000	70	6.27	12.08	6.60	6.51	6.60	6.57	2.8	5.2	32.4	0.733	16.48	0.947	4.90	15.63	19.35	6.55	72.8	77.3	32.0	28.0	762.0	6.46	9.29	403	4598
4000	80	8.04	13.68	5.71	5.75	5.71	5.72	3.6	6.8	32.8	0.838	16.31	0.956	5.55	17.71	19.16	7.42	73.9	78.7	33.0	28.5	764.0	6.83	8.78	407	5208
4000	90	10.15	15.37	5.01	5.09	5.50	5.13	5.4	9.8	32.5	0.932	16.49	0.946	5.95	18.98	18.48	7.95	71.4	76.0	31.5	28.0	762.5	6.59	9.11	422	5584
4000	100	12.35	16.95	4.75	4.75	4.65	4.72	5.4	10.4	31.5	1.017	16.66	0.936	6.30	20.10	17.93	8.42	68.0	73.0	32.0	28.0	762.0	6.86	8.75	435	5912

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-3 แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{th} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambiem condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{th} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)					
50%	2000	0.97	4.75	40	17.75	17.69	17.65	17.70	0.3	0.8	31.0	0.275	17.27	0.903	2.30	7.95	13.11	1.67	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.67	4.39	595	2340
	2000	1.00	4.82	40	18.06	18.06	18.06	18.06	0.4	0.8	31.1	0.269	17.90	0.871	2.35	8.13	13.68	1.70	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.85	4.33	570	2390
	2000	0.98	4.77	40	18.53	18.53	18.53	18.53	0.5	0.8	31.2	0.262	18.20	0.857	2.35	8.13	14.05	1.70	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.68	4.39	555	2390
	2000	0.98	4.77	40	19.18	19.16	19.19	19.18	0.5	0.8	31.2	0.254	18.83	0.828	2.35	8.13	14.54	1.70	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.46	4.46	536	2390
	2000	0.94	4.68	35	19.78	19.82	19.82	19.81	0.4	0.7	37.9	0.240	19.48	0.801	2.25	7.78	14.70	1.63	60.0	63.3	32.0	28.0	763.5	13.72	4.37	530	2289
	2000	0.94	4.68	37	20.15	20.22	20.16	20.18	0.4	0.8	37.9	0.236	19.85	0.786	2.20	7.61	14.64	1.59	59.9	63.2	32.0	27.5	763.5	14.02	4.28	532	2238
	2000	0.94	4.68	37	20.30	20.30	20.30	20.30	0.4	0.8	37.9	0.234	19.97	0.781	2.20	7.61	14.73	1.59	59.9	63.2	32.0	27.5	763.5	14.02	4.28	529	2238
	2000	0.94	4.68	37	21.04	21.03	20.98	21.02	0.4	0.8	37.6	0.226	20.65	0.755	2.00	6.92	13.85	1.45	59.0	62.2	32.0	27.0	763.5	13.71	4.38	563	2034
	2000	0.94	4.68	37	21.34	21.34	21.34	21.34	0.4	0.8	37.6	0.223	20.96	0.744	1.90	6.57	13.36	1.38	59.0	62.2	32.0	27.0	763.5	13.71	4.38	584	1933
	2000	0.94	4.68	40	21.66	21.63	21.70	21.66	0.4	0.8	37.1	0.220	21.25	0.734	1.75	6.05	12.47	1.27	57.4	60.6	32.0	27.0	763.5	13.46	4.46	625	1780
60%	2000	1.31	5.52	40	15.38	15.34	15.32	15.35	0.6	1.0	31.6	0.316	17.45	0.894	3.00	10.37	14.87	2.17	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	13.57	4.42	524	3052
	2000	1.31	5.52	40	15.65	15.72	15.62	15.66	0.6	1.0	31.4	0.310	17.80	0.876	3.05	10.55	15.42	2.21	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	13.83	4.34	505	3102
	2000	1.30	5.50	40	15.86	15.88	15.86	15.87	0.6	1.0	31.7	0.306	17.98	0.868	3.00	10.37	15.38	2.17	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	13.48	4.45	507	3052
	2000	1.35	5.60	35	15.78	15.78	15.84	15.80	0.6	1.0	39.7	0.299	18.75	0.832	2.90	10.03	15.22	2.10	62.1	65.5	32.0	28.5	763.0	13.68	4.39	512	2950
	2000	1.35	5.60	35	16.00	16.02	16.04	16.02	0.6	1.0	39.7	0.295	19.01	0.821	2.80	9.68	14.90	2.03	62.1	65.5	32.0	28.5	763.0	13.73	4.37	523	2848
	2000	1.35	5.60	37	16.25	16.28	16.25	16.26	0.6	1.2	39.8	0.290	19.30	0.808	2.70	9.34	14.58	1.96	31.8	65.3	32.0	28.5	763.5	14.04	4.28	535	2746
	2000	1.35	5.60	37	16.98	17.03	17.06	17.02	0.7	1.3	39.2	0.278	20.17	0.773	2.55	8.82	14.40	1.85	60.8	63.9	32.0	28.5	763.5	13.88	4.32	542	2594
	2000	1.35	5.60	37	17.62	17.63	17.64	17.63	0.7	1.3	39.2	0.268	20.89	0.747	2.30	7.95	13.45	1.67	60.8	63.9	32.0	28.5	763.5	13.73	4.37	580	2340
	2000	1.35	5.60	37	18.22	18.23	18.24	18.23	0.7	1.3	39.2	0.259	21.60	0.722	2.10	7.26	12.70	1.52	60.8	63.9	32.0	28.5	763.5	13.71	4.38	614	2136
	2000	1.35	5.60	40	18.50	18.56	18.47	18.51	0.8	1.3	38.1	0.256	21.86	0.714	1.90	6.57	11.62	1.38	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	13.46	4.46	671	1933

ตาราง ง-3 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _h (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _m (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _m (°C)	T _{in} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)					
					70%	2000	1.78	6.44	40	13.00	13.01								13.02	13.01	0.9	1.5	31.6				
	2000	1.79	6.45	40	13.19	13.16	13.14	13.16	0.9	1.5	31.6	0.369	17.51	0.891	3.65	12.62	15.54	2.64	61.3	61.3	32.0	28.0	763.0	13.83	4.34	502	3713
	2000	1.81	6.49	40	13.43	13.35	13.37	13.38	0.9	1.5	31.8	0.362	17.91	0.871	3.55	12.28	15.37	2.57	61.3	61.3	32.0	28.0	763.0	13.80	4.35	507	3611
	2000	1.83	6.52	35	13.18	13.28	13.22	13.23	1.0	1.6	40.5	0.356	18.34	0.851	3.55	12.28	15.65	2.57	61.6	65.0	32.0	28.0	763.0	13.61	4.41	498	3611
	2000	1.83	6.52	37	13.50	13.47	13.54	13.50	0.9	1.4	41.0	0.348	18.75	0.832	3.50	12.10	15.78	2.53	62.6	66.1	32.0	27.5	763.0	13.87	4.33	494	3560
	2000	1.83	6.52	37	13.88	13.91	13.86	13.88	1.0	1.5	40.9	0.338	19.28	0.809	3.40	11.76	15.75	2.46	62.3	65.8	32.0	27.5	763.0	13.48	4.45	495	3458
	2000	1.83	6.52	40	14.31	14.25	14.31	14.29	1.0	1.6	40.6	0.329	19.82	0.787	3.20	11.07	15.25	2.32	61.5	65.1	32.0	27.5	763.0	13.48	4.45	511	3255
	2000	1.83	6.52	40	14.75	14.75	14.75	14.75	1.0	1.6	40.6	0.319	20.46	0.762	2.90	10.03	14.26	2.10	61.5	65.1	32.0	27.5	763.0	13.70	4.38	547	2950
	2000	1.83	6.52	40	15.26	15.26	15.26	15.26	1.0	1.6	40.6	0.308	21.17	0.737	2.50	8.65	12.72	1.81	61.5	65.1	32.0	27.5	763.0	13.87	4.33	613	2543
	2000	1.83	6.52	40	15.69	15.78	15.69	15.72	1.1	1.7	39.4	0.300	21.72	0.718	2.25	7.78	11.75	1.63	61.3	61.3	32.0	28.0	763.0	14.63	4.10	664	2289
80%	2000	2.38	7.44	40	11.28	11.24	11.24	11.25	0.8	1.8	31.9	0.431	17.28	0.903	4.20	14.52	15.29	3.04	59.3	62.3	32.0	28.0	763.0	13.81	4.35	510	4272
	2000	2.42	7.50	35	11.47	11.44	11.37	11.43	1.0	1.8	31.8	0.424	17.69	0.882	4.20	14.52	15.53	3.04	59.3	62.3	32.0	28.0	763.0	13.76	4.36	502	4272
	2000	2.42	7.50	35	11.63	11.59	11.62	11.61	1.1	1.8	31.7	0.417	17.98	0.868	4.10	14.18	15.41	2.97	59.3	62.3	32.0	28.0	763.0	13.51	4.44	506	4171
	2000	2.39	7.46	35	11.36	11.41	11.41	11.39	1.2	2.0	42.0	0.411	18.15	0.859	4.05	14.01	15.47	2.93	62.7	66.3	31.0	29.0	763.0	13.90	4.32	504	4120
	2000	2.39	7.46	37	11.66	11.72	11.72	11.70	1.2	2.0	42.0	0.400	18.64	0.837	3.90	13.49	15.29	2.82	62.6	66.3	31.0	29.0	763.0	14.06	4.27	510	3967
	2000	2.39	7.46	37	11.97	12.03	11.94	11.98	1.2	2.0	42.2	0.390	19.10	0.817	3.75	12.97	15.07	2.72	62.5	66.3	31.0	29.0	763.0	13.89	4.32	517	3815
	2000	2.39	7.46	40	12.59	12.56	12.63	12.59	1.2	2.0	41.6	0.372	20.04	0.778	3.45	11.93	14.54	2.50	61.9	64.8	31.0	29.0	763.0	13.77	4.36	536	3509
	2000	2.39	7.46	40	12.59	12.56	12.63	12.83	1.2	2.0	41.6	0.365	20.42	0.764	3.25	11.24	13.96	2.35	61.9	64.8	31.0	29.0	763.0	13.81	4.35	559	3306
	2000	2.39	7.46	40	12.59	12.56	12.63	13.20	1.2	2.0	41.6	0.355	21.00	0.743	3.00	10.37	13.25	2.17	61.9	64.8	31.0	29.0	763.0	13.62	4.41	588	3052
	2000	2.39	7.46	40	13.63	13.56	13.65	13.61	1.7	2.2	40.9	0.345	21.64	0.721	2.65	9.16	12.06	1.92	59.3	62.3	32.0	28.0	763.0	13.77	4.36	646	2696

ตาราง ง-3 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff.in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _m (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambiern condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _m (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{db} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)				
					90%	2000	3.04	8.41	35	10.00	9.97								10.03	10.00	1.2	2.2	32.0				
	2000	3.02	8.38	35	10.09	10.12	10.12	10.11	1.3	2.3	31.6	0.479	17.49	0.892	4.75	16.43	15.54	3.44	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	13.98	4.29	502	4832
	2000	3.03	8.40	35	10.19	10.25	10.23	10.22	1.4	2.4	31.5	0.474	17.71	0.881	4.70	16.25	15.55	3.40	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	14.01	4.28	501	4781
	2000	3.03	8.40	37	10.25	10.32	10.31	10.29	1.4	2.4	43.8	0.452	18.59	0.839	4.60	15.91	15.97	3.33	64.4	64.4	32.0	27.0	763.5	14.36	4.18	488	4679
	2000	3.03	8.40	37	10.47	10.53	10.54	10.51	1.5	2.4	42.8	0.444	18.93	0.824	4.50	15.56	15.91	3.26	63.7	66.7	32.0	27.5	763.5	13.89	4.32	490	4577
	2000	3.03	8.40	40	10.78	10.78	10.84	10.80	1.6	2.4	42.3	0.432	19.41	0.804	4.35	15.04	15.78	3.15	63.0	67.6	32.0	28.0	763.5	13.86	4.33	494	4425
	2000	3.03	8.40	40	10.78	10.78	10.84	11.05	1.6	2.4	42.3	0.423	19.86	0.785	4.20	14.52	15.59	3.04	63.0	67.6	32.0	28.0	763.5	13.93	4.31	500	4272
	2000	3.03	8.40	40	11.37	11.38	11.40	11.38	1.8	2.7	41.1	0.412	20.39	0.765	4.10	14.18	15.62	2.97	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	13.90	4.32	499	4171
	2000	3.03	8.40	40	11.37	11.38	11.40	11.65	1.8	2.7	41.1	0.402	20.87	0.747	3.90	13.49	15.21	2.82	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	13.46	4.46	513	3967
	2000	3.03	8.40	40	12.00	11.97	12.03	12.00	1.8	2.7	41.1	0.391	21.50	0.726	3.50	12.10	14.06	2.53	60.9	68.5	32.0	27.5	763.0	13.95	4.30	555	3560
100%	2000	3.77	9.37	35	8.84	8.91	8.90	8.88	1.7	2.8	32.0	0.544	17.21	0.907	5.20	17.98	14.99	3.77	60.6	66.1	30.5	26.5	763.5	13.58	4.42	520	5289
	2000	3.79	9.39	35	8.89	9.03	9.04	8.99	1.6	2.8	32.0	0.538	17.45	0.894	5.25	18.15	15.30	3.80	60.6	66.1	30.5	26.5	763.5	13.57	4.42	509	5340
	2000	3.8	9.40	35	9.09	9.15	9.16	9.13	1.8	3.0	32.0	0.529	17.77	0.878	5.25	18.15	15.56	3.80	60.6	66.1	30.5	26.5	763.5	13.37	4.49	501	5340
	2000	3.65	9.21	37	9.47	9.44	9.43	9.30	1.8	2.8	44.4	0.498	18.49	0.844	5.20	17.98	16.36	3.77	63.7	70.5	30.0	26.0	763.5	14.23	4.22	476	5289
	2000	3.65	9.21	37	9.47	9.44	9.43	9.45	1.8	2.8	44.4	0.491	18.78	0.831	5.15	17.81	16.46	3.73	63.7	70.5	30.0	26.0	763.5	13.91	4.31	474	5239
	2000	3.65	9.21	37	9.85	9.75	9.75	9.78	2.2	2.8	45.3	0.472	19.52	0.799	4.90	16.94	16.28	3.55	64.0	70.7	30.0	26.0	763.5	13.91	4.31	479	4984
	2000	3.65	9.21	40	10.15	10.15	10.09	10.13	2.2	3.0	45.1	0.456	20.20	0.772	4.70	16.25	16.16	3.40	63.5	70.1	30.0	26.0	763.5	13.92	4.31	482	4781
	2000	3.65	9.21	40	10.54	10.57	10.57	10.56	2.4	3.2	44.6	0.438	21.04	0.742	4.40	15.22	15.76	3.19	62.5	68.8	30.0	26.0	763.5	13.38	4.48	495	4476
	2000	3.65	9.21	40	10.54	10.57	10.57	10.86	2.4	3.2	44.6	0.426	21.63	0.721	4.20	14.52	15.47	3.04	62.5	68.8	30.0	26.0	763.5	13.81	4.35	504	4272
	2000	3.65	9.21	40	11.41	11.34	11.40	11.38	2.8	3.4	43.6	0.407	22.62	0.690	3.80	13.14	14.63	2.75	60.6	66.1	30.5	26.5	763.5	13.79	4.35	533	3865

ตาราง ง-4 แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2500 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed (rpm)	ΔP in.H2O	\dot{m}_a (g/sec)	Adv($^{\circ}$ BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			\dot{m}_a (g/sec)	A/F	ϕ	T_b (kg)	T_b (N-m)	η_{th} (%)	P_s (kW)	Cooling cond.		Ambiem condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t_1	t_2	t_3	t_{avg}	$P_{in}(H_2O)$	$P_{out}(H_2O)$	T_m (C)								T_{in} (C)	T_{out} (C)	T_{ab} (C)	T_{wb} (C)	P_a (mmHg)				
					50%	2500	1.86	6.58	35	12.77	12.77								12.77	12.77	1.4	2.0	43.0				
50%	2500	1.86	6.58	35	12.95	12.95	12.95	12.95	1.4	2.0	43.0	0.360	18.27	0.854	3.45	11.93	19.54	3.25	65.5	71.2	30.0	28.5	764	10.37	5.79	399	4562
50%	2500	1.86	6.58	35	13.12	13.15	13.22	13.16	1.4	2.0	43.0	0.354	18.57	0.840	3.40	11.76	19.57	3.20	65.5	71.2	30.0	28.5	764	10.41	5.76	398	4496
50%	2500	1.86	6.58	37	13.44	13.44	13.56	13.48	1.4	2.0	42.7	0.346	19.00	0.821	3.35	11.58	19.73	3.15	65.2	71.0	30.0	28.5	764	10.87	5.52	395	4430
50%	2500	1.86	6.58	37	14.06	13.96	14.03	14.02	1.2	1.8	42.0	0.334	19.70	0.792	3.20	11.07	19.54	3.01	63.2	68.6	30.0	28.0	764	10.10	5.94	399	4232
50%	2500	1.86	6.58	40	14.96	14.96	14.96	14.96	1.0	1.6	40.4	0.315	20.91	0.746	2.90	10.03	18.79	2.73	63.0	68.7	30.0	28.0	764	10.56	5.68	415	3835
50%	2500	1.86	6.58	40	15.47	15.47	15.50	15.48	0.8	1.4	37.4	0.307	21.40	0.729	2.70	9.34	17.91	2.54	57.9	63.2	29.0	25.8	764	10.26	5.85	435	3570
60%	2500	3.13	8.53	35	9.83	9.77	9.82	9.81	1.5	2.6	34.0	0.490	17.42	0.896	4.55	15.73	18.94	4.28	63.1	69.1	31.0	27.0	763	10.32	5.81	412	6017
60%	2500	3.09	8.48	35	10.09	10.09	10.09	10.09	1.6	2.8	33.9	0.476	17.81	0.876	4.55	15.73	19.48	4.28	63.1	69.1	31.0	27.0	763	9.69	6.19	400	6017
60%	2500	2.68	7.90	35	10.67	10.67	10.67	10.67	1.4	2.2	46.2	0.432	18.26	0.854	4.35	15.04	20.52	4.10	67.2	74.0	31.3	28.5	764	10.21	5.88	380	5752
60%	2500	2.68	7.90	37	11.15	11.15	11.15	11.15	1.6	2.2	45.0	0.415	19.02	0.820	4.15	14.35	20.38	3.91	67.0	73.5	31.0	27.0	764	10.38	5.78	383	5488
60%	2500	2.68	7.90	37	11.33	11.33	11.33	11.33	1.6	2.4	44.9	0.409	19.32	0.807	4.05	14.01	20.21	3.81	65.8	72.6	31.0	27.0	763	10.28	5.84	386	5356
60%	2500	2.68	7.90	40	12.00	12.00	12.00	12.00	1.6	2.4	44.4	0.387	20.43	0.764	3.70	12.79	19.52	3.48	64.9	71.4	31.0	27.0	763	10.38	5.78	399	4893
60%	2500	2.68	7.90	40	12.35	12.35	12.35	12.35	1.8	2.4	43.3	0.377	20.96	0.744	3.50	12.10	18.94	3.30	63.1	69.1	31.0	27.0	763	9.96	6.02	412	4628
70%	2500	3.72	9.30	35	8.90	9.04	8.90	8.95	1.9	3.4	33.9	0.537	17.34	0.900	5.40	18.67	20.52	5.08	60.2	68.3	32.5	26.5	764	11.02	5.45	380	7141
70%	2500	3.59	9.14	35	9.15	9.18	9.18	9.17	1.8	3.3	33.6	0.524	17.43	0.895	5.35	18.50	20.81	5.04	60.2	68.3	32.5	26.5	764	10.61	5.66	375	7075
70%	2500	3.8	9.40	35	8.96	8.96	8.96	8.96	1.6	3.2	33.8	0.536	17.53	0.890	5.35	18.50	20.34	5.04	60.2	68.3	32.5	26.5	764	11.05	5.43	383	7075
70%	2500	3.65	9.21	35	8.75	8.85	8.81	8.80	2.0	3.2	48.7	0.519	17.76	0.879	5.30	18.33	20.82	4.99	69.6	76.9	33.0	28.0	764	10.23	5.87	374	7009
70%	2500	3.65	9.21	37	9.15	9.16	9.09	9.13	2.0	3.2	47.5	0.502	18.35	0.850	5.15	17.81	20.91	4.85	69.3	76.5	32.5	27.0	764	10.67	5.63	373	6810

ตาราง ง-4 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2500 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{ih} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambiern condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)	
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _m (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _m (°C)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{wh} (°C)	T _{wb} (°C)					Pa (mmHg)
					70%	2500	3.65	9.21	37	9.35	9.43								9.44	9.41	2.6	3.8	45.1					0.491
70%	2500	3.65	9.21	40	10.05	10.00	10.00	10.02	2.9	3.8	43.0	0.464	19.87	0.785	4.70	16.25	20.67	4.43	60.2	68.3	32.5	26.5	764	10.45	5.74	377	6215	
70%	2500	3.65	9.21	40	10.05	10.00	10.00	10.23	2.9	3.8	43.0	0.454	20.30	0.769	4.50	15.56	20.21	4.24	60.2	68.3	32.5	26.5	764	10.28	5.84	386	5951	
80%	2500	5.05	10.84	35	7.61	7.59	7.53	7.58	2.1	4.2	33.4	0.634	17.09	0.913	5.90	20.40	18.96	5.55	62.9	68.7	31.0	27.0	764	10.14	5.92	411	7802	
	2500	4.94	10.72	35	7.74	7.81	7.90	7.82	2.6	4.4	33.5	0.614	17.46	0.893	5.85	20.23	19.43	5.51	62.9	68.7	31.0	27.0	764	11.02	5.45	401	7736	
	2500	4.75	10.51	35	7.87	7.90	7.93	7.90	1.2	2.0	42.0	0.592	17.74	0.879	5.80	20.06	19.96	5.46	69.1	76.0	31.0	27.0	764	10.47	5.73	391	7670	
	2500	4.75	10.51	37	8.15	8.13	8.15	8.14	1.2	2.0	42.2	0.574	18.30	0.852	5.70	19.71	20.24	5.37	68.1	74.6	31.0	27.0	764	10.99	5.46	385	7537	
	2500	4.75	10.51	40	8.65	8.56	8.55	8.59	1.2	2.0	41.6	0.546	19.26	0.810	5.40	18.67	20.18	5.08	68.4	74.5	31.0	27.0	764	10.33	5.81	386	7141	
	2500	4.75	10.51	40	9.22	8.87	8.92	9.00	1.7	2.2	40.9	0.521	20.17	0.773	5.00	17.29	19.57	4.71	62.9	68.7	31.0	27.0	764	10.56	5.68	398	6612	
90%	2500	6.35	12.15	35	6.77	6.71	6.77	6.75	2.8	5.4	33.4	0.711	17.10	0.912	6.20	21.44	17.79	5.84	63.3	68.8	30.5	27.0	763	10.40	5.77	438	8199	
	2500	6.67	12.46	35	6.65	6.63	6.64	6.64	2.8	5.4	33.4	0.723	17.24	0.905	6.20	21.44	17.50	5.84	63.3	68.8	30.5	27.0	763	10.56	5.68	446	8199	
	2500	6.03	11.84	40	6.78	6.80	6.81	6.80	3.0	4.4	50.4	0.667	17.76	0.878	6.10	21.09	18.65	5.74	68.5	75.4	31.0	28.5	763	10.89	5.51	418	8066	
	2500	6.34	12.14	37	7.15	7.09	7.12	7.12	2.5	4.6	33.3	0.675	18.00	0.867	6.10	21.09	18.44	5.74	63.3	68.8	30.5	27.0	763	10.46	5.74	423	8066	
	2500	6.03	11.84	40	7.12	7.09	7.05	7.09	3.4	5.4	47.8	0.644	18.38	0.849	5.95	20.58	18.83	5.60	66.7	73.5	30.5	27.0	763	10.56	5.68	414	7868	
	2500	6.03	11.84	40	7.41	7.43	7.41	7.42	4.3	6.0	46.7	0.616	19.21	0.812	5.70	19.71	18.85	5.37	64.4	71.0	31.0	27.0	763	10.61	5.66	414	7537	
	2500	6.03	11.84	40	7.85	7.85	7.75	7.82	5.0	6.4	46.3	0.585	20.26	0.770	5.20	17.98	18.14	4.90	63.3	68.8	30.5	27.0	763	10.77	5.57	430	6876	
100%	2500	7.52	13.23	37	6.21	6.28	6.17	6.15	3.2	6.4	33.8	0.778	16.99	0.918	6.40	22.13	16.77	6.03	67.1	72.0	32.0	28.5	763	10.80	5.56	465	8463	
	2500	7.38	13.10	37	6.37	6.42	6.43	6.41	3.2	6.3	33.4	0.748	17.51	0.891	6.40	22.13	17.44	6.03	67.1	72.0	32.0	28.5	763	10.66	5.63	447	8463	
	2500	7.28	13.01	37	6.46	6.45	6.47	6.35	2.6	5.2	33.6	0.755	17.23	0.906	6.40	22.13	17.27	6.03	67.1	72.0	32.0	28.5	763	10.42	5.76	451	8463	
	2500	7.44	13.16	37	6.06	6.09	6.06	6.25	3.7	6.0	52.2	0.720	18.28	0.853	6.30	21.79	17.85	5.93	68.5	74.5	32.0	28.5	762	10.33	5.81	437	8331	

ตาราง ง-4 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 2500 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(°BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _h (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambiern condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{oil} (°C)	T _{wb} (°C)	P _a (mmHg)					
100%	2500	7.44	13.16	37	6.29	6.31	6.34	6.40	4.2	6.6	52.4	0.701	18.76	0.832	6.20	21.44	18.02	5.84	68.7	74.3	32.0	27.5	762	10.53	5.70	433	8199
	2500	7.44	13.16	40	6.81	6.85	6.79	6.82	4.5	6.9	52.7	0.657	20.01	0.780	5.70	19.71	17.68	5.37	68.0	73.1	32.0	29.0	763	10.21	5.88	441	7537
	2500	7.44	13.16	40	7.12	7.09	7.05	7.09	5.0	7.5	53.2	0.631	20.86	0.748	5.30	18.33	17.14	4.99	67.1	72.0	32.0	28.5	763	10.61	5.66	455	7009

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-5 แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 3000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{ih} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{out} (°C)	T _{ih} (°C)	T _{ih} (°C)	Pa (mmHg)					
60%	3000	2.76	8.01	35	9.78	9.78	9.78	9.78	1.6	2.5	47.1	0.470	17.05	0.915	2.95	10.20	14.77	3.20	69.80	76.30	30.0	27.5	761.5	9.72	6.17	528	4501
	3000	2.76	8.01	35	9.91	9.91	9.91	9.91	1.6	2.5	47.1	0.464	17.27	0.903	3.00	10.37	15.22	3.26	69.80	76.30	30.0	27.5	761.5	9.22	6.51	512	4577
	3000	2.76	8.01	35	10.08	10.08	10.08	10.08	1.6	2.5	47.1	0.456	17.57	0.888	3.00	10.37	15.48	3.26	69.80	76.30	30.0	27.5	761.5	9.00	6.67	504	4577
	3000	2.76	8.01	35	10.22	10.26	10.29	10.26	1.6	2.5	47.1	0.448	17.88	0.873	2.95	10.20	15.49	3.20	69.80	76.30	30.0	27.5	761.5	9.82	6.11	503	4501
	3000	2.76	8.01	37	10.47	10.50	10.45	10.47	1.7	2.7	47.3	0.439	18.27	0.854	2.80	9.68	15.02	3.04	70.20	76.50	31.0	27.5	761.5	9.50	6.32	519	4272
	3000	2.76	8.01	37	10.91	10.87	10.84	10.87	2.0	2.9	46.5	0.423	18.94	0.824	2.50	8.65	13.90	2.72	69.20	75.00	30.5	27.0	761.5	9.97	6.02	561	3815
	3000	2.76	8.01	40	11.20	11.20	11.20	11.20	2.2	3.2	45.4	0.412	19.44	0.802	2.30	7.95	13.13	2.50	69.20	75.00	30.5	27.0	761.5	9.50	6.32	594	3509
70%	3000	3.75	9.34	35	8.62	8.71	8.72	8.12	2.2	3.5	48.2	0.563	16.58	0.941	3.60	12.45	15.04	3.91	70.20	77.60	31.0	27.0	762.0	9.72	6.17	518	5493
	3000	3.75	9.34	35	8.62	8.71	8.72	8.23	2.2	3.5	48.2	0.556	16.81	0.928	3.65	12.62	15.45	3.97	70.20	77.60	31.0	27.0	762.0	9.92	6.05	505	5569
	3000	3.75	9.34	35	8.62	8.71	8.72	8.45	2.2	3.5	48.2	0.541	17.26	0.904	3.65	12.62	15.87	3.97	70.20	77.60	31.0	27.0	762.0	10.03	5.98	491	5569
	3000	3.75	9.34	35	8.62	8.71	8.72	8.68	2.2	3.5	48.2	0.527	17.73	0.880	3.55	12.28	15.86	3.86	70.20	77.60	31.0	27.0	762.0	9.85	6.09	492	5417
	3000	3.75	9.34	37	8.94	8.87	8.96	8.92	2.3	3.7	46.8	0.515	18.14	0.860	3.45	11.93	15.77	3.75	70.30	76.70	31.0	27.0	762.0	9.91	6.05	494	5264
	3000	3.75	9.34	37	9.28	9.28	9.28	9.28	2.6	3.9	44.5	0.498	18.74	0.832	3.05	10.55	14.40	3.31	67.00	74.10	31.0	27.0	762.0	9.63	6.23	541	4654
	3000	3.82	9.43	37	9.81	9.79	9.81	9.80	1.4	2.4	31.2	0.495	19.05	0.819	3.00	10.37	14.26	3.26	67.00	74.10	31.0	27.0	762.0	10.07	5.96	547	4577
	3000	3.76	9.35	37	10.28	10.28	10.28	10.28	1.4	2.4	30.1	0.474	19.74	0.790	2.60	8.99	12.91	2.82	67.00	74.10	31.0	27.0	762.0	9.69	6.19	604	3967
	3000	3.75	9.34	40	9.75	9.80	9.81	9.79	2.6	3.9	44.5	0.473	19.77	0.789	2.60	8.99	12.94	2.82	67.00	74.10	31.0	27.0	762.0	9.75	6.15	602	3967
	3000	3.87	9.49	38	10.69	10.66	10.69	10.33	1.8	2.6	31.2	0.469	20.22	0.771	2.40	8.30	12.04	2.61	67.00	74.10	31.0	27.0	762.0	9.43	6.36	648	3662
	3000	4.98	10.76	35	6.98	6.98	6.98	6.98	2.8	4.6	51.7	0.647	16.64	0.937	4.20	14.52	15.28	4.56	72.50	79.60	30.5	26.8	762.0	9.45	6.35	510	6408
	3000	4.98	10.76	35	7.13	7.13	7.13	7.13	2.8	4.6	51.7	0.633	17.00	0.918	4.25	14.70	15.79	4.62	72.50	79.60	30.5	26.8	762.0	9.45	6.35	494	6485
	3000	4.98	10.76	35	7.33	7.33	7.33	7.33	2.8	4.6	51.7	0.616	17.47	0.893	4.25	14.70	16.23	4.62	72.50	79.60	30.5	26.8	762.0	9.43	6.36	480	6485

ตาราง ง-5 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 3000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{in} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{oil} (°C)	T _{wt} (°C)	Pa (mmHg)					
					80%	3000	4.98	10.76	35	7.50	7.55								7.49	7.51	2.8	4.6	51.7				
3000	4.98	10.76	37	7.75	7.68	7.77	7.73	3.0	4.8	50.8	0.585	18.39	0.848	4.10	14.18	16.48	4.45	71.70	78.60	30.2	27.0	762.0	10.00	6.00	473	6256	
3000	4.98	10.76	37	7.93	7.88	7.89	7.90	3.6	5.4	48.7	0.576	18.69	0.835	3.80	13.14	15.52	4.13	68.00	74.60	30.2	27.0	762.0	10.28	5.84	502	5798	
3000	4.84	10.61	38	8.68	8.75	8.75	8.73	2.0	3.4	31.3	0.555	19.12	0.816	3.55	12.28	15.05	3.86	66.70	72.80	30.0	28.0	762.0	10.38	5.78	518	5417	
3000	4.85	10.62	38	8.53	8.53	8.52	8.53	1.8	3.3	31.4	0.568	18.70	0.834	3.55	12.28	14.70	3.86	66.70	72.80	30.0	28.0	762.0	10.29	5.83	530	5417	
3000	4.9	10.68	38	8.56	8.53	8.63	8.57	2.0	3.4	31.6	0.564	18.92	0.824	3.50	12.10	14.59	3.80	66.70	72.80	30.0	28.0	762.0	10.62	5.65	534	5340	
3000	4.95	10.73	38	9.03	9.06	9.00	9.03	2.4	3.9	31.3	0.536	20.03	0.779	3.05	10.55	13.39	3.31	66.70	72.80	30.0	28.0	762.0	10.38	5.78	582	4654	
90%	3000	6.32	12.13	35	6.81	6.85	6.84	6.55	2.6	5.0	31.2	0.738	16.42	0.950	4.65	16.08	14.82	5.05	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	10.40	5.77	526	7095
3000	6.32	12.13	35	6.81	6.85	6.84	6.75	2.6	5.0	31.2	0.717	16.92	0.922	4.70	16.25	15.43	5.11	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	11.08	5.42	505	7171	
3000	6.32	12.13	35	6.81	6.85	6.84	6.83	2.6	5.0	31.2	0.708	17.13	0.911	4.70	16.25	15.62	5.11	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	10.28	5.84	499	7171	
3000	6.2	12.01	37	6.54	6.55	6.53	6.54	3.6	6.1	53.3	0.685	17.52	0.890	4.65	16.08	15.96	5.05	71.30	78.50	30.0	27.0	761.5	10.16	5.91	488	7095	
3000	6.36	12.16	35	6.94	7.03	7.00	6.99	3.0	5.2	30.9	0.692	17.58	0.887	4.65	16.08	15.81	5.05	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	9.44	6.36	493	7095	
3000	6.2	12.01	40	6.95	6.97	6.84	6.92	4.6	6.9	51.1	0.651	18.46	0.845	4.30	14.87	15.55	4.67	68.31	74.50	30.5	27.0	761.0	10.47	5.73	501	6561	
3000	6.36	12.16	35	7.50	7.50	7.59	7.53	3.4	5.4	30.7	0.642	18.94	0.824	4.15	14.35	15.21	4.51	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	10.31	5.82	513	6332	
3000	6.2	12.01	40	7.22	7.20	7.19	7.20	4.6	6.9	51.1	0.625	19.21	0.812	4.00	13.83	15.05	4.35	68.31	74.50	30.5	27.0	761.0	10.56	5.68	518	6103	
3000	6.2	12.01	40	7.54	7.48	7.45	7.49	5.4	7.3	50.0	0.602	19.95	0.782	3.70	12.79	14.46	4.02	66.30	72.50	30.0	27.5	761.0	9.99	6.01	539	5645	
3000	7.08	12.83	38	6.10	6.12	6.13	6.12	3.2	6.4	30.4	0.792	16.21	0.962	5.10	17.64	15.16	5.54	62.20	68.80	31.0	27.0	761.0	10.15	5.91	514	7782	
3000	7.06	12.82	38	6.31	6.28	6.28	6.29	3.6	6.4	30.4	0.769	16.66	0.936	5.05	17.46	15.45	5.49	62.20	68.80	31.0	27.0	761.0	9.98	6.01	505	7705	
3000	7.28	13.01	38	6.46	6.47	6.50	6.48	4.4	7.0	30.5	0.745	17.46	0.893	5.00	17.29	15.79	5.43	62.20	68.80	31.0	27.0	761.0	10.48	5.73	494	7629	
3000	7.66	13.35	40	6.20	6.20	6.20	6.20	4.6	7.6	51.0	0.727	18.37	0.849	4.90	16.94	15.87	5.32	67.30	77.40	31.5	27.0	761.0	10.31	5.82	491	7476	

ตาราง ง-5 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 3000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N- m)	h _{ib} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{th} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)					
100%	3000	7.66	13.35	40	6.32	6.32	6.32	6.32	4.6	7.6	51.0	0.713	18.73	0.833	4.80	16.60	15.84	5.21	67.30	77.40	31.5	27.0	761.0	10.28	5.84	492	7324
	3000	7.66	13.35	40	6.55	6.57	6.49	6.54	5.2	7.8	49.1	0.692	19.28	0.809	4.60	15.91	15.63	5.00	64.90	71.40	31.2	27.0	761.0	10.67	5.62	499	7019
	3000	7.66	13.35	40	6.69	6.69	6.69	6.69	5.9	8.1	47.7	0.678	19.68	0.793	4.40	15.22	15.26	4.78	62.20	68.80	31.0	27.0	761.0	9.87	6.08	511	6714
	3000	7.66	13.35	40	6.75	6.75	6.80	6.77	5.9	8.1	47.7	0.671	19.90	0.784	4.30	14.87	15.08	4.67	62.20	68.80	31.0	27.0	761.0	10.28	5.84	517	6561

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-6 แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 3500 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _b (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _m (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{in} (°C)	T _{wb} (°C)	Pa (mmHg)				
					60%	3500	3.11	8.51	38	9.56	9.56								9.56	9.56	1.3	2.6	33.3				
	3500	3.11	8.51	38	9.80	9.79	9.79	9.79	1.3	2.6	33.3	0.492	17.29	3.65	3.65	12.62	20.37	4.63	68.7	73.9	31.0	27.0	762.0	7.68	7.81	383	6497
	3500	3.11	8.51	35	9.32	9.32	9.32	9.32	1.4	3.0	48.3	0.492	17.30	3.60	3.60	12.45	20.10	4.56	69.0	74.4	31.0	28.0	763.0	8.26	7.26	388	6408
	3500	3.12	8.52	38	9.83	9.92	9.85	9.87	1.5	2.6	33.6	0.488	17.47	3.55	3.55	12.28	19.99	4.50	68.7	73.9	31.0	27.0	762.0	8.23	7.29	390	6319
	3500	3.11	8.51	37	9.54	9.54	9.60	9.56	1.8	3.0	48.3	0.479	17.77	3.40	3.40	11.76	19.49	4.31	68.7	74.1	31.0	28.0	763.5	8.29	7.24	400	6052
	3500	3.11	8.51	37	9.90	9.90	10.09	9.96	2.0	3.2	48.0	0.460	18.51	3.00	3.00	10.37	17.92	3.80	60.9	66.3	30.8	28.0	763.5	7.55	7.95	435	5340
	3500	3.11	8.51	40	10.68	10.66	10.65	10.66	2.0	2.6	47.9	0.430	19.80	2.35	2.35	8.13	15.02	2.98	68.7	73.9	31.0	27.0	762.0	8.04	7.46	519	4183
70%	3500	4.23	9.92	38	8.27	8.28	8.29	8.00	2.0	3.6	33.6	0.601	16.52	4.45	4.45	15.39	20.34	5.64	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	8.23	7.29	383	7921
	3500	4.23	9.92	38	8.27	8.28	8.29	8.28	2.0	3.6	33.6	0.580	17.09	4.35	4.35	15.04	20.58	5.51	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	8.26	7.26	379	7743
	3500	4.24	9.93	35	7.91	7.87	7.85	7.88	2.2	4.0	50.3	0.577	17.22	4.30	4.30	14.87	20.46	5.45	68.1	73.1	31.0	28.5	766.0	8.02	7.49	381	7654
	3500	4.25	9.94	38	8.45	8.42	8.43	8.43	2.2	3.8	33.6	0.569	17.46	4.25	4.25	14.70	20.49	5.39	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	8.01	7.49	381	7565
	3500	4.24	9.93	37	8.25	8.28	8.38	8.30	2.6	4.1	49.7	0.548	18.14	3.80	3.80	13.14	19.05	4.82	67.0	71.7	30.5	27.0	766.0	8.17	7.34	409	6764
	3500	4.24	9.93	37	8.62	8.62	8.62	8.62	2.8	4.2	49.1	0.528	18.80	3.45	3.45	11.93	17.93	4.37	66.3	70.8	31.0	27.0	766.0	8.12	7.39	435	6141
	3500	4.24	9.93	40	9.09	9.06	9.09	9.08	3.4	4.6	48.2	0.502	19.78	2.80	2.80	9.68	15.30	3.55	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	8.16	7.35	509	4984
80%	3500	5.51	11.32	38	7.05	7.03	7.01	7.03	2.4	4.6	32.8	0.685	16.54	5.10	5.10	17.64	20.45	6.46	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	7.98	7.52	381	9079
	3500	5.54	11.35	38	7.09	7.11	7.09	7.10	2.6	4.6	33.5	0.676	16.79	5.05	5.05	17.46	20.50	6.40	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	7.88	7.62	380	8990
	3500	5.55	11.36	38	7.19	7.18	7.13	7.17	2.8	4.8	33.5	0.669	16.98	5.00	5.00	17.29	20.51	6.34	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	8.07	7.44	380	8901
	3500	5.54	11.35	35	6.72	6.72	6.72	6.72	3.0	5.0	54.4	0.666	17.05	4.90	4.90	16.94	20.20	6.21	78.8	84.4	30.5	29.2	763.0	8.01	7.49	386	8722
	3500	5.53	11.34	38	7.32	7.37	7.29	7.33	3.0	5.0	33.4	0.655	17.33	4.85	4.85	16.77	20.34	6.15	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	8.16	7.36	383	8633
	3500	5.54	11.35	37	6.90	6.88	6.94	6.91	3.2	5.2	51.8	0.653	17.39	4.70	4.70	16.25	19.76	5.96	70.8	76.3	31.0	29.0	763.0	7.86	7.64	395	8366

ตาราง ง-7 แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 4000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff.in.H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{ib} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bstfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _{in} (°C)								T _{in} (°C)	T _{in} (°C)	T _{in} (°C)	Pa (mmHg)					
70%	4000	6.27	12.08	38	6.60	6.51	6.60	6.57	2.8	5.2	32.4	0.733	16.48	0.947	4.90	16.94	20.98	7.10	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.46	9.29	372	9969
	4000	6.17	11.98	38	6.67	6.66	6.63	6.65	2.8	5.3	32.6	0.723	16.57	0.942	4.90	16.94	21.26	7.10	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.83	8.78	367	9969
	4000	6.17	11.98	38	6.85	6.78	6.75	6.79	3.1	5.4	32.6	0.708	16.93	0.921	4.85	16.77	21.50	7.03	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.59	9.11	363	9867
	4000	6.15	11.96	37	6.61	6.67	6.61	6.63	3.4	5.6	50.5	0.683	17.52	0.890	4.65	16.08	21.37	6.74	32.0	28.5	32.0	28.5	764.5	6.86	8.75	365	9460
	4000	6.15	11.96	37	6.93	6.95	6.90	6.93	3.4	5.6	54.9	0.644	18.57	0.840	4.30	14.87	20.94	6.23	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.59	9.11	372	8748
	4000	6.15	11.96	40	7.17	7.12	7.19	7.16	3.7	5.8	53.9	0.625	19.15	0.815	4.10	14.18	20.59	5.94	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.86	8.75	379	8341
80%	4000	8.04	13.68	40	5.71	5.75	5.71	5.72	3.6	6.8	32.8	0.838	16.31	0.956	5.55	19.19	20.77	8.04	33.0	28.5	33.0	28.5	764.0	7.08	8.48	375	11291
	4000	8.02	13.66	40	5.90	5.97	6.01	5.96	4.0	6.8	32.7	0.805	16.98	0.919	5.50	19.02	21.44	7.97	33.0	28.5	33.0	28.5	764.0	6.87	8.74	364	11189
	4000	8.12	13.74	38	6.16	6.17	6.10	6.14	4.8	8.1	32.4	0.780	17.63	0.885	5.40	18.67	21.72	7.82	33.0	28.5	33.0	28.5	764.0	6.78	8.85	359	10986
	4000	8.04	13.68	35	5.73	5.76	5.75	5.75	4.2	7.2	58.6	0.766	17.86	0.874	5.30	18.33	21.71	7.68	32.5	28.5	32.5	28.5	764.0	7.03	8.54	359	10782
	4000	8.04	13.68	37	5.82	5.83	5.86	5.84	4.4	7.4	58.1	0.755	18.12	0.861	5.20	17.98	21.61	7.53	32.0	28.0	32.0	28.0	764.0	6.76	8.88	361	10579
	4000	8.04	13.68	37	5.97	5.94	5.93	5.95	4.6	7.6	58.8	0.739	18.51	0.843	5.05	17.46	21.44	7.31	33.0	28.5	33.0	28.5	764.0	7.04	8.52	364	10274
	4000	8.04	13.68	40	6.33	6.28	6.33	6.31	5.6	8.2	57.7	0.697	19.63	0.795	4.70	16.25	21.16	6.81	33.0	28.5	33.0	28.5	764.0	7.11	8.44	368	9562
90%	4000	10.15	15.37	35	5.01	5.09	5.50	5.13	5.4	9.8	32.5	0.932	16.49	0.946	5.95	20.58	20.03	8.62	31.5	28.0	31.5	28.0	762.5	6.76	8.88	389	12105
	4000	10.66	15.75	35	5.11	5.15	5.12	5.12	5.4	9.6	32.2	0.935	16.85	0.926	5.95	20.58	19.97	8.62	31.5	28.0	31.5	28.0	762.5	7.23	8.30	390	12105
	4000	10.44	15.58	35	5.25	5.27	5.31	5.28	6.2	10.2	32.4	0.905	17.23	0.905	5.95	20.58	20.63	8.62	31.5	28.0	31.5	28.0	762.5	7.02	8.55	378	12105
	4000	10.17	15.38	37	5.12	5.17	5.14	5.14	5.6	9.5	59.9	0.849	18.11	0.861	5.85	20.23	21.61	8.47	33.0	28.0	33.0	28.0	764.0	6.31	9.51	361	11901
	4000	10.17	15.38	40	5.27	5.27	5.31	5.28	6.0	9.8	58.8	0.829	18.56	0.840	5.75	19.88	21.77	8.33	33.0	28.0	33.0	28.0	764.0	6.34	9.46	358	11698
	4000	10.17	15.38	40	5.55	5.54	5.54	5.54	7.1	10.4	58.1	0.789	19.49	0.801	5.40	18.67	21.46	7.82	33.0	28.0	33.0	28.0	764.0	6.37	9.42	363	10986
	4000	10.17	15.38	40	5.67	5.68	5.65	5.67	7.8	10.6	54.0	0.781	19.70	0.792	5.30	18.33	21.29	7.68	31.5	28.0	31.5	28.0	762.5	7.04	8.53	366	10782

ตาราง ง-7 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบ mixture loop test กับเครื่องยนต์สองจังหวะ Daihatsu 9KX-356cc. ที่ความเร็วรอบ 4000 rev/min กับเชื้อเพลิง LPG

% mass air	Speed	P diff in. H2O	ma (g/sec)	Adv(BTDC)	consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	A/F	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	h _{ih} (%)	Pb (kW)	Cooling cond.		Ambien condition			Lube oil (sec)	flow (cc/min)	bsfc(g/kW-hr)	bmep (N/m ²)
					t ₁	t ₂	t ₃	t _{avg}	P _{in} (H ₂ O)	P _{out} (H ₂ O)	T _m (°C)								T _{ih} (°C)	T _{out} (°C)	T _{ih} (°C)	T _{wh} (°C)	P _a (mmHg)				
					100%	4000	12.35	16.95	40	4.75	4.75								4.65	4.72	5.4	10.4	31.5				
	4000	11.2	16.14	40	4.73	4.73	4.75	4.74	5.4	10.4	32.0	1.011	15.96	0.977	6.45	22.30	20.01	9.34	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.20	9.69	390	13122
	4000	11.42	16.30	40	4.81	4.81	4.87	4.83	4.9	10.0	32.3	0.992	16.43	0.949	6.45	22.30	20.40	9.34	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.25	9.60	382	13122
	4000	10.72	15.79	40	4.97	4.97	5.03	4.99	5.5	10.0	32.0	0.960	16.46	0.948	6.40	22.13	20.92	9.27	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	7.01	8.56	373	13020
	4000	12.04	16.74	37	4.84	4.86	4.87	4.86	6.4	11.0	56.5	0.907	18.45	0.846	6.20	21.44	21.44	8.98	32.0	27.0	32.0	27.0	762.0	6.98	8.59	364	12613
	4000	12.04	16.74	40	4.98	5.00	5.01	5.00	7.6	11.4	55.5	0.882	18.98	0.822	6.10	21.09	21.70	8.84	32.0	27.0	32.0	27.0	762.0	6.89	8.71	359	12410
	4000	12.04	16.74	40	5.12	5.17	5.14	5.14	10.0	13.6	53.1	0.858	19.50	0.800	5.90	20.40	21.57	8.55	32.0	28.0	32.0	28.0	762.5	6.60	9.09	361	12003
	4000	12.04	16.74	40	5.37	5.37	5.40	5.38	12.0	14.8	53.0	0.816	20.50	0.761	5.50	19.02	21.13	7.97	32.0	28.0	32.0	28.0	762.0	6.61	9.08	369	11189

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-8 แสดงผลการทดสอบที่ค่า Optimum performance เมื่อใช้ LPG ของเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. ที่รอบต่างๆ ที่ตำแหน่ง MBT

Speed	% mass air	P diff (AirFlow)	ma (g/sec)	Advance angle (Drr)	Fuel consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	%h _h	Cooling		Ambiern condition			bmf (g/kW-hr)	bmep
					t1	t2	t3	tavg	P(in)	P(out)	T(in)						Tin (°C)	Tout (°C)	Tdb (°C)	Twb (°C)	Pa (mmHg)		
2000	50	0.94	4.68	33	19.78	19.82	19.82	19.81	0.4	0.7	37.9	0.240	0.801	2.25	7.78	14.70	60.0	63.3	32.0	28.0	763.5	530	2289
2000	60	1.3	5.50	35	15.86	15.88	15.86	15.87	0.6	1.0	31.7	0.306	0.868	3.00	10.37	15.38	57.4	60.3	32.0	28.5	763.5	507	3052
2000	70	1.83	6.52	37	13.88	13.91	13.86	13.88	1.0	1.5	40.9	0.338	0.809	3.40	11.76	15.75	62.3	65.8	32.0	27.5	763.0	495	3458
2000	80	2.43	7.46	37	12.33	12.35	12.35	12.34	1.30	1.95	41.6	0.385	0.806	3.90	13.40	15.77	62.7	66.7	32.0	27.8	763.3	495	3942
2000	90	3.03	8.40	37	10.78	10.78	10.84	10.80	1.6	2.4	42.3	0.432	0.804	4.35	15.04	15.78	63.0	67.6	32.0	28.0	763.5	494	4425
2000	100	3.65	9.21	37	9.47	9.44	9.43	9.45	1.8	2.8	44.4	0.491	0.831	5.15	17.81	16.46	63.7	70.5	30.0	26.0	763.5	474	5239
2500	50	1.86	6.58	35	13.44	13.44	13.56	13.48	1.2	2.0	42.7	0.346	0.821	3.35	11.58	19.72	65.2	71.0	30.0	28.5	764.0	395	4430
2500	60	2.68	7.90	35	10.67	10.67	10.67	10.67	1.4	2.0	46.2	0.432	0.854	4.35	15.04	20.52	67.2	74.0	31.3	28.5	763.5	380	5752
2500	70	3.65	9.21	35	8.75	8.85	8.81	8.80	1.4	2.2	48.7	0.520	0.880	5.30	18.33	20.79	69.6	76.9	33.0	28.0	763.5	375	7009
2500	80	4.75	10.51	37	8.15	8.13	8.15	8.14	2.0	3.2	42.2	0.573	0.851	5.70	19.71	20.28	68.1	74.6	31.0	27.0	764.0	384	7537
2500	90	6.03	11.84	40	6.78	6.80	6.81	6.80	3.0	4.4	50.4	0.667	0.878	6.10	21.09	18.65	68.5	75.4	31.0	28.5	763.0	418	8066
2500	100	7.38	13.10	40	6.37	6.42	6.43	6.41	3.2	6.3	33.4	0.748	0.891	6.40	22.13	17.44	67.1	72.0	32.0	28.5	763.0	447	8463
3000	60	2.76	8.01	35	10.22	10.26	10.29	10.08	1.6	2.5	47.1	0.456	0.888	3.00	10.37	15.48	69.8	76.3	30.0	27.5	761.5	504	4577
3000	70	3.75	9.34	35	8.62	8.71	8.72	8.68	2.2	3.5	48.2	0.527	0.880	3.55	12.28	15.86	70.2	77.6	31.0	27.0	762.0	492	5417
3000	80	4.98	10.76	35	7.50	7.55	7.49	7.51	2.8	4.6	51.7	0.601	0.871	4.20	14.52	16.44	72.5	79.6	30.5	26.8	762.0	474	6408
3000	90	6.2	12.01	37	6.54	6.55	6.53	6.54	3.6	6.1	53.3	0.685	0.890	4.65	16.08	15.96	71.3	78.5	30.0	27.0	761.5	488	7095
3000	100	7.28	13.01	38	6.46	6.47	6.50	6.48	4.4	7.0	30.5	0.745	0.893	5.00	17.29	15.79	62.2	68.8	31.0	27.0	761.0	494	7629
3500	60	3.11	8.51	38	9.80	9.79	9.79	9.79	1.3	2.6	33.3	0.492	0.902	3.65	12.62	20.37	68.7	73.9	31.0	27.0	762.0	383	6497

ตารางที่ ง-8 แสดงผลการทดสอบที่ค่า Optimum performance เมื่อใช้ LPG ของเครื่องยนต์ Daihatsu รุ่น ZM-9XK 356 cc. ที่รอบต่างๆ ที่ตำแหน่ง MBT

Speed	% mass air	P diff (AirFlow)	ma (g/sec)	Advance angle (Dre)	Fuel consumption 2.5 litres. (Sec)				gas meter			mf(g/sec)	f	Tb (kg)	Tb(N-m)	% η_{th}	Cooling		Ambiern condition			bsfc(g/kW-hr)	brnep
					t1	t2	t3	tavg	P(in)	P(out)	T(in)						Tin (°C)	Tout (°C)	Tdb (°C)	Twb (°C)	Pa (mmHg)		
3500	70	4.23	9.92	38	8.27	8.28	8.29	8.28	2.0	3.6	33.6	0.580	0.913	4.35	15.04	20.58	65.2	69.4	31.0	27.0	765.5	379	7743
3500	80	5.51	11.32	38	7.05	7.03	7.01	7.03	2.4	4.6	32.8	0.685	0.943	5.10	17.64	20.45	65.6	70.5	31.0	30.5	762.5	381	9079
3500	90	7.05	12.73	37	6.33	6.36	6.29	6.32	3.25	6.30	32.4	0.77	0.944	5.60	19.36	20.01	68.0	72.9	31.5	29.0	764.0	390	9969
3500	100	8.58	14.13	35	5.60	5.69	5.56	5.62	4.1	8.0	32.0	0.856	0.945	6.10	21.09	19.57	70.4	75.2	32.0	27.5	765.5	398	10859
4000	70	6.15	11.96	37	6.61	6.67	6.61	6.63	3.4	5.6	50.5	0.683	0.890	4.65	16.08	21.37	68.6	73.5	32.0	28.5	764.5	365	9460
4000	80	8.04	13.68	37	5.73	5.76	5.75	5.75	4.2	7.2	58.6	0.766	0.874	5.30	18.33	21.71	75.8	81.3	32.5	28.5	764.0	359	10782
4000	90	10.17	15.38	40	5.27	5.27	5.31	5.28	5.5	9.8	58.8	0.830	0.842	5.75	19.88	21.74	74.6	79.8	33.0	28.0	764.0	359	11698
4000	100	10.72	15.79	40	4.97	4.97	5.03	4.99	6.0	10.0	32.0	0.958	0.947	6.40	22.13	20.95	68.0	73.0	32.0	28.0	762.0	372	13020

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสิทธิโชค ผูกพันธุ์ เกิดเมื่อวันที่ 27 เดือนธันวาคม พุทธศักราช 2515 ที่เขตราชเทวี จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2537 เข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2541



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย