รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมขนส่งทางบก ฝ่ายสถิติการขนส่ง กองวิชาการและวางแผน . สถิติการขนส่งปี 2534.

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. หลักเคมี 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2526

พูลพร แสงบางปลา. ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

สมชาย จันทร์ชาวนา. หลักการทำงานและประสิทธิภาพของ Catalytic Converter. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "การควบคุมผลภาวะจากไอเสียรถยนต์" , 2535.

ภาษาอังกฤษ

Amann , C.A. Control of the Homogeneous-Charge Passenger-Car Engine. Defining the Problem. SAE paper 801440 , 1980.

Harned , John L. Analytical Evaluation of a Catalytic Converter System. Engineering Staff, General Motors Corporation.

Heywood , Hohn B. Internal combustion engine fundamentals. McGraw-Hill series in mechanical engineering , 1988.

Howitt , John So. Advance in Automotive Catalysts Supports. Catalysis and Automotive Pollution Control 1987. Elsevier Science Publishers B.V. , Amsterdam

Kummer , J.T. Catalysts for Automobile Emission Control. Prog Energy Combust. Sci , Vol.6 , pp. 177-199 , 1981

หนังสืออ้างอิง (ต่อ)

Mohdt , JR. Adapting the Heat and Mass Transfer Analogy to Model Performance of Automotive Catalytic Converters. Transactions of the ASME, Vol. 109 ,pp. 200-206 ,April , 1987.

Paul Day, J and Socha , Louis S , Jr. The Design of Automotive Catalyst Supports for Improved Pressure Drop and Conversion Efficiency. SAE paper # 910371 , 1991.

Petters , S., Kaiser , F.W. , and Maus, W. The Development and Application of a Metal Supported Catalyst for Porche's 911 Carrera 4. SAE paper # 890488 , 1989.

Schwochert, H.W. Performance of a Catalytic Converter on Nonleaded Fuel. Paper 690503 presented at SAE Mid-Year Meeting ; Chicago , May 1969

Siede , L.G. Catalytic Converter Developments. AC Rochester Australia, Ltd.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

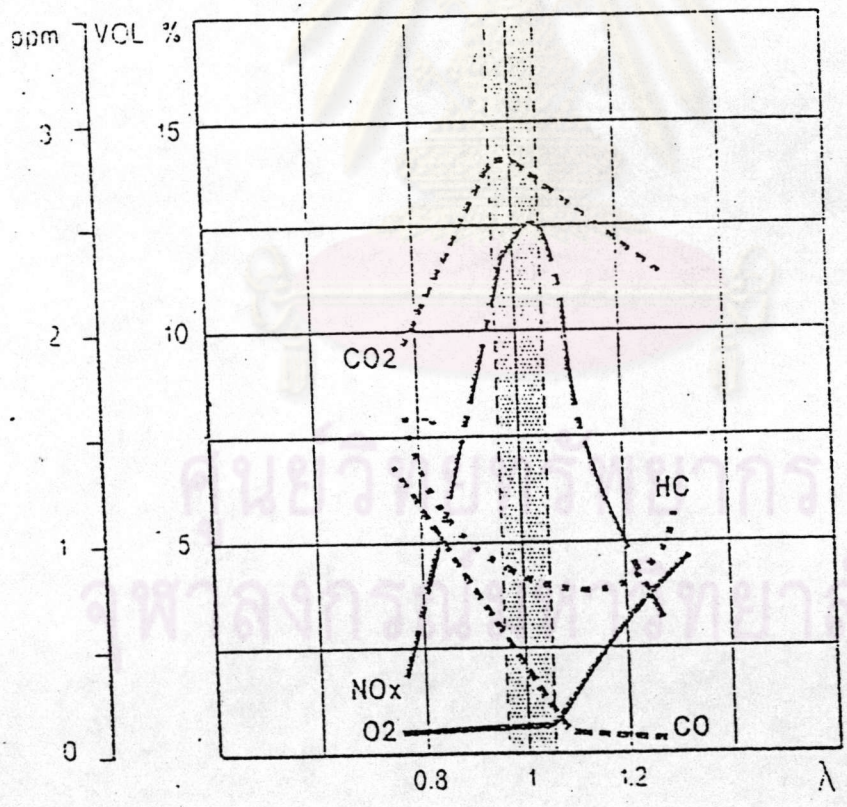
ภาคผนวก ก. คู่มือเครื่องมือวัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANALIZZATORE GAS DI SCARICO
EXAUST GAS ANALYZER
ANALYZEUR DU GAZ D'ECHAPPEMENT

CO / HC

mod. 483



ISTRUZIONI D'USO
OPERATION INSTRUCTIONS
INSTRUCTION POUR L'EMPLOI

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Tecnotest® s.r.l.
GARAGE EQUIPMENT PRODUCTION

"Two gases" can be used for the infrared analysis of the exhaust gases of Otto cycle engines.
A check on CO/HC outlet values is currently essential if an engine is to be correctly set up or in order to diagnose possible operative malfunctions.
Unless outlet values are correctly regulated, it is absolutely impossible to obtain a good engine performance, particularly when the engine is equipped with electronic injection.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

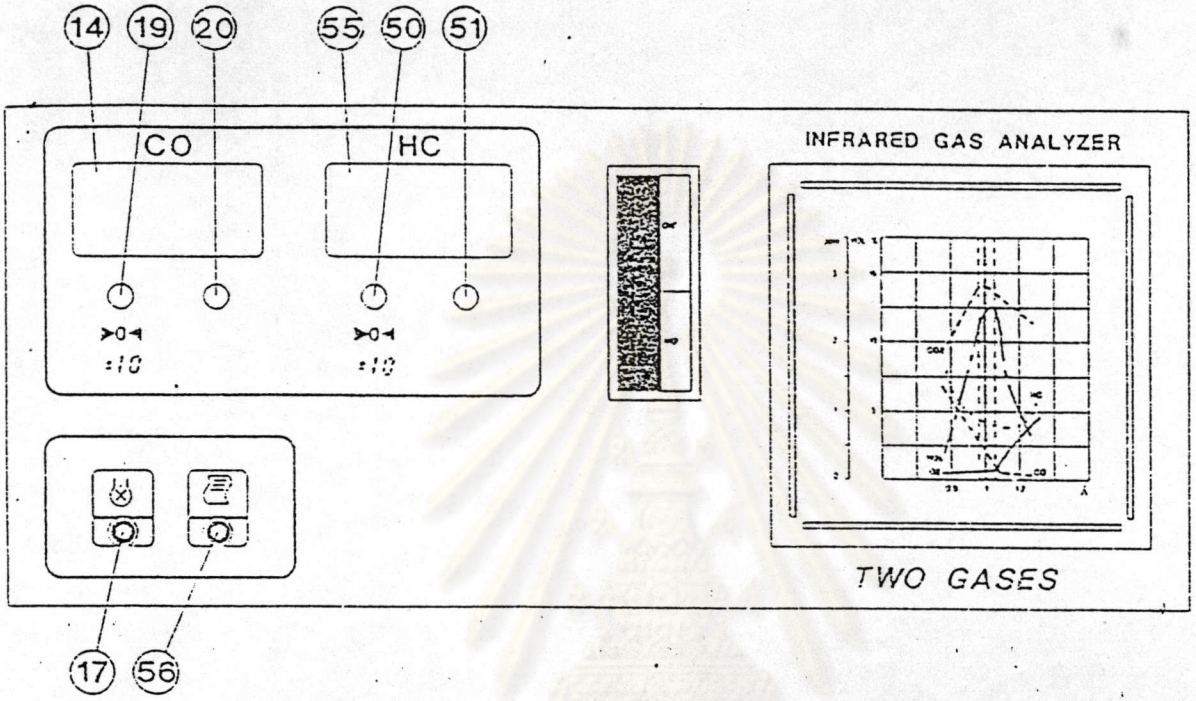
Field of measurement:	CO 0 to 9.99% Vol, res. 0.01 HC 0 to 10000 ppm res. 1
Operative temperature:	+5° to +40°C (+ -2)
Pressure variation:	max. error 0.2% for variations of 5 kPascal
Measuring gas intake:	8 l/min (approx)
Flow check:	With external flow
Leak test:	Manual
Condensate discharge:	Automatic
Response time:	<10 sec. (wave length 3 m)
Heating time:	max. 15 minutes

Power supply: 220V +/- 15% - 50 Hz - 100 W automatic signal with error code print-out for > +/- 15% variations

Zero-setting:	Manual
Calibration:	Manual
Printer:	24 col.
Dimensions:	400 x 200 x 350 mm
Weight:	12 Kg (approx)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

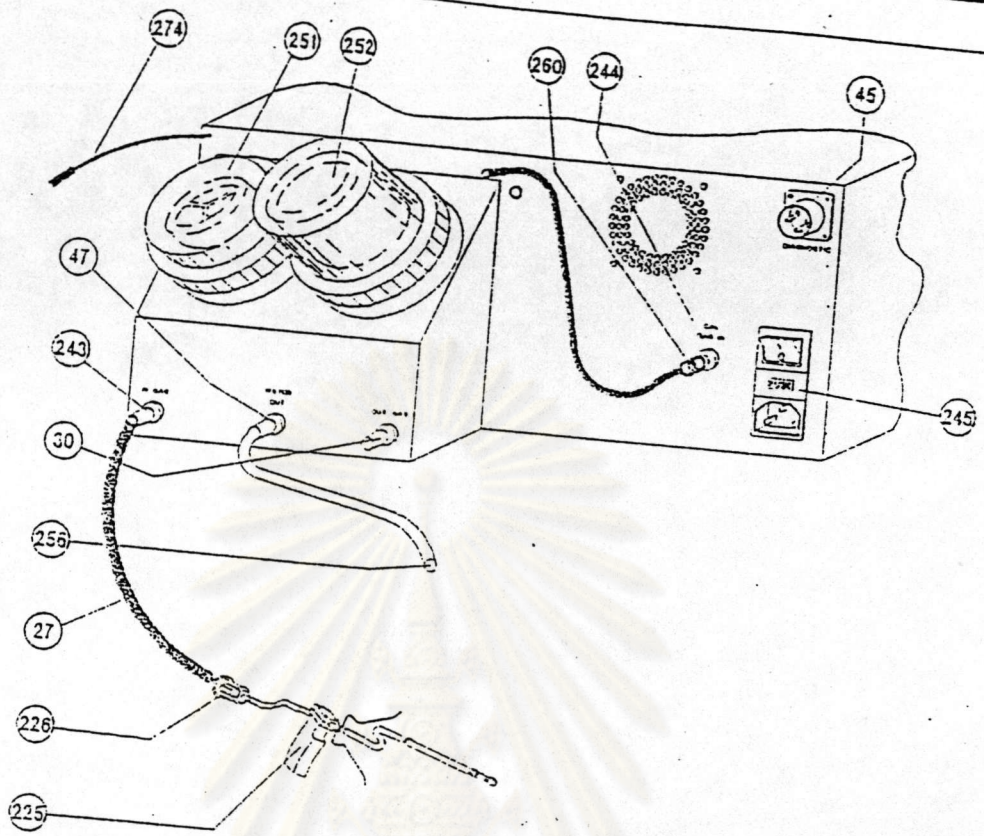
FRONTAL VIEW OF THE INSTRUMENT

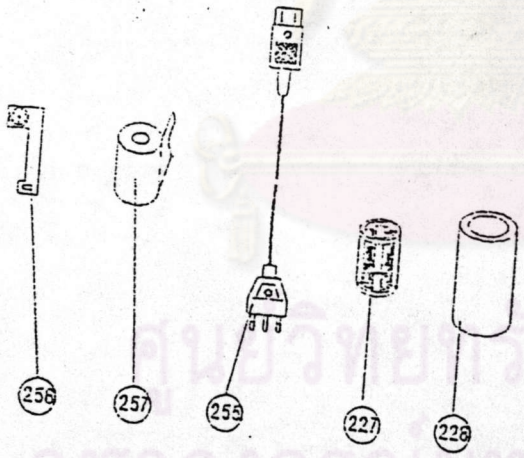


14 - CO DISPLAY
17 - PUMP START KEY
19 - ZERO CALIBRATION (CO)
20 - SPAN CALIBRATION (CO)
50 - ZERO CALIBRATION (HC)
51 - SPAN CALIBRATION (HC)
55 - HC DISPLAY
56 - PRINTER KEY

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VIEW OF THE INSTRUMENT





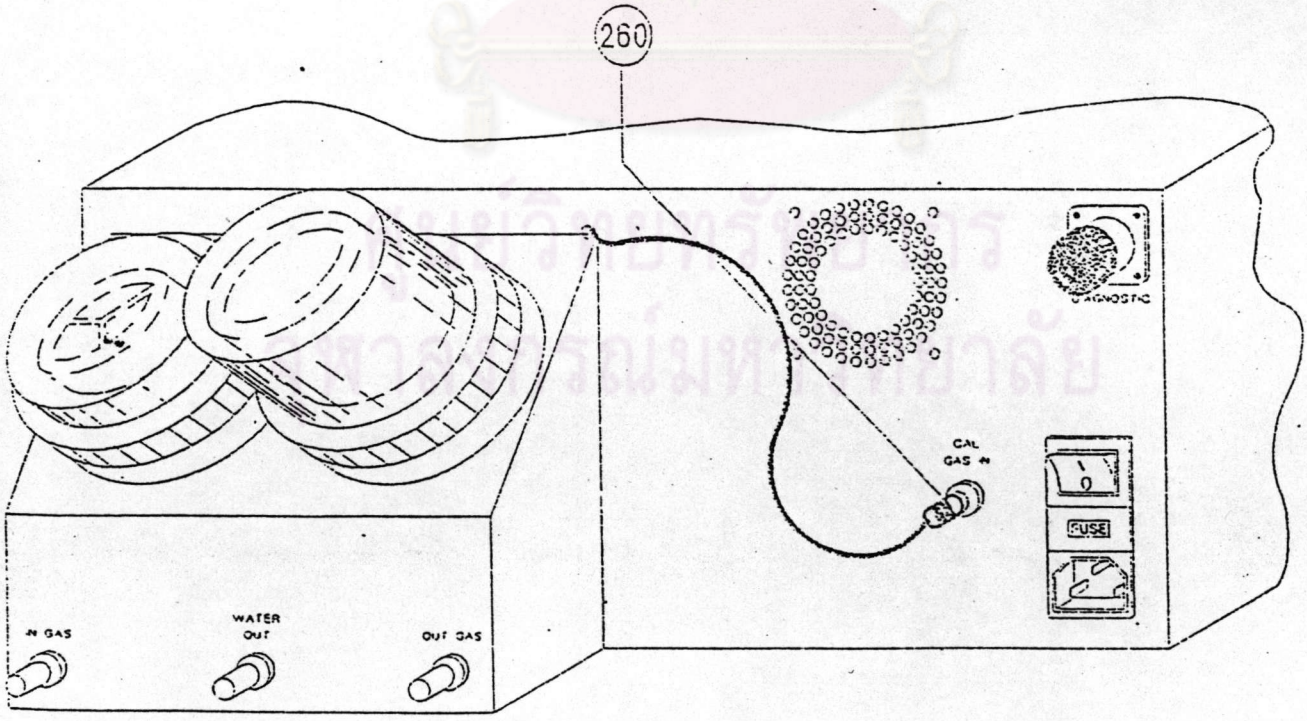
LIST OF ACCESSORIES

30 -GAS EXHAUST FITTING
47 -CONDENSATE OUTLET FITTING
242 -AIR INTAKE FITTING
244 -CALIBRATION GAS INTAKE FITTING
245 -220V TAP WITH FUSE
251 -SHORT TRANSPARENT CUP
252 -LONG TRANSPARENT CUP
259 - DIAGNOSIS TAP
260 - "CAL GAS" CLOSING PLUG
45 - DIAGNOSTIC TAP

27 -SAMPLE-TAKING GAS PIPE
225 -SAMPLE TAKING PROBE
226 -OUTWARD TRANSP. PREFILTER (2 PCS)
227 -CONDENS SEPARATOR FILTER (3 PCS)
228 -COALESCENCE CARTRIDGE (1 PCS)
255 -NETWORK CABLE
257 -ROLL OF PRINTER PAPER (2 PCS)
256 -CONDENSATE DISCHARGE PIPE
258 -INKED CARTRIDGE (1 PCS)
274 - SEAL TEST PLUG

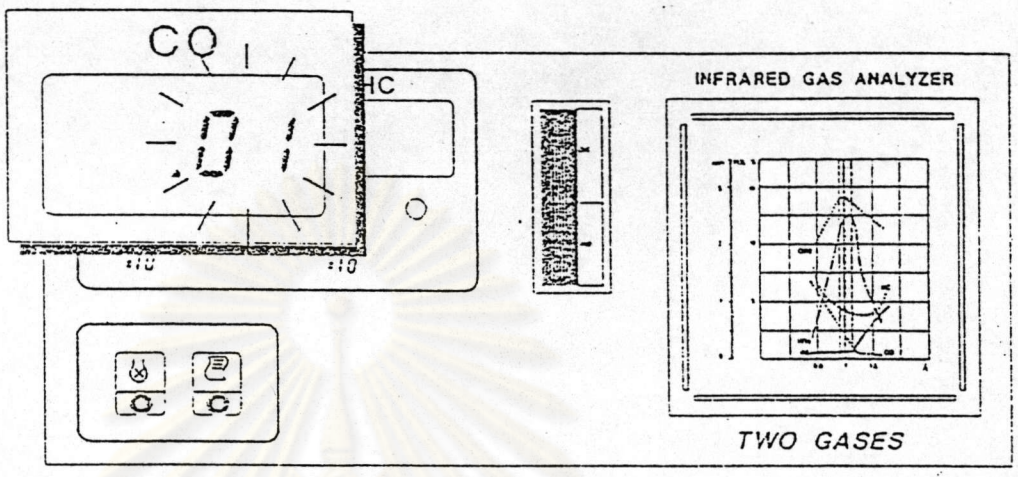
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Unwrap the instrument and check that the accessories correspond to the list (see previous page).
Mount the instrument on the relative wheeled stand (optional) using the accessories supplied with the stand itself.
- If the wheeled stand is not supplied, position the analyzer on a flat surface taking care to keep a distance of 30 cm between the back of the instrument and any obstructions. This will ensure correct cooling and fan operation.
Also take care to prevent the air intake fitting (242) from being positioned near a polluting gas outlet source (eg. stoves, ovens).
- Insert the tube (256) on the condensate outlet fitting (47) in order to convey this away from the instrument.
- Mount the sample gas bottle if used (see page 1.16).
- Connect the sample taking probe and the network cable (checking that the tap value is 220V 50Hz with central ground connection).
- Now proceed with the operations described on the following pages.



NOTE: If you don't have a sample gas bottle do not remove the plug (260).

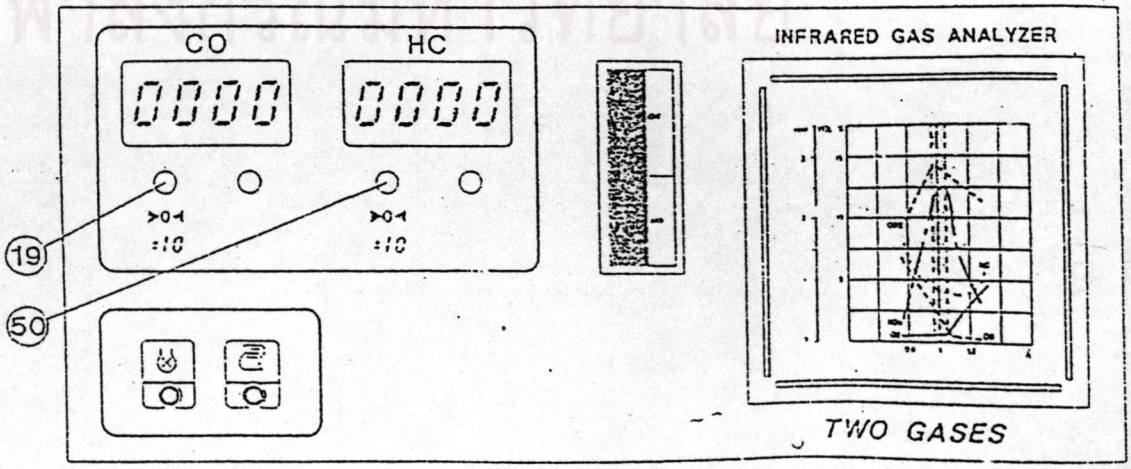
HEATING TIME

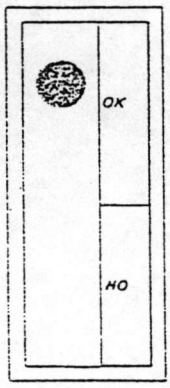


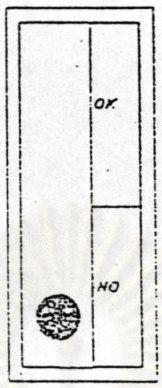
As soon as the instrument is switched on (ON/OFF key at the rear), code "01" will appear on the display (52) to indicate the warming-up phase. This lasts about 10 minutes.
At the end of the warming-up phase, the analyzer will indicate code "03" (stand-by). Just press the pump key (17) to use the instrument.

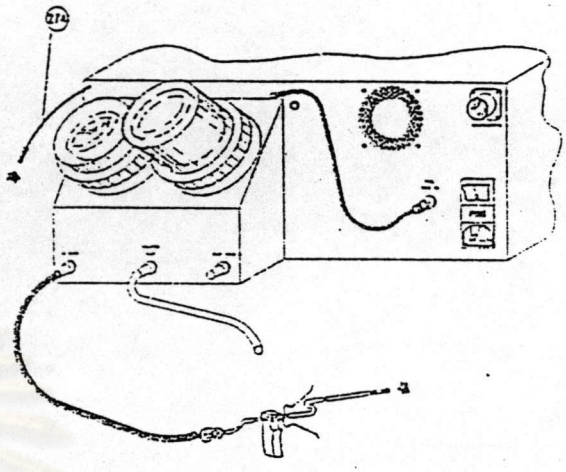
ZERO SETTING

If the CO and HC values differ from "0" when the gas sampling probe is disconnected from the exhaust pipe, adjust the instrument by delicately turning the respective potentiometer (19 and 50) to the right or left, using a screwdriver.









The leak test is carried out in order to check that there are no air infiltrations in the intake circuit of the instrument since these could invalidate the result of the gas analysis.
To conduct the test, fit the relative plug (274) into the gas inlet fitting indicated by the arrow. Now engage te pump and check that the flow indicator is in the "PROBE COMPLETELY BLOCKED" position (see next paragraph). If this is not the case, check that the sampling tube and probe are in a good condition and that the ring nute of the filters are well tightened..

FLOW MONITORING

Figure A shows normal operation. The ball is, in fact, in the "OK" zone.
Figure B shows the position the indicator ball assumes when the probe or tube are partially blocked. In this case, blow compressed air through the sampling pipe pointing the air flow towards the probe and after having detected the pipe itseif from the fitting (243).
If the probe or pipe are completely blocked, the ball will remain stationery at the bottom of the flowmeter.

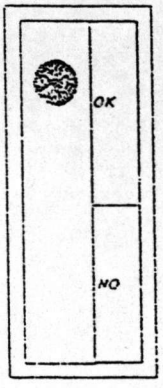


FIG. A

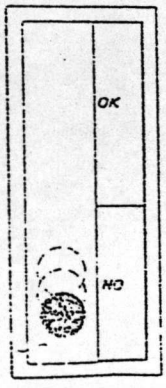
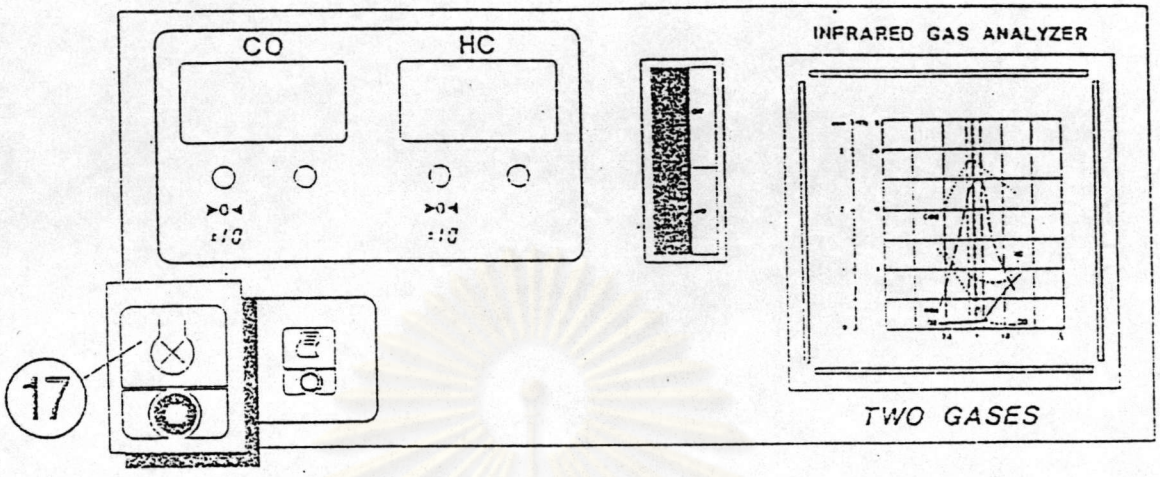


FIG. B

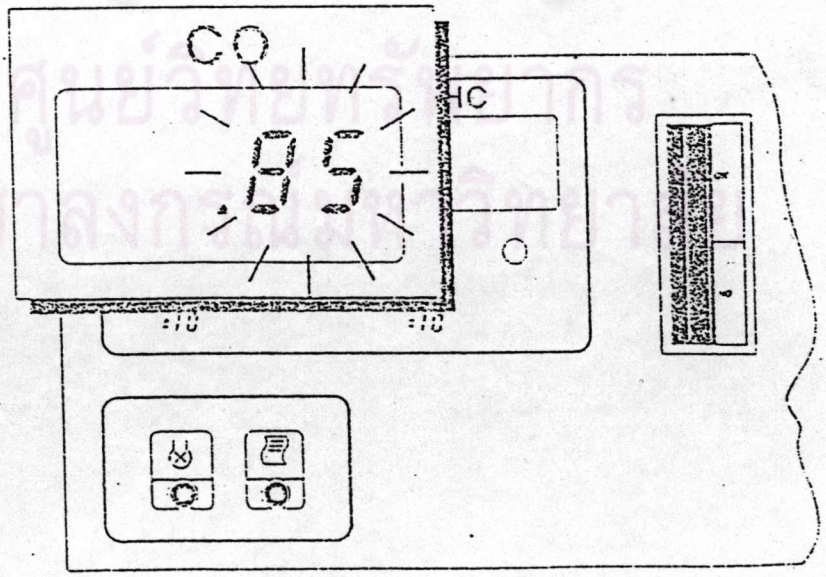
PUMP ENGAGEMENT AND STARTING THE ANALYZER



Once in the stand-by condition, pump engagement is achieved by digiting key (17). To switch off, just press the pump key again, thus returning the instrument to stand-by mode (code "03").

POWER SUPPLY VOLTAGE

The power supply voltage is a very important factor for the correct operation of the instrument. It is therefore necessary to include adequate systems to warn the operator when the power supply is faulty. If the voltage should exceed the permissible limits (220 V ± 15%), the eror will be signalled by code "85" on the CO display.



If code "85" appears during the test, this latter must be repeated after the power supply to the instrument has returned to normal values.

Once the preliminary operations have been carried out, check that:

- The ambient temperature is between +5° and +30° degrees C.
- That environmental pressure is greater than 920 mbar.
- That the vehicle exhaust is tight. This condition should be checked by hermetically blocking the exhaust while the engine is idling without noticing subsequent gas leaks from the exhaust pipe joints.
- Check that the values pertaining to:
  the idling running rate
  the dwell angle
  the firing angle
  valve play

  are those given by the manufacturer.
- That the temperature of the engine oil is over 60° degrees C.
- That the cold start devices (automatic or manual) are disengaged.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ไอเสียโดยวิธี INFRARED ANALYZER

การวิเคราะห์ไอเสียโดยวิธี INFRARED ANALYZER นี้ ทำได้โดยอาศัยหลักการที่ว่า ก๊าซที่มีมวลอะตอมต่างกัน จะดูดกลืนพลังงานอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน และพลังงานที่ดูดกลืนไปก็จะไปเพิ่มอุณหภูมิและความดันให้กับก๊าซที่ดูดกลืนพลังงานไป

พิจารณาแผนภาพของอุปกรณ์นี้ จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์วิเคราะห์นี้ ประกอบไปด้วย

1. เซลล์อ้างอิง (REFERENCE CELL) ซึ่งข้างในจะมีอากาศที่อุณหภูมิห้องอยู่เต็มไปหมด
2. เซลล์ตัวอย่าง (SAMPLE CELL) ซึ่งจะมีของผสมของก๊าซที่จะทำการวิเคราะห์ไหลผ่าน
3. เซลล์ตรวจจับ (DETECTOR CELL) ข้างในจะเต็มไปด้วยก๊าซที่จะทำการวัด เช่น CO_2 เป็นต้น

ในตัวของเซลล์ตรวจจับนี้ จะแบ่งออกเป็นสองส่วน (COMPARTMENT) โดยมี DIAPHRAGM ที่ตอบสนองต่อความดัน (PRESSURE RESPONSIVE DIAPHRAGM) คั่นกลางอยู่

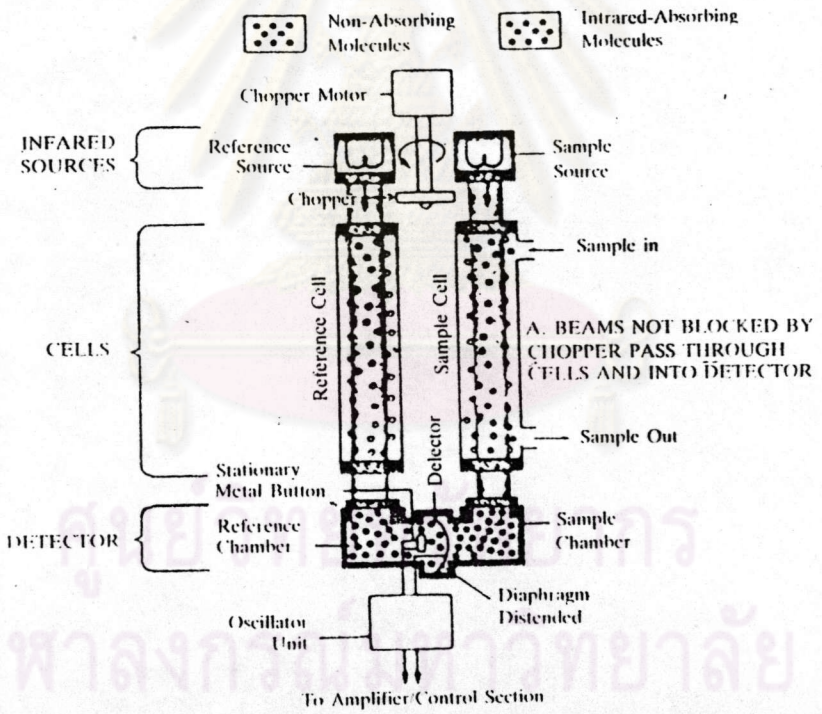
หลักการทำงาน

ในตอนแรก เราให้ SAMPLE CELL เต็มไปด้วย ROOM AIR เหมือนกับ REFERENCE CELL ก่อน พลังงานที่ DETECTOR CELL จะดูดกลืนไปได้นั้น จะเท่ากันทั้งสองข้างของ DIAPHRAGM ทำให้ค่าที่อ่านได้เป็นศูนย์ คือ DIAPHRAGM จะอยู่นิ่งนั่นเอง (พลังงานจะถูกดูดกลืนได้เฉพาะในบริเวณที่มีแถบดูดกลืน (ABSORPTION BAND) อยู่เท่านั้น)

ต่อมาเมื่อ SAMPLE CELL ถูกต่อเชื่อมไปยังระบบไอเสียของเครื่องยนต์แล้ว ก๊าซไอเสียเช่น CO_2 ก็จะไหลผ่าน SAMPLE CELL และพลังงานอินฟราเรด ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของ CO_2 ก็จะถูกดูดกลืนใน SAMPLE CELL ดังนั้น พลังงานที่น้อยกว่าก็จะถูกส่งผ่านไปยังด้านตัวอย่างของ DETECTOR CELL (เทียบกับพลังงานที่ได้รับทางด้านอ้างอิง)ดังนั้นก็จะทำให้ความดันทางด้านตัวอย่างของ DETECTOR CELL ต่ำลง ทำให้ DIAPHRAGM เคลื่อนที่ไปยังด้านที่ความดันต่ำกว่า ซึ่งการเคลื่อนที่นี้ก็จะถูกขยายโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และจะถูกป้อนไปยังเครื่องบันทึกหรือ INDICATOR อีกที

ระบบทั้งหมดจะถูกปรับเทียบโดยการวิเคราะห์ของผสมตัวอย่าง ซึ่งเรารู้ค่าของปริมาณก๊าซพิษนั้นแน่นอนแล้ว (อาจจะได้โดยวิธี ORSAT ANALYSIS) และ PLOT ค่าเปอร์เซ็นต์ของก๊าซพิษนั้นกับระบบการวัด (DEFLECTION UNIT) ของ INDICATOR ซึ่งอาจมีปัญหาได้ถ้าก๊าซพิษตัวอื่นนั้น มีอัตราการดูดกลืนพลังงานในแถบที่ใกล้เคียงกัน

ในการที่เราจะวัดก๊าซไอเสียใด ๆ นั้น จะต้องมีก๊าซที่จะต้องการวัดอยู่ใน DETECTOR UNIT ให้เต็มเสียก่อน จึงจะทำการวัดก๊าซไอเสียตัวนั้น ๆ ได้



เครื่อง NDIR ขณะที่มีการฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดบรรจุก๊าซ

ภาคผนวก ข. ตัวอย่างการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.
การคำนวณ

รายการคำนวณการทดลองสมรรถนะของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน เมื่อติดตั้งและไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน ซึ่งการคำนวณทั้งสองกรณีเหมือนกัน เพียงแต่กรณีที่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน เพิ่มเติมประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร CO และ HC การคำนวณใช้ข้อมูลที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที กรณีติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชันภาวะของเครื่องยนต์ 22.0 kg ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลอยู่ในตารางที่ ง-8

ข.1 <u>การคำนวณกำลังม้าเบรค และ แรงบิดของเครื่องยนต์</u>

<u>จากข้อมูล</u> ภาระ = 22.0 kg

จากสมการ (3-1) $bhp = \frac{P.N}{2000}$

$= \frac{22.0 \times 2000}{2000}$ kw

∴ กำลังม้าเบรค = 22.0 kw

จากสมการ (2-9) $T = \frac{bhp}{2\pi N}$

$= \frac{22.0 \times 60 \times 1000}{2\pi \times 2000} \left(\frac{N-m}{sec}, \frac{sec}{rad}\right)$

∴ แรงบิด = 84.03 N-m

ข.2 <u>การคำนวณความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง</u>

<u>จากข้อมูล</u> ช่วงเวลาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาตร 50 cc ใช้เวลา 19.28 และ 19.46 sec

ช่วงเวลาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อ 50 cc เป็น $= \frac{19.28 + 19.46}{2}$ sec

$= 19.37$ sec

จากสมการ (2-1) $\mathring{V}_f = \frac{\Delta V_f}{\Delta t}$

$= 50 \times 10^{-3}$ (l) $\times \frac{1}{19.37}$ sec

∴ ความสิ้นเปลืองน้ำมัน = 0.002581 l/sec

ความหนาแน่นของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วเป็น 0.7372 kg/m ที่อุณหภูมิห้อง

จากสมการ (2-2) $\dot{m}_f = \frac{\Delta m_f}{\Delta t} = \rho_f \dot{V}_f$

$= 0.7372 \times 0.002581$

∴ ความสิ้นเปลืองน้ำมัน $= 0.001618$ kg/sec

การคำนวณความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ

จากสมการ (2-3) $bsfc = \frac{\dot{m}_f}{bhp}$

$= \frac{0.002581}{22.0} \times 3600 \left(\frac{kg}{sec}, \frac{1}{kw}, \frac{sec}{hr} \right)$

∴ ความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ $= 0.241$ (kg/kw-hr)

ข.3 <u>ความสิ้นเปลืองอากาศ</u>

จากสมการ (2-4) $\dot{V}_a = C_1 h$

$= \frac{31.1}{36} \times 23.2$

$= 20.04$ l/ sec

จากสมการ (2-5) $\dot{m}_a = \rho_a \dot{V}_a$

ที่อุณหภูมิห้อง 35 °C ความหนาแน่นของอากาศเป็น 0.001458 kg/m^3

$\dot{m}_a = 0.001458 \times 20.04$

∴ ความสิ้นเปลืองอากาศ $= 0.023039$ kg/sec

ข.4 <u>การคำนวณอัตราส่วนผสมของอากาศ-น้ำมัน</u>

จากสมการ (2-6) $A/F = \dot{m}_a / \dot{m}_f$

$= 0.023039/0.001903$

∴ อัตราส่วนผสมของอากาศ-น้ำมัน $= 12.11$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.5 <u>การคำนวณประสิทธิภาพเชิงความร้อน</u>

$$\eta_{th} = \frac{E\ out}{E\ in}$$

พลังงานที่สามารถนำไปใช้ , E_{out} = กำลังม้าเบรค

พลังงานที่เข้าในระบบ , $E_{in} = \dot{m}_f \times H.V.$

ค่าความร้อนของน้ำมันเบนซินไร้สารเป็น 44,475.92 KJ/kg

$$E_{in} = 0.001903 \times 44,475.92$$

∴ พลังงานที่เข้าไปในระบบ = 84.64 kw

จากสมการ (2-10) $\eta_{th} = \frac{bhp}{\dot{m}_f \ V.} \times 100$

$$= \frac{22.0}{84.64} \times 100$$

∴ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน = 25.99 %

ข.6 <u>การคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร</u> (Conversion Efficiency)

$$\eta_{conv} \text{ ของ CO} = \frac{CO_i - CO_o}{CO_i} \times 100\%$$

$$= \frac{5.93 - 4.6}{5.93} \times 100\ \%$$

∴ ประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร CO = 22.43 %

$$\eta_{conv} \text{ ของ HC} = \frac{HC_i - HC_o}{HC_i} \times 100\%$$

$$= \frac{200 - 170}{200} \times 100\ \%$$

∴ ประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร HC = 15.00%

ข-7 <u>การหาค่าเฉลี่ยของค่าต่างๆ</u>

การคำนวณค่าเฉลี่ยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยทางเลขคณิต ($x = \Sigma x_i / n$) โดยใช้น้ำหนักของข้อมูลของค่าเฉลี่ยมาหาค่าเฉลี่ยรวม เนื่องจากปริมาณข้อมูลไม่เท่ากัน ซึ่งสมการที่ใช้เป็นดังนี้

$$\bar{x} = \Sigma w_i \bar{x}_i$$

โดยที่ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยทางเลขคณิต

$\bar{x}_i$ = ค่าเฉลี่ยทางเลขคณิตของข้อมูลชุดที่ i

w_i = น้ำหนักของข้อมูลชุดที่ i

<u>ตัวอย่าง</u> การหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิไอเสีย (Texh) ที่ความเร็วรอบ 1000 rpm กรณีไม่ติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย

ข้อมูลดิบ

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
load (kg)	1	2.6	6.7	9.9	13.3	17.2	20.9	22.7	22.9
Texh (^{O}C),x	283	284	320	345	395	395	410	413	404

$\bar{x}_i = (x_{i+1} + x_1) / 2$

$\bar{x}_1 = (x_2 + x_1) / 2 = (283+284) / 2 = 283.5$

w_i = ขนาดข้อมูลชุด i / ขนาดข้อมูลทั้งหมด

$= (Load_{i+1} - Load_1) / (load_n - load_1)$

$= (2.6 - 1) / (22.9 - 1) = 1.6 / 21.9 = 0.073$

i	1	2	3	4	5	6	7	8
x	283.5	302	332.5	370	395	397.5	411.5	408.5
w	0.0731	0.1872	0.1461	0.1553	0.1781	0.1689	0.0822	0.0091
wx	20.724	56.534	48.578	57.461	70.349	67.138	33.825	3.717

$\bar{x} = \Sigma w_i \bar{x}_i$

$=20.724+56.534+48.578+57.461+70.349+67.138+33.825+3.717 = 358.326$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิไอเสียเป็น 358.326 ^{O}C

ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของค่าต่างๆ ที่คำนวณได้

Speed	bsfc (kg/kw-hr)	η_{th} (%)	Texh (^{O}C)	CO (% by volume)	HC (ppm)	Fuel (l/hr)	Air (l/hr)
1000 (w/o)	0.520744	20.504	358.33	1.949	224.68	2.931	27.506
1000 (with)	0.583635	19.188	367.19	3.600	341.30	3.045	27.266
1500 (w/o)	0.453790	22.287	497.78	1.560	133.91	4.220	45.288
1500 (with)	0.533769	20.258	520.66	1.522	114.11	4.378	44.985
2000 (w/o)	0.374808	22.128	593.14	1.016	43.224	6.082	64.131
2000 (with)	0.433704	21.579	603.90	0.725	28.154	6.050	65.705
2500 (w/o)	0.407984	22.960	603.95	2.130	73.826	7.369	74.792
2500 (with)	0.42227	22.490	689.37	0.985	54.295	7.534	76.972
3000 (w/o)	0.337429	25.749	645.80	1.449	64.032	8.801	92.210
3000 (with)	0.338039	25.700	683.18	0.410	16.558	8.804	93.984

ข-9 สมการแนวโน้มของค่าต่างๆ, ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlatin Coefficient, R) และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (Standard deviation, S)

1000 rpm w/o converter

	สมการแนวโน้ม	R	S
t	y = -0.0241x3 + 0.6482x2 + 3.5251x + 275.17.	0.9908	7.287906
co	y = 0.0019x3 - 0.063x2 + 0.5303x + 1.141	0.5802	1.929641
hc	y = 0.0639x3 - 1.8529x2 + 13.831x + 190.58	0.6610	46.56352
fuel	y = 6E-05x3 - 0.0022x2 + 0.1443x + 1.4257	0.9914	0.137368
bsfc	y = -0.0008x3 + 0.0365x2 - 0.5088x + 2.502	0.9572	0.217185
air	y = -0.0026x3 + 0.0878x2 + 0.4926x + 13.728	0.9988	0.510031
a/f	y = -0.0015x3 + 0.0525x2 - 0.4012x + 12.666	0.6548	0.679827
eff	y = 0.0018x3 - 0.113x2 + 2.9181x + 0.852	0.9949	1.029354
1000 rpm with converter			
t	y = 0.0147x3 - 0.7937x2 + 18.582x + 247.46	0.9936	6.8209
co	y = -0.0018x3 + 0.061x2 - 0.4512x + 3.2571	0.4663	1.57299
hc	y = -0.0454x3 + 1.7171x2 - 14.189x + 334.12	0.5460	42.1228
fuel	y = -0.0007x3 + 0.0206x2 - 0.0194x + 1.6712	0.9823	0.1861
bsfc	y = -0.0014x3 + 0.0597x2 - 0.7759x + 3.3526	0.9264	0.38753
air	y = -0.0006x3 + 0.0066x2 + 1.165x + 13.38	0.9945	0.83633
a/f	y = 0.0008x3 - 0.0256x2 + 0.1975x + 11.931	0.3715	0.77158
eff	y = 0.0049x3 - 0.2129x2 + 3.6073x - 0.0593	0.9895	1.3229
1500 rpm w/o converter			
t	y = 0.0002x3 - 0.7896x2 + 25.672x + 333.28	0.9875	9.63941
co	y = 0.0007x3 + 0.021x2 - 0.8777x + 5.5632	0.9629	0.87396
hc	y = -0.0271x3 + 3.123x2 - 61.146x + 363.6	0.9813	22.9452
fuel	y = 0.0005x3 - 0.0144x2 + 0.2422x + 2.2436	0.9967	0.3454
bsfc	y = -0.0006x3 + 0.0286x2 - 0.4214x + 2.198	0.9603	0.14936
air	y = 0.0022x3 - 0.1146x2 + 3.3432x + 17.802	0.9976	1.1155
a/f	y = 0.0003x3 + 0.0038x2 + 0.788x + 10.54	0.9793	0.29767
eff	y = -0.0009x3 - 0.0383x2 + 2.52x + 1.3835	0.9975	0.66087

1500 rpm with converter			
t	y = 0.0417x3 - 2.3787x2 + 40.433x + 344.4	0.9728	14.2942
co	y = -0.0007x3 + 0.0701x2 - 1.1734x + 4.8454	0.9267	0.99681
hc	y = -0.1728x3 + 7.9798x2 - 94.23x + 321.53	0.9412	39.2673
fuel	y = 0.0005x3 - 0.0124x2 + 0.2451x + 2.1844	0.9922	0.21119
bsfc	y = -0.0012x3 + 0.0534x2 - 0.7087x + 3.0668	0.9253	0.35759
air	y = 0.0044x3 - 0.1799x2 + 3.7489x + 19.822	0.9989	0.66032
a/f	y = 0.001x3 - 0.0551x2 + 0.7342x + 12.484	0.9113	0.5739
eff	y = -0.0001x3 - 0.0688x2 + 2.7163x + 1.0271	0.9959	0.82288
2000 rpm w/o convrter			
t	y = 0.0195x3 - 1.2476x2 + 24.444x + 461.15	0.9280	12.7484
co	y = -3E-05x3 + 0.0152x2 - 0.2466x + 0.8626	0.9093	0.74111
hc	y = 0.0248x3 - 0.2304x2 - 2.247x + 12.038	0.9656	22.687
fuel	y = 5E-06x3 + 0.0016x2 + 0.1898x + 3.0073	0.9952	0.85959
bsfc	y = -0.0003x3 + 0.0132x2 - 0.2137x + 1.4183	0.9845	0.34117
air	y = -0.001x3 + 0.0118x2 + 2.4655x + 31.76	0.9980	1.12774
a/f	y = -0.0002x3 - 0.0015x2 + 0.0667x + 14.713	0.8857	0.60539
eff	y = 0.0016x3 - 0.1113x2 + 3.0145x + 1.1331	0.9960	0.85959
2000 rpm with converter.			
t	y = -0.041x3 + 1.1249x2 - 3.1001x + 592.35	0.8960	14.0859
co	y = 0.0006x3 - 0.0072x2 - 0.0308x + 0.2133	0.8200	1.02145
hc	y = 0.0444x3 - 0.9552x2 + 4.9966x - 5.5352	0.9167	28.3259
fuel	y = -2E-06x3 + 0.0048x2 + 0.1371x + 3.2897	0.9879	0.32982
bsfc	y = -0.0004x3 + 0.0192x2 - 0.2888x + 1.697	0.9828	0.06928
air	y = -0.0031x3 + 0.0966x2 + 1.5885x + 35.326	0.9955	1.71247
a/f	y = -0.0004x3 + 0.0026x2 + 0.0643x + 14.647	0.8297	0.65547
eff	y = 0.0019x3 - 0.1317x2 + 3.2679x + 0.0409	0.9916	1.0746
2500 w/o converter			
t	y = 0.0053x3 - 0.0953x2 + 1.1299x + 585.95	0.8378	10.3229
co	y = -0.0006x3 + 0.0209x2 + 0.0086x - 0.163	0.9605	0.52891
hc	y = -0.0326x3 + 0.9839x2 + 2.8446x - 18.945	0.9574	22.6867
fuel	y = 4E-06x3 + 0.0036x2 + 0.2151x + 3.6875	0.9998	0.04247
bsfc	y = -0.0004x3 + 0.0194x2 - 0.2922x + 1.6554	0.9763	0.0791
air	y = -0.001x3 + 0.0761x2 + 1.305x + 44.157	0.9972	1.66732
a/f	y = -4E-06x3 + 0.0042x2 - 0.2058x + 15.711	0.9315	0.34274
eff	y = 0.002x3 - 0.1338x2 + 3.2937x + 0.6712	0.9997	0.26316
2500 rpm with converter			
t	y = -0.0332x3 + 1.3791x2 - 13.976x + 669	0.6923	16.0884
co	y = 0.0002x3 - 0.0081x2 + 0.1902x - 0.4988	0.8055	0.55079
hc	y = 0.0338x3 - 1.536x2 + 23.823x - 58.38	0.7316	35.3428
fuel	y = 0.0005x3 - 0.0153x2 + 0.3778x + 3.7035	0.9980	0.21849
bsfc	y = -0.0004x3 + 0.0191x2 - 0.289x + 1.7018	0.9758	0.07899
air	y = 0.0008x3 + 0.0059x2 + 2.0396x + 45.073	0.9987	1.05219
a/f	y = -0.0009x3 + 0.0347x2 - 0.4422x + 15.807	0.8172	0.45426
eff	y = -9E-06x3 - 0.0578x2 + 2.5482x + 1.557	0.9983	0.50035
3000 rpm w/o converter			
t	y = -0.0063x3 - 0.2223x2 + 13.823x + 532.88	0.9890	4.704777
co	y = 0.0002x3 + 0.013x2 - 0.4074x + 2.8535	0.9631	0.484478
hc	y = 0.0148x3 + 0.1739x2 - 12.151x + 119.8	0.9648	14.20303
fuel	y = 2.3E-4x3 - 3.8e03x2 + 0.2957x + 4.2563	0.9996	0.230494
bsfc	y = -0.0001x3 + 0.008x2 - 0.1432x + 1.114	0.9924	0.358885
air	y = -0.0025x3 + 0.0901x2 + 2.614x + 43.358	0.9997	0.634314
a/f	y = -0.0003x3 + 0.0002x2 + 0.1653x + 13.181	0.9734	0.183626
eff	y = 0.001x3 - 0.1007x2 + 3.1009x + 1.3874	0.9994	0.415305

3000 rpm with converter

t	y = -0.0343x3 + 1.1529x2 - 5.2249x + 634.85	0.9834	6.09358
co	y = 0.001x3 - 0.0342x2 + 0.3629x - 1.0537	0.9814	0.12979
hc	y = 0.007x3 - 0.0755x2 + 0.2367x - 0.4516	0.9719	4.83377
fuel	y = -1E-4x3 + 0.0116x2 + 0.0941x + 5.0312	0.9928	0.31094
bsfc	y = 0.0017x3 + 0.0659x2 + 0.8708x + 1.177	0.9864	0.20189
air	y = 0.007x3 - 0.0359x2 + 1.8385x + 53.835	0.9978	1.44939
a/f	y = -0.0007x3 + 0.0233x2 - 0.2374x + 15.435	0.9122	0.22181
eff	y = 0.0018x3 - 0.1362x2 + 3.5405x - 0.2195	0.9991	0.31094

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค. สมการแสดงประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

สมการแสดงประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร

สมการทางคณิตศาสตร์จากMASS-TRANSFER-LIMITED MODEL

ใช้การวิเคราะห์ความคล้ายกันของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารมวล (HEAT AND MASS- TRANSFER ANALOGY) โดยสมมุติให้ไอเสียที่ผ่านอุปกรณ์ปรับสภาพไอเสีย จะมีความเข้มข้นของมลสารที่น้อยมาก ประมาณ 0.1% โดยปริมาตรของไอเสีย มลสารพวกนี้สามารถจำลองให้อยู่ในรูปสมการการแพร่กระจายของมวล (DIFFUSION MASS TRANSFER) ของ FICK'S LAW และใช้ร่วมกับสมการนำความร้อนของ FOURIER'S LAW

การถ่ายเทความร้อน :

$$\dot{q}'' = -k\left(\frac{dT}{dy}\right)_y = 0 \qquad \text{(ค-1)}$$

การถ่ายเทมวล :

$$\dot{m}_j'' = -\rho D_j\left(\frac{dm_j}{dy}\right)_y = 0 \qquad \text{(ค-2)}$$

กระบวนการที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ปรับสภาพไอเสีย เป็นกระบวนการพาความร้อน สมการที่ใช้จะอยู่ในรูปของ ส.ป.ส. การพาความร้อน (h) และ ส.ป.ส. การถ่ายเทมวล (g) ดังนี้

การถ่ายเทความร้อน

$$\dot{q}'' = h(T_g - T_0) \qquad \text{(ค-3)}$$

การถ่ายเทมวล

$$\dot{m}_j'' = g_i\left(m_{j,\infty} - m_{j,0}\right) \qquad \text{(ค-4)}$$

จากสมการที่ ค-4 การถ่ายเทมวลโดยการพาความร้อน มาใช้ร่วมกับกฎทรงมวล

อัตรามวลเข้า - อัตรามวลออก = อัตรามวลที่อยู่

$$\dot{m}_{j,1} - \dot{m}_{j,2} = dm; \dot{w} \qquad \text{(ค-5)}$$

ซึ่ง

$$\dot{m}_{j,1} = m_{j,1}\dot{w} \qquad \text{(ค-6)}$$

$$\dot{m}_{j,2} = \dot{w}\left(m_{j,1} + \frac{\partial m}{\partial x}dx\right) \qquad \text{(ค-7)}$$

ใช้สมการที่ (ค-5,ค-6,ค-7) หาอัตราการถ่ายเทมวลของไอเสียที่ไหลผ่านพื้นที่ผิว (A) ของอุปกรณ์ปรับสภาพไอเสีย

$$dm_j = -\frac{\bar{g}}{\dot{w}}(m_{j,\infty} - m_{j,0})dA \qquad \text{(ค-8)}$$

อินติเกรทสมการ (ค-8)

$$\int_{m_{j,1}}^{m_{j,2}} \frac{dm_j}{(m_j - m_{j,0}} = -\int_0^A \frac{\bar{g}}{\dot{w}}dA \qquad \text{(ค-9)}$$

$$\frac{m_{j,1} - m_{j,2}}{m_{j,1} - m_{j,0}} = e^{-\bar{g}A/\dot{w}} \qquad \text{(ค-10)}$$

กำหนดให้ NUNBER OF MASS-TRANSFER UNITS (Ntu_m) และประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร (η)

$$Ntu_m = \frac{\bar{g}A}{\dot{w}} \qquad \text{(ค-11)}$$

$$\eta = \frac{m_{j,1} - m_{j,2}}{m_{j,1} - m_{j,0}} \qquad \text{(ค-12)}$$

จากสมการที่ (ค-10, ค-11, ค-12) จะได้ว่า

$$\boxed{\eta = 1 - e^{Ntu_m}} \qquad \text{(ค-13)}$$

สมการที่ 13 ประสิทธิภาพการบำบัดมลสารอยู่ในรูปของ Ntu_m เป็นค่าไม่มีหน่วย ดังนั้นสมการนี้จึงใช้ได้ทั้ง MONOLITH TYPE และ PELLET TYPE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง. ข้อมูลการทดลองและผลการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 10 เม.ย. 2538

Data Sheet (w/o Catalytic Converter) **Date:** 10/4/2538

Speed 1000 **rpm(series2),Barometer:** 757 **mm.Hg,Ta:** 35°C**,Tw:** 27°C

Brake Load (kg)	1	2.6	6.7	9.9	13.3	17.2	20.9	22.7	22.9
t1(s)	114.79	103.04	75.8	67.01	62.01	46.95	46.21	42.9	40.41
t2(s)	114.92	101.86	73.46	67.34	62.16	47.81	46.55	43.65	41.4
h(mm.Wg.)	4	4.4	5.7	6.7	8.6	9.8	10.7	11.2	11.3
Exhaust Gas									
Texh (°C)	283	284	320	345	395	395	410	413	404
CO(% by volume)	1.46	2.08	3.23	1.86	0.1	2.67	1.66	2.23	3.46
HC(ppm.)	180	230	270	190	110	280	260	300	280
P(cm.Wg.)	1	1.5	2	2.5	4	5	6	6.5	6.5
Cooling Water									
Water Flow Rate (l/min	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	30	30	30.5	30.5	31	31	31	31	31.5
Tout (°C)	44	44.4	46.7	48.4	51	52.5	54.7	54.5	55.1

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	4.77	12.41	31.99	47.27	63.50	82.12	99.79	108.38	109.34
Power (kw)	0.5	1.3	3.35	4.95	6.65	8.6	10.45	11.35	11.45
t/50 cc. oil (s)	114.86	102.45	74.63	67.18	62.09	47.38	46.38	43.28	40.91
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000435	0.000488	0.00067	0.000744	0.000805	0.001055	0.001078	0.001155	0.001222
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000321	0.00036	0.000494	0.000549	0.000594	0.000778	0.000795	0.000852	0.000901
BSFC(kg/kW-hr)	2.310670	0.996328	0.530762	0.399066	0.321403	0.325660	0.273786	0.270162	0.283319
Air Flow Rate (l/s)	3.46	3.80	4.92	5.79	7.43	8.47	9.24	9.68	9.76
Air Flow Rate (kg/s)	0.003959	0.004355	0.005642	0.006632	0.008513	0.009700	0.010591	0.011086	0.011185
A/F Ratio	12.34	12.11	11.42	12.09	14.34	12.47	13.33	13.02	12.41
Energy Input (kW)	14.27	16.00	21.97	24.40	26.41	34.60	35.35	37.88	40.08
Efficiency (%)	3.50	8.12	15.25	20.28	25.18	24.85	29.56	29.96	28.57

ตารางที่ ง-2 ผลการทดลองแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที ทดลองวันที่ 30 มี.ค. 2538

Data Sheet (w/o Catalytic Converter) **Date:** 30/3/2538

Speed 1500 **rpm ,Barometer:** 755 **mm.Hg,Ta:** 33°C,**Tw:** 27°C

Brake Load (kg)	1.4	2.8	5.6	8.7	12.7	16.1	21.5	23.8	24.4	23.8	24.4
t1(s)	66.7	65.76	58.23	48.35	42.89	38.02	30.61	24.66	24.26	24.66	24.26
t2(s)	67.24	66.22	59.13	48.68	43.05	38.34	30.53	24.65	24.46	24.65	24.46
h(mm.Wg.)	6.6	6.9	9	11.4	13.2	14	16.4	17.5	17.8	17.5	17.8
Exhaust Gas											
Texh (°C)	374	383	465	502	520	543	532	497	490	497	490
CO(% by volume)	4.34	3.97	0.20	0.12	0.11	0.11	2.47	7.54	7.15	7.54	7.15
HC(ppm.)	260	260	90	50	50	60	230	330	320	330	320
P(cm.Wg.)	1	1.5	2	4	7	7.5	8	8.5	9	8.5	9
Cooling Water											
Water Flow Rate (l/mir	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	29	29	29	30	30	30	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
Tout (°C)	50.7	5134	55.1	56.8	58.5	61.1	63.1	62.9	62.5	62.9	62.5

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	6.68	13.37	26.74	41.54	60.64	76.87	102.65	113.64	116.50	113.64	116.50
Power (kw)	1.05	2.1	4.2	6.525	9.525	12.075	16.125	17.85	18.3	17.85	18.3
t/50 cc. oil (s)	66.97	65.99	58.68	48.52	42.97	38.18	30.57	24.66	24.36	24.66	24.36
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000747	0.000758	0.000852	0.001031	0.001164	0.00131	0.001636	0.002028	0.002053	0.002028	0.002053
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.00055	0.000559	0.000628	0.00076	0.000858	0.000965	0.001206	0.001495	0.001513	0.001495	0.001513
BSFC(kg/kW-hr)	1.887071	0.957548	0.538417	0.419181	0.324211	0.287829	0.269192	0.301519	0.297666	0.301519	0.297666
Air Flow Rate (l/s)	5.70	5.96	7.78	9.85	11.40	12.09	14.17	15.12	15.38	15.12	15.38
Air Flow Rate (kg/s)	0.006575	0.006874	0.008966	0.011357	0.013151	0.013948	0.016339	0.017435	0.017734	0.017435	0.017734
A/F Ratio	11.95	12.31	14.27	14.95	15.33	14.45	13.55	11.66	11.72	11.66	11.72
Energy Input (kW)	24.48	24.84	27.94	33.79	38.15	42.94	53.63	66.49	67.30	66.49	67.30
Efficiency (%)	4.29	8.45	15.03	19.31	24.97	28.12	30.07	26.84	27.19	26.84	27.19

ตารางที่ ง-3 ผลการทดลองแบบไม่ใช้ตัวเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 29 มี.ค. 2538

Data Sheet (w/o Catalytic Converter) Date: 29/3/2538

Speed 2000 rpm,Barometer: 755 mm.Hg,Ta: 33°C,Tw: 27°C

Brake Load (kg)	2.5	3.4	5	6.8	8.2	10.6	13.6	15	16.5	23.2	24.3	25	25.3
t1(s)	50.59	50.14	45.76	41.85	37.13	32.51	31.33	29.57	27.32	21.1	19.74	20.63	20.87
t2(s)	51.02	49.46	46.27	42.29	36.76	33.31	31.81	29.9	27.5	21.43	20.12	20.66	20.96
h(mm.Wg.)	10.8	11	12.4	13.4	14.6	16.4	17.6	19	20.4	22.6	23.2	24	24
Exhaust Gas													
Texh (°C)	495	553	565	572	579	595	609	617	626	593	580	600	610
CO(% by volume)	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.17	3.66	5.18	3.22	2.48
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	230	180	170
P(cm.Wg.)	4	4	5	6	7	9	10	11	13	18	19	20	21
Cooling Water													
Water Flow Rate (l/min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	29	29	29	29.5	29.5	30	30	30	30.5	31	31	31	31
Tout (°C)	59.2	59.7	61.9	62.5	63.3	65.5	67.3	67.8	69.0	71.0	71.7	72.6	73.9

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	11.94	16.23	23.87	32.47	39.15	50.61	64.94	71.62	78.78	110.77	116.02	119.37	120.80
Power (kw)	2.5	3.4	5	6.8	8.2	10.6	13.6	15	16.5	23.2	24.3	25	25.3
t/50 cc. oil (s)	50.81	49.80	46.02	42.07	36.95	32.91	31.57	29.74	27.41	21.27	19.93	20.65	20.92
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000984	0.001004	0.001087	0.001188	0.001353	0.001519	0.001584	0.001682	0.001824	0.002351	0.002509	0.002422	0.002391
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000726	0.00074	0.000801	0.000876	0.000998	0.00112	0.001168	0.00124	0.001345	0.001733	0.001849	0.001785	0.001762
BSFC(kg/kW-hr)	1.044748	0.783700	0.576751	0.463849	0.438014	0.380386	0.309061	0.297508	0.293403	0.268970	0.273996	0.257101	0.250772
Air Flow Rate (l/s)	9.33	9.50	10.71	11.58	12.61	14.17	15.20	16.41	17.62	19.52	20.04	20.73	20.73
Air Flow Rate (kg/s)	0.010760	0.010959	0.012354	0.013350	0.014546	0.016339	0.017534	0.018929	0.020324	0.022516	0.023113	0.023911	0.023911
A/F Ratio	14.83	14.81	15.42	15.24	14.58	14.59	15.02	15.27	15.11	12.99	12.50	13.39	13.57
Energy Input (kW)	32.27	32.92	35.63	38.97	44.37	49.81	51.93	55.13	59.81	77.09	82.26	79.41	78.38
Efficiency (%)	7.75	10.33	14.03	17.45	18.48	21.28	26.19	27.21	27.59	30.09	29.54	31.48	32.28

ตารางที่ ง-4 ผลการทดลองแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 4 เม.ย. 2538

Data Sheet (w/o Catalytic Converter) **Date:** 3/4/2538

Speed 2500 **rpm, Barometer:** 755 **mm.Hg,Ta:** 35 **°C,Tw:** 27.5 **°C**

Brake Load (kg)	1.8	2.4	3	3.9	5.4	7.6	12.7	14.5	17.6	21.8	24.8
t1(s)	43.45	42.43	41.01	38.62	36.65	32.73	25.27	23.44	20.82	17.73	15.88
t2(s)	44.18	42.84	41.43	39.68	36.61	32.89	25.5	23.97	20.98	18	15.82
h(mm.Wg.)	13	13.2	13.6	14.2	15.3	16.8	19.4	20.9	24	28.7	30
Exhaust Gas											
Texh (°C)	583	587	588	587	600	604	578	588	615	634	628
CO(% by volume)	0.08	0.1	0.11	0.11	0.12	0.14	3.1	3.03	2.9	3.44	4.6
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	20	150	150	140	140	180
P(cm.Wg.)	6	6.5	7	8	9	11	14	17	17.5	18	32
Cooling Water											
Water Flow Rate (l/min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	30	30	30.5	30.5	31	31	31.5	31.5	32	32	32
Tout (°C)	64.6	65	65.3	67.4	68.5	70.4	72.1	73.8	76.6	78.4	79.4

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	8.59	11.46	14.32	18.62	25.78	36.29	60.64	69.23	84.03	104.09	118.41
Power (kw)	2.25	3	3.75	4.875	6.75	9.5	15.875	18.125	22	27.25	31
t/50 cc. oil (s)	43.82	42.64	41.22	39.15	36.63	32.81	25.39	23.71	20.90	17.87	15.85
Fuel Flow Rate (l/s)	0.001141	0.001173	0.001213	0.001277	0.001365	0.001524	0.00197	0.002109	0.002392	0.002799	0.003155
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000841	0.000865	0.000894	0.000942	0.001006	0.001123	0.001452	0.001555	0.001764	0.002063	0.002326
BSFC(kg/kW-hr)	1.346023	1.037457	0.858457	0.695267	0.536682	0.425724	0.329281	0.308844	0.288595	0.272576	0.270064
Air Flow Rate (l/s)	11.23	11.40	11.75	12.27	13.22	14.51	16.76	18.06	20.73	24.79	25.92
Air Flow Rate (kg/s)	0.012868	0.013066	0.013462	0.014056	0.015145	0.016629	0.019203	0.020688	0.023756	0.028409	0.029695
A/F Ratio	15.30	15.11	15.05	14.93	15.05	14.80	13.22	13.30	13.47	13.77	12.77
Energy Input (kW)	37.42	38.45	39.77	41.87	44.76	49.97	64.58	69.16	78.44	91.77	103.43
Efficiency (%)	6.01	7.80	9.43	11.64	15.08	19.01	24.58	26.21	28.05	29.70	29.97

ตารางที่ ง-5 ผลการทดลองแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาและเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที ทดลองวันที่ 4 เม.ย. 2538

Data Sheet (w/o Catalytic Converter) **Date:** 4/4/2538

Speed 3000 rpm, **Barometer:** 757 mm.Hg,**Ta:** 35°C,**Tw:** 27.5°C

Brake Load (kg)	3.6	4.7	6	7.4	9	11.3	14	16.6	19.2	25.2	25.8
t1(s)	33.6	32.21	30.44	28.32	26.52	24.01	21.29	19.29	17.52	13.21	13.14
t2(s)	33.96	32.43	30.29	28.69	26.9	23.94	21.65	19.27	17.82	13.25	13.23
h(mm.Wg.)	15.2	16.1	17	18.9	20.4	22.6	25.4	28.2	30.6	35.2	36.1
Exhaust Gas											
Texh (°C)	580	593	599	628	636	651	662	670	677	633	638
CO(% by volume)	1.49	1.28	1.32	0.27	0.22	0.30	0.56	0.9	0.9	5.31	4.12
HC(ppm.)	80	60	80	20	40	30	30	30	50	180	160
P(cm.Wg.)	13.5	15	16	19	21	26	31.5	37.5	44	55.5	57
Cooling Water											
Water Flow Rate (l/min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tin (°C)	30	30	30	31	31	31	31	31.5	32	32	32
Tout (°C)	50.5	51.5	52.4	53.2	54.2	55.4	56.2	57.2	58.3	59.9	60.7

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	17.19	22.44	28.65	35.33	42.97	53.95	66.85	79.26	91.67	120.32	123.19
Power (kw)	5.4	7.05	9	11.1	13.5	16.95	21	24.9	28.8	37.8	38.7
t/50 cc. oil (s)	33.78	32.32	30.37	28.51	26.71	23.98	21.47	19.28	17.67	13.23	13.19
Fuel Flow Rate (l/s)	0.00148	0.001547	0.001647	0.001754	0.001872	0.002086	0.002329	0.002593	0.00283	0.003779	0.003792
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.001091	0.001140	0.001214	0.001293	0.001380	0.001537	0.001717	0.001912	0.002086	0.002786	0.002796
BSFC(kg/kW-hr)	0.727452	0.582368	0.485559	0.419386	0.368002	0.326535	0.294311	0.276409	0.260753	0.265342	0.260056
Air Flow Rate (l/s)	13.13	13.91	14.69	16.33	17.62	19.52	21.94	24.36	26.44	30.41	31.19
Air Flow Rate (kg/s)	0.015046	0.015936	0.016827	0.018708	0.020193	0.022370	0.025142	0.027914	0.030289	0.034843	0.035733
A/F Ratio	13.79	13.97	13.86	14.47	14.63	14.55	14.64	14.60	14.52	12.51	12.78
Energy Input (kW)	48.53	50.72	53.99	57.51	61.38	68.38	76.36	85.03	92.78	123.91	124.34
Efficiency (%)	11.13	13.90	16.67	19.30	22.00	24.79	27.50	29.28	31.04	30.51	31.13

Data Sheet (with Catalytic Converter) **Date:** 21/4/2538

Speed 1000 **rpm, Barometer:** 755 **mm.Hg,Ta:** 35°C,**Tw:** 27°C

Brake Load (kg)	0.7	2	5.1	9	10	14.2	16.1	19.6	22.6
t1(s)	110.53	105.64	82.73	69.21	70.65	46.14	47.13	46.8	41.33
t2(s)	109.08	105.96	82.59	68.02	70.15	46.21	47.1	46.71	42.3
h(mm.Wg.)	4.2	4.2	5.2	6.9	7.0	8.6	9.3	10.3	11.3
Catalytic Converter									
Texh (°C)	266	275	318	367	377	383	400	424	430
Tcat (°C)	201	208	241	296	305	321	339	371	385
-Inlet									
CO(% by volume)	2.31	3.04	4.7	2.29	1.39	5.8	5.77	3.26	4.38
HC(ppm.)	300	370	360	310	310	450	420	360	410
Pin (cm.Wg.)	2.0	2.4	2.7	4.8	5	6	7	7	8
-Outlet									
CO(% by volume)	2.19	2.88	4.60	1.42	0.89	5.75	5.72	3.04	4.16
HC(ppm.)	290	340	360	260	270	400	380	350	370
Pout (cm.Wg.)	1	1.5	2	3.3	3.4	4.1	4.8	4.8	5.4
Cooling Water									
Water Flow Rate (l/mi	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	31	31	31	31.5	31.5	32	32	33.00	33
Tout (°C)	47.0	47.8	49.1	52.1	52.2	52.4	53.6	55.4	57.2

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-m)	3.34	9.55	24.35	42.97	47.75	67.80	76.87	93.58	107.91
Power (kw)	0.35	1	2.55	4.5	5	7.1	8.05	9.8	11.3
t/50 cc. oil (s)	109.81	105.80	82.66	68.62	70.40	46.18	47.12	46.76	41.82
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000455	0.000473	0.000605	0.000729	0.00071	0.001083	0.001061	0.001069	0.001196
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000336	0.000348	0.000446	0.000537	0.000524	0.000798	0.000782	0.000788	0.000882
BSFC(kg/kW-hr)	3.452770	1.254216	0.629538	0.429760	0.376977	0.404755	0.349867	0.289603	0.280832
Air Flow Rate (l/s)	3.63	3.63	4.49	5.96	6.05	7.43	8.03	8.90	9.76
Air Flow Rate (kg/s)	0.004171	0.004171	0.005164	0.006852	0.006951	0.008540	0.009235	0.010228	0.011222
A/F Ratio	12.42	11.97	11.58	12.76	13.28	10.70	11.80	12.97	12.73
Converter Eff. (%) CO	5.19	5.26	2.13	37.99	35.97	0.86	0.87	6.75	5.02
Converter Eff. (%) HC	3.33	8.11	0.00	16.13	12.90	11.11	9.52	2.78	9.76
Energy Input (kW)	14.93	15.50	19.83	23.89	23.29	35.50	34.80	35.06	39.21
Efficiency (%)	2.34	6.45	12.86	18.83	21.47	20.00	23.14	27.95	28.82

หมายเหตุ ข้อมูล Conversion Efficiency ของ HC ไม่ถูกต้องที่ค่า 100% และ ไม่ค่าHC เป็น 0 เพราะ เครื่องมือวัดไม่สามารถวัดได้ค่า HC ในช่วงระหว่าง 0-20 ppm ได้

ตารางที่ ง-6 ผลการทดลองแบบผิดตัวเครื่องปรับมลพิษไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 21 เม.ย. 2538

Data Sheet (with Catalytic Converter) **Date:** 24/4/2538

Speed 1500 **rpm ,Barometer:** 755 **mm.Hg,Ta:** 35°C**,Tw:** 28°C

Brake Load (kg)	0.8	1.8	4.3	6	9.8	13.5	16.8	19.7	21.5	22.5	22.7
t1(s)	69.74	76.36	59.54	52.67	48.68	38.4	35.57	30.76	25.16	25.86	24.9
t2(s)	70.71	76.69	60.49	52.63	45.9	38.84	35.79	31.08	25.3	25.9	25.05
h(mm.Wg.)	6.6	7	9.1	10.6	12.3	13.4	14.9	16.4	17.3	17.8	18
Catalytic Converter											
Texh (°C)	375	402	488	519	541	547	558	560	499	532	526
Tcat (°C)	303	330	407	451	484	490	517	524	520	507	502
-Inlet											
CO(% by volume)	4.38	3.71	0.25	0.12	0.12	1.43	1.07	2.7	7.43	6.52	6.58
HC(ppm.)	250	220	50	30	20	170	150	220	320	330	360
Pin (cm.Wg.)	2	3	5	6	7	8	10	11	12	12	12.5
-Outlet											
CO(% by volume)	4.18	3.29	0	0	0	1.2	0.64	2.38	7.09	5.25	6.36
HC(ppm.)	250	210	0	0	0	160	130	190	290	270	290
Pout (cm.Wg.)	2	3	4	5	6	6	8	9	10	10.5	10.5
Cooling Water											
Water Flow Rate (l/mi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	31	31	31.5	31.5	32	32	32.5	33	33	33	33
Tout (°C)	60.12	61.32	64.2	65.6	67.8	69.7	71.6	73.4	71.3	72.5	73.8

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-m)	3.82	8.59	20.53	28.65	46.79	64.46	80.21	94.06	102.65	107.43	108.38
Power (kw)	0.6	1.35	3.225	4.5	7.35	10.125	12.6	14.775	16.125	16.875	17.025
t/50 cc. oil (s)	70.23	76.53	60.02	52.65	47.29	38.62	35.68	30.92	25.23	25.88	24.98
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000712	0.000653	0.000833	0.00095	0.001057	0.001295	0.001401	0.001617	0.001982	0.001932	0.002002
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000525	0.000482	0.000614	0.0007	0.000779	0.000954	0.001033	0.001192	0.001461	0.001424	0.001476
BSFC(kg/kW-hr)	3.149	1.284	0.686	0.560	0.382	0.339	0.295	0.290	0.326	0.304	0.312
Air Flow Rate (l/s)	5.70	6.05	7.86	9.16	10.63	11.58	12.87	14.17	14.95	15.38	15.55
Air Flow Rate (kg/s)	0.006533	0.006929	0.009008	0.010492	0.012175	0.013264	0.014749	0.016233	0.017124	0.017619	0.017817
A/F Ratio	12.45	14.39	14.67	14.99	15.62	13.90	14.28	13.62	11.72	12.37	12.07
Converter Eff. (%) CO	4.57	11.32	100.00	100.00	100.00	16.08	40.19	11.85	4.58	19.48	3.34
Converter Eff. (%) HC	0.00	4.55	100.00	100.00	100.00	5.88	13.33	13.64	9.38	18.18	19.44
Energy Input (kW)	23.34	21.42	27.32	31.14	34.67	42.45	45.95	53.02	64.98	63.35	65.64
Efficiency (%)	2.57	6.30	11.81	14.45	21.20	23.85	27.42	27.87	24.82	26.64	25.94

หมายเหตุ ข้อมูล Conversion Efficiency ของ HC ไม่ถูกต้องที่จุก 100% และ วัดค่าHC เป็น 0 เพราะ เครื่องมือวัดไม่สามารถวัดได้ก HC ในช่วงระหว่าง 0-20 ppm ได้

ตารางที่ ง-7 ผลการทดลองแบบติดตั้งเครื่องปรับมลพิษไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 24 เม.ย. 2538

Data Sheet (with Catalytic Converter) ,Date: 27/4/2538

Speed 2000 **rpm ,Barometer:** 756 **mm.Hg,Ta:** 35°C,Tw: 28.5°C

Brake Load (kg)	2.0	3.8	5.1	7.0	8.7	11.8	12.4	14.6	16.2	17.3	22.0	22.6	23.4
t1(s)	51.48	45.8	42.8	38.76	36.24	33.6	31.88	28.6	27.14	25.65	19.28	19.73	21.27
t2(s)	52.02	46.68	43.24	39.41	36.42	33.55	30.79	28.59	27.15	26.01	19.46	20.01	21.4
h(mm.Wg.)	10.5	12.0	13.4	14.1	15.2	16.4	17.8	19.6	20.8	21.6	23.2	23.4	24.2
Catalytic Converter													
Texh (°C)	590	595	600	615	625	633	644	660	675	675	605	612	636
Tcat (°C)	489	510	526	547	561	578	596	618	630	640	585	590	616
-Inlet													
CO(% by volume)	0.19	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.17	0.21	0.24	5.93	5.01	2.08
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	200	190	100
Pin (cm.Wg.)	10.2	10.9	13.6	15	15.6	18.4	21.8	27.2	28.6	31.3	35.4	35.4	36.7
-Outlet													
CO(% by volume)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.6	4	1.35
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	160	100
Pout (cm.Wg.)	3	3.5	4	5	6.5	8	9	12	12	15	17	17	18
Cooling Water													
Water Flow Rate (l/mi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	30.5	31	31	31.5	32	32	32	32	32	32.5	32.5	33	33
Tout (°C)	61.1	62.3	63.4	64.5	65.8	66.6	67.9	68.1	70.2	71.3	71.5	71.9	73.8

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-m)	7.64	14.51	19.48	26.74	33.23	45.07	47.36	55.77	61.88	66.08	84.03	86.33	89.38
Power (kw)	2	3.8	5.1	7	8.7	11.8	12.4	14.6	16.2	17.3	22	22.6	23.4
t/50 cc. oil (s)	51.75	46.24	43.02	39.09	36.33	33.58	31.34	28.60	27.15	25.83	19.37	19.87	21.34
Fuel Flow Rate (l/s)	0.000966	0.001081	0.001162	0.001279	0.001376	0.001489	0.001596	0.001749	0.001842	0.001936	0.002581	0.002516	0.002344
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000712	0.000797	0.000857	0.000943	0.001015	0.001098	0.001176	0.001289	0.001358	0.001427	0.001903	0.001855	0.001728
BSFC(kg/kW-hr)	1.282087	0.755190	0.604808	0.485009	0.419830	0.334934	0.341512	0.317845	0.301754	0.296953	0.311391	0.295496	0.265797
Air Flow Rate (l/s)	9.07	10.37	11.58	12.18	13.13	14.17	15.38	16.93	17.97	18.66	20.04	20.22	20.91
Air Flow Rate (kg/s)	0.010427	0.011917	0.013307	0.014002	0.015094	0.016286	0.017676	0.019464	0.020656	0.021450	0.023039	0.023238	0.024032
A/F Ratio	14.64	14.95	15.53	14.85	14.88	14.83	15.03	15.10	15.21	15.03	12.11	12.53	13.91
Converter Eff. (%) CO	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	22.43	20.16	35.10
Converter Eff. (%) HC	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00	100.00	15.00	15.79	0.00
Energy Input (kW)	31.68	35.45	38.11	41.94	45.12	48.83	52.32	57.33	60.39	63.47	84.64	82.51	76.84
Efficiency (%)	6.31	10.72	13.38	16.69	19.28	24.17	23.70	25.47	26.82	27.26	25.99	27.39	30.45

หมายเหตุ ข้อมูล Conversion Efficiency ของ HC ไม่ถูกต้องที่ค่า 100% และ ไม่ค่าHC เป็น 0 เพราะ เครื่องมือวัดไม่สามารถวัดได้ค่า HC ในช่วงระหว่าง 0-20 ppm ได้

ตารางที่ ง-8 ผลการทดลองแบบติดตั้งเครื่องปรับมลพิษไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ทดสอบวันที่ 27 เม.ย. 2538

Data Sheet (with Catalytic Converter) **Date:** 28/4/2538

Speed 2500 **rpm, Barometer:** 757 **mm.Hg,Ta:** 34 **°C,Tw:** 26 **°C**

Brake Load (kg)	1.9	2.8	3.5	4.5	6.9	9.3	11.2	13.4	15.1	22.1	24.6
t1(s)	40.63	38.65	37.42	35.46	31.54	27.8	25.8	24.55	24.04	17.1	15.67
t2(s)	40.6	39.1	37.16	35.5	31.52	27.86	26.09	25.16	24.25	17.18	15.74
h(mm.Wg.)	13.6	14.2	14.6	15.3	17.2	18.0	19.2	20.7	22.9	28.4	30.9
Catalytic Converter											
Texh (°C)	640	636	639	641	647	615	618	638	691	666	669
Tcat (°C)	548	558	562	575	597	569	584	609	660	652	666
-Inlet											
CO(% by volume)	0.12	0.13	0.15	0.16	0.16	2.46	2.17	1.5	0.34	3.4	3.01
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	130	120	90	20	120	100
Pin (cm.Wg.)	13.6	15	15	16.3	20.4	21.8	24.5	28.6	32.6	36.7	59.8
-Outlet											
CO(% by volume)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.33	1.35	0	2.47	1.8
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	110	100	80	0	110	90
Pout (cm.Wg.)	6	7	7.5	8.5	11	11	13	15	18.5	29	35
Cooling Water											
Water Flow Rate (l/mi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tin (°C)	30	30	30.5	30.5	31	31	31	31.00	31.5	31.5	32
Tout (°C)	66.0	68.2	68.5	69.1	69.5	72	72.4	75	77.3	81.5	82

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-m)	9.07	13.37	16.71	21.49	32.95	44.40	53.48	63.98	72.10	105.52	117.46
Power (kw)	2.375	3.5	4.375	5.625	8.625	11.625	14	16.75	18.875	27.625	30.75
t/50 cc. oil (s)	40.62	38.88	37.29	35.48	31.53	27.83	25.95	24.86	24.15	17.14	15.71
Fuel Flow Rate (l/s)	0.001231	0.001286	0.001341	0.001409	0.001586	0.001797	0.001927	0.002012	0.002071	0.002917	0.003184
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000908	0.000948	0.000988	0.001039	0.001169	0.001324	0.001421	0.001483	0.001527	0.002151	0.002347
BSFC(kg/kW-hr)	1.375649	0.975258	0.813369	0.664893	0.487949	0.410158	0.365322	0.318735	0.291168	0.280249	0.274773
Air Flow Rate (l/s)	11.75	12.27	12.61	13.22	14.86	15.55	16.59	17.88	19.78	24.53	26.69
Air Flow Rate (kg/s)	0.013506	0.014101	0.014499	0.015194	0.017081	0.017875	0.019067	0.020556	0.022741	0.028203	0.030685
A/F Ratio	14.88	14.87	14.67	14.62	14.61	13.50	13.42	13.86	14.90	13.11	13.07
Converter Eff. (%) CO	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	43.09	38.71	10.00	100.00	27.35	40.20
Converter Eff. (%) HC	-	-	-	-	-	15.38	16.67	11.11	100.00	8.33	10.00
Energy Input (kW)	40.36	42.17	43.96	46.21	51.99	58.91	63.19	65.96	67.90	95.65	104.39
Efficiency (%)	5.88	8.30	9.95	12.17	16.59	19.73	22.16	25.40	27.80	28.88	29.46

หมายเหตุ ประสิทธิภาพ Conversion Efficiency ของ HC ไม่ถูกต้องค่ะ 100% และ ประสิทธิภาพ HC เป็น 0 เพราะเครื่องมือวัดไม่สามารถวัดได้ค่า HC ในช่วงระหว่าง 0-20 ppm ได้

ตารางที่ ง-9 ผลการทดลองแบบฉีดเข้าเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที ทดลองวันที่ 28 เม.ย. 2538

หมายเหตุ ข้อมูล Conversion Efficiency ของ HC ไม่ถูกต้องที่ต่ำ 100% และ วัดค่าHC เป็น 0 เพราะ เครื่องมือวัดไม่สามารถวัดได้ค่า HC ในช่วงระหว่าง 0-20 ppm ได้

ตารางที่ ง-10 ผลการทดลองแบบติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสีย ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที ทดลองวันที่ 28 เม.ย. 2538

Data Sheet (with Catalytic Converter) Date: 28/4/2538

Speed 3000 rpm, Barometer: 757 mm.Hg,Ta: 32°C,Tw: 25°C

Brake Load (kg)	3.7	4.7	5.8	7.6	9.2	11.5	13.9	14.9	16.7	18.0	19.6	25.2
t1(s)	31.63	31.44	31.01	28.44	26.13	23.52	21.51	20.44	19.39	18.19	17.04	13.44
t2(s)	31.66	31.68	31.56	29.23	26.26	23.71	21.8	20.66	19	18.43	17.27	13.82
h(mm.Wg.)	17.3	17.5	17.6	19.0	21.0	23.2	25.6	26.6	27.8	30.2	32.2	36.4
Catalytic Converter												
Texh (°C)	620	637	643	649	663	670	684	697	708	716	727	684
Tcat (°C)	582	589	600	608	631	647	669	684	700	712	725	697
-Inlet												
CO(% by volume)	0.3	0.27	0.34	0.37	0.46	0.58	0.69	0.78	0.81	0.81	0.96	3.18
HC(ppm.)	0	0	20	30	30	30	20	30	30	30	30	90
Pin (cm.Wg.)	19	20.4	21.8	25.8	30	30	42.2	47.6	53	65.3	76.2	78.9
-Outlet												
CO(% by volume)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.12	0.21	0.21	0.15	0.16	0.16	2.34
HC(ppm.)	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	70
Pout (cm.Wg.)	9	10	11	13	16	19	23	26	30	33	38	48
Cooling Water												
Water Flow Rate (l/mi	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tin (°C)	31	31.5	31.5	31.5	32	32	32	32	32.5	32.5	32.5	32.5
Tout (°C)	50.3	54.2	59.0	56.3	57.3	58.2	59.4	60.2	62.4	63.5	64.4	65.9

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-m)	17.67	22.44	27.69	36.29	43.93	54.91	66.37	71.14	79.74	85.94	93.58	120.32
Power (kw)	5.55	7.05	8.7	11.4	13.8	17.25	20.85	22.35	25.05	27	29.4	37.8
t/50 cc. oil (s)	31.65	31.56	31.29	28.84	26.20	23.62	21.66	20.55	19.20	18.31	17.16	13.63
Fuel Flow Rate (l/s)	0.00158	0.001584	0.001598	0.001734	0.001909	0.002117	0.002309	0.002433	0.002605	0.002731	0.002915	0.003668
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.001165	0.001168	0.001178	0.001278	0.001407	0.001561	0.001702	0.001794	0.00192	0.002013	0.002149	0.002704
BSFC(kg/kW-hr)	0.755544	0.596392	0.487531	0.403676	0.367080	0.325747	0.293896	0.288914	0.275970	0.268414	0.263099	0.257555
Air Flow Rate (l/s)	14.95	15.12	15.20	16.41	18.14	20.04	22.12	22.98	24.02	26.09	27.82	31.45
Air Flow Rate (kg/s)	0.017180	0.017379	0.017478	0.018868	0.020854	0.023039	0.025422	0.026415	0.027607	0.029990	0.031976	0.036147
A/F Ratio	14.75	14.88	14.83	14.76	14.82	14.76	14.94	14.73	14.38	14.90	14.88	13.37
Converter Eff. (%) CO	100.00	100.00	100.00	100.00	67.39	79.31	69.57	73.08	81.48	80.25	83.33	26.42
Converter Eff. (%) HC	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	33.33	33.33	33.33	33.33	22.22
Energy Input (kW)	51.81	51.94	52.40	56.85	62.58	69.42	75.70	79.78	85.41	89.53	95.56	120.28
Efficiency (%)	10.71	13.57	16.60	20.05	22.05	24.85	27.54	28.02	29.33	30.16	30.77	31.43

Experimental Data of an Engine without Converter

Speed (rpm)	1000	1500	2000	2500	3000
Brake Load (kg)	22.9	24.4	25.3	24.8	25.8
t1(s)	40.41	24.26	20.87	15.88	13.14
t2(s)	41.4	24.46	20.96	15.82	13.23
h(mm.Wg.)	11.3	17.8	24	30	36.1
Exhaust Gas					
Texh (C)	404	490	610	628	638
CO(% by volume)	3.46	7.15	2.48	4.6	3.66
HC(ppm.)	280	320	170	180	170
P(cm.Wg.)	6.5	9	21	32	57
Cooling Water					
Water Flow Rate (l/min	5	5	5	5	10
Tin (C)	31.5	30.5	31	32	32
Tout (C)	55.1	62.5	73.9	79.4	60.7

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	109.34	116.50	120.80	118.41	123.19
Power (kw)	11.45	18.3	25.3	31	38.7
t/50 cc. oil (s)	40.91	24.36	20.92	15.85	13.19
Fuel Flow Rate (l/s)	0.001222	0.002053	0.002391	0.003155	0.003792
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000901	0.001513	0.001762	0.002326	0.002796
BSFC(kg/kW-hr)	0.283319	0.297666	0.250772	0.270064	0.260056
Air Flow Rate (l/s)	9.76	15.38	20.73	25.92	31.19
Air Flow Rate (kg/s)	0.011185	0.017734	0.023911	0.029695	0.035733
A/F Ratio	12.41	11.72	13.57	12.77	12.78
Energy Input (kW)	40.08	67.30	78.38	103.43	124.34
Efficiency (%)	28.57	27.19	32.28	29.97	31.13

Experimental Data of an Engine with Converter

Speed (rpm)	1000	1500	2000	2500	3000
Brake Load (kg)	22.6	22.7	23.4	24.6	25.2
t1(s)	41.33	24.9	21.27	15.67	13.44
t2(s)	42.3	25.05	21.4	15.74	13.82
h(mm.Wg.)	11.3	18	24.2	30.9	36.4
Catalytic Converter					
Texh (C)	430	526	636	669	684
Tcat (C)	385	502	616	666	697
-Inlet					
CO(% by volume)	4.38	6.58	2.08	3.01	3.18
HC(ppm.)	410	360	100	100	90
Pin (cm.Wg.)	5.44	12.5	36.7	59.8	78.9
-Outlet					
CO(% by volume)	4.16	6.36	1.35	1.8	2.34
HC(ppm.)	370	290	100	90	70
Pout (cm.Wg.)	4	10.5	18	35	48
Cooling Water					
Water Flow Rate (l/min)	5	5	5	5	10
Tin (C)	33	33	33	32	32.5
Tout (C)	57.2	73.8	73.8	82	65.9

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converte

Torque (N-m)	107.91	108.38	111.73	117.46	120.32
Power (kw)	11.3	17.025	23.4	30.75	37.8
t/100 cc. oil (s)	41.82	24.98	21.34	15.71	13.63
Fuel Flow Rate l/s)	0.001196	0.002002	0.002344	0.003184	0.003668
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000882	0.001476	0.001728	0.002347	0.002704
BSFC(kg/kW-hr)	0.280832	0.312	0.265797	0.274773	0.257555
Air Flow Rate (l/s)	9.76	15.55	20.91	26.69	31.45
Air Flow Rate (kg/s)	0.011222	0.017817	0.024032	0.030685	0.036147
A/F Ratio	12.73	12.07	13.91	13.07	13.37
Converter Eff. (%) CO	5.02	3.34	35.10	40.20	26.42
Converter Eff. (%) HC	9.76	19.44	0.00	10.00	22.22
Energy Input (kW)	39.21	65.64	76.84	104.39	120.28
Efficiency (%)	28.82	25.94	30.45	29.46	31.43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Experimental Data of an Engine without converter

Speed (rpm)	1000	1500	2000	2500	3000
brake load (kg)	20.9	21.5	23.2	24.8	25.8
t1(s)	46.21	30.61	21.1	15.88	13.14
t2(s)	46.55	30.53	21.43	15.82	13.23
h(mm.Wg.)	10.7	16.4	22.6	30	36.1
Exhaust gas					
Texh (C)	410	532	593	628	638
CO(% by volume)	1.66	2.47	3.66	4.6	4.12
HC(ppm.)	260	230	170	180	160
P(cm.Wg.)	6	8	18	32	57
Cooling water					
Water flow rate (l/min)	5	5	5	5	10
Tin (C)	31	30.5	31	32	32
Tout (C)	54.7	63.1	71.0	79.4	60.7

Calculated Data of an Engine without Catalytic Converter

Torque (N-m)	99.79	102.65	110.77	118.41	123.19
Power (kw)	10.45	16.125	23.2	31	38.7
t/50 cc. oil (s)	46.38	30.57	21.27	15.85	13.19
Fuel Flow Rate (l/s)	0.001078	0.001636	0.002351	0.003155	0.003792
Fuel Flow Rate (kg/s)	0.000795	0.001206	0.001733	0.002326	0.002796
BSFC(kg/kW-hr)	0.273786	0.269192	0.268970	0.270064	0.260056
Air Flow Rate (l/s)	9.24	14.17	19.52	25.92	31.19
Air Flow Rate (kg/s)	0.010591	0.016339	0.022516	0.029695	0.035733
A/F Ratio	13.33	13.55	12.99	12.77	12.78
Energy Input (kW)	35.35	53.63	77.09	103.43	124.34
Efficiency (%)	29.56	30.07	30.09	29.97	31.13

Experimental Data of an Engine with converter

Speed (rpr	1000	1500	2000	2500	3000
brake load	19.6	19.7	23.4	24.6	25.2
t1(s)	46.8	30.76	21.27	15.67	13.44
t2(s)	46.71	31.08	21.4	15.74	13.82
h(mm.Wg.	10.3	16.4	24.2	30.9	36.4
Catalytic Converter					
Texh (C)	424	560	636	669	684
Tcat (C)	371	524	616	666	697
Inlet					
CO(% by v	3.26	2.7	2.08	3.01	3.18
HC(ppm.)	360	220	100	100	90
Pin (cm.W	7	11	36.7	59.8	78.9
Outlet					
CO(% by v	3.04	2.38	1.35	1.8	2.34
HC(ppm.)	350	190	100	90	70
Pout (cm.V	4.8	9	18	35	48
Cooling water					
Water flow	5	5	5	5	10
Tin (C)	33.00	33	33	32	32.5
Tout (C)	55.4	73.4	73.8	82	65.9

Calculated Data of an Engine with Catalytic Converter

Torque (N-	93.58	94.06	111.73	117.46	120.32
Power (kw	9.8	14.775	23.4	30.75	37.8
t/100 cc. o	46.76	30.92	21.34	15.71	13.63
Fuel Flow	0.001069	0.001617	0.002344	0.003184	0.003668
Fuel Flow	0.000788	0.001192	0.001728	0.002347	0.002704
BSFC(kg/k	0.289603	0.290	0.265797	0.274773	0.257555
Air Flow R	8.90	14.17	20.91	26.69	31.45
Air Flow R	0.010228	0.016233	0.024032	0.030685	0.036147
A/F Ratio	12.97	13.62	13.91	13.07	13.37
Converter	6.75	11.85	35.10	40.20	26.42
Converter	2.78	13.64	0.00	10.00	22.22
Energy inp	35.06	53.02	76.84	104.39	120.28
Efficiency	27.95	27.87	30.45	29.46	31.43

ประวัติผู้เขียน

นาย ประพัฒน์ ศรีพฤทธิ์เกียรติ เกิดวันที่ 24 มกราคม 2511 ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนวัดบวรนิเวศ กรุงเทพฯ เมื่อปีการศึกษา 2529 ได้เข้าศึกษาต่อสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิศกรรมศาสตรบัณฑิต เมื่อปีการศึกษา 2533 ทำงานในตำแหน่งวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ บริษัท สยามนิสสันออโตโมบิล จำกัด ปี พ.ศ.2533–2535 ได้เข้าศึกษาต่อปริญญาวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2535 ถึง ปัจจุบัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย