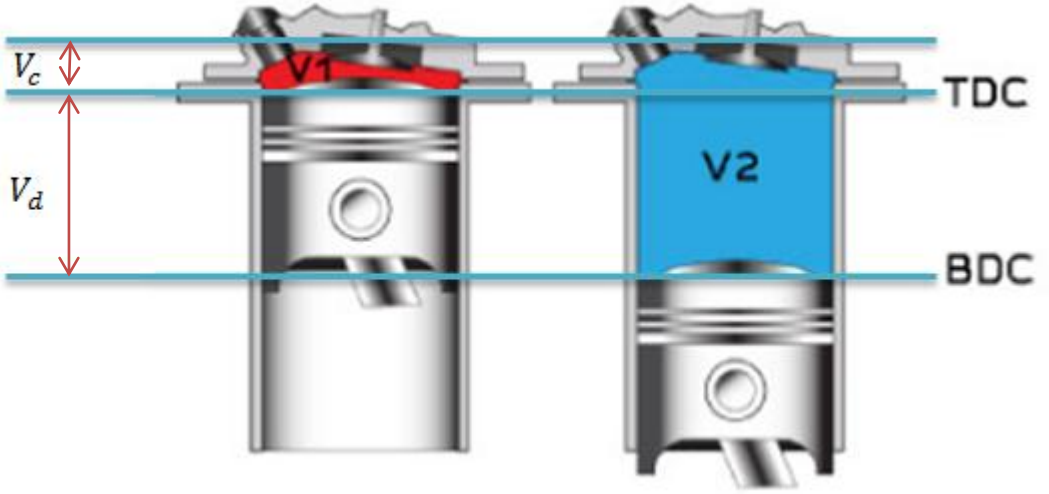
# Variable Compression Ratio Engine

## อัตราส่วนกำลังอัด

อัตราส่วนกำลังอัดคืออัตราส่วนระหว่างปริมาตรของลูกสูบที่อยู่จุด BDC ส่วนด้วยปริมาตรของลูกสูบที่อยู่จุด TDC ดังรูปที่ 1




รูปที่1 แสดงปริมาตรลูกสูบที่อยู่ตำแหน่ง TDC และ BDC

จากรูปที่ 1 เขียนเป็นสมการได้ว่า ;

$$r_c = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_d + V_c}{V_c} \qquad \text{---------- (1)}$$

โดยที่ $r_c$ = Compression Ratio

$V_d$ = Displacement Volume

$V_c$ = Clearance Volume

จากสมการที่1 สามารถอธิบายได้ว่าถ้ารถยนต์คันหนึ่งมีอัตราส่วนกำลังอัด 10:1 นั้น หมายความว่าเครื่องยนต์สามารถอัดอากาศจากทั้งหมด 10 ส่วนให้เหลือเพียง 1 ส่วนของปริมาตรความจุ

ยกตัวอย่างรถ Ninja300 ที่มีความจุของกระบอกสูบเท่ากับ 296 cc และปริมาตรในกระบอกสูบอยู่ศูนย์ตายบนเท่ากับ 27.9 cc ซึ่งอัตราส่วนกำลังอัดจะหาได้จากสมการที่1

$$\text{อัตราส่วนกำลังอัด} = \frac{296}{27.9} = 10.6 : 1$$

รูปที่2 แสดงอัตราส่วนกำลังอัดของรถ Ninja300

**ข้อดีของการมีอัตราส่วนกำลังอัดเครื่องยนต์ที่สูง :** ถ้าในเครื่องยนต์ที่มี cc ที่เท่ากันขนาดลูกสูบและระยะชักเท่ากันเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงย่อมให้กำลังที่มากกว่าและประหยัดน้ำมันมากกว่าเครื่องยนต์ที่มีกำลังอัดน้อยกว่า

**ข้อเสียของการมีอัตราส่วนกำลังอัดเครื่องยนต์ที่สูง :** วัสดุที่ใช้ทำเครื่องยนต์จะต้องมีความแข็งแรงมากกว่าปกติเพื่อที่จะทนแรงและความร้อนที่เกิดขึ้นจากการจุดระเบิดที่กำลังอัดสูงๆจึงทำให้เครื่องยนต์มีราคาแพง และอีกหนึ่งประเด็นคือเชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องมีค่า Octane ที่สูงเพื่อต้านทานการชิงจุดระเบิดซึ่งจะส่งผลให้เครื่องยนต์เกิดความเสียหาย

Properties of test fuels and ethanol.

| Tested fuels | CE0 | E0 | E10 | E20 | E30 | Ethanol |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Density [kg/m$^3$] | 730 | 745 | 750 | 755 | 760 | 792 |
| Lower heating value [MJ/kg] | 44.3 | 44.3 | 42.3 | 40.5 | 38.5 | 27.0 |
| Stoichiometric air/fuel ratio | 14.4 | 14.6 | 14.1 | 12.6 | 11.7 | 9.0 |
| Research Octane Number (RON) | 95.5 | 94.7 | 96.7 | 98.8 | 100.8 | 115 |
| Carbon content [wt%] | 86.56 | 86.56 | 81.20 | 76.47 | 71.97 | 52.20 |
| Oxygen content [wt%] | 1.8 | 0.0 | 5.4 | 10.2 | 14.4 | 34.7 |
| Aromatic content [vol.%] | 33.3 | 33.7 | 30.3 | 27.0 | 23.6 | 0 |

ตารางที่1 แสดงค่า Properties ของน้ำมันชนิดต่างๆ

รูปที่3 แสดงอัตราส่วนกำลังอัดและกำลังที่ได้ของรถ 2 ยี่ห้อที่ cc เท่ากัน

แต่กำลังของเครื่องยนต์ก็ไม่ได้ขึ้นอยู่เพียงแค่อัตราส่วนกำลังอัด ยังมีปัจจัยอื่นๆทำให้รถมีแรงบิดและกำลังเพิ่มขึ้นดังตารางด้านล่าง

## คลาส 300 cc

| รุ่นรถ | อัตราส่วนกำลังอัด | ความจุ | แรงบิดสูงสุด | กำลังสูงสุด |
|---|---|---|---|---|
| FORZA 300 | 10.5 : 1 | 279 cm3 | 26Nm@5000rpm | 19kW@7500rpm |
| NINJA 300 | 10.6 : 1 | 296 cm3 | 27Nm@10000rpm | 29 kW@11000rpm |
| GTS 300 | 12.0 : 1 | 278 cm3 | 22.3Nm@5250rpm | 15.8kW@7500rpm |
| BN 302 | 12.0 : 1 | 300 cm3 | 27Nm@9000rpm | 20.1kW@11500rpm |
| YZF-R3 | 11.2 : 1 | 321 cm3 | 29.6Nm @ 9000rpm | 30.9kW @ 10750rpm |

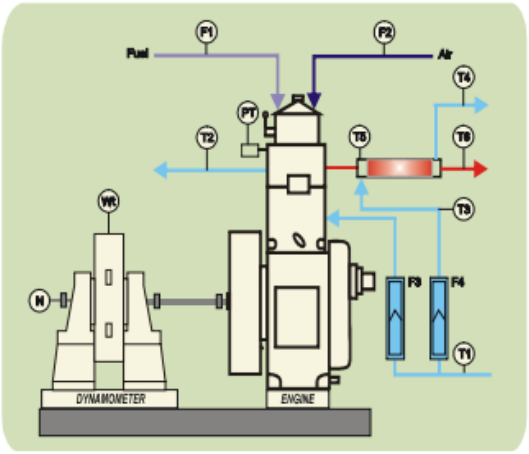
## คลาส 650 cc

| รุ่นรถ | อัตราส่วนกำลังอัด | ความจุ | แรงบิดสูงสุด | กำลังสูงสุด |
|---|---|---|---|---|
| Ninja650R | 11.3 : 1 | 649 cm3 | 66 Nm@7000rpm | 53kW@8500rpm |
| CB650F | 11.4 : 1 | 649 cm3 | 64Nm@8000rpm | 67kW@11000rpm |
| SV650 | 11.5 : 1 | 645 cm3 | 64Nm@7200 rpm | 54.7kW@8800rpm |

ตารางที่2 แสดงอัตราส่วนกำลังอัดและกำลังที่ได้

## เครื่องมือและอุปกรณ์

## ส่วนของ Hardware




**Schematic arrangement**

(Performance evaluation)

รูปที่4 ส่วนประกอบของ Engine dynamometer

### Specifications

| | |
|---|---|
| **Engine** | Type 1 cylinder, 4 stroke, water cooled, stroke 110 mm, bore 87.5 mm. Capacity 661 cc.<br>Diesel mode: Power 3.5 KW, Speed 1500 rpm, CR range 12:1-18:1. Injection variation:0- 25 Deg BTDC<br>ECU Petrol mode: Power 3.5 KW @ 1500 rpm, Speed range 1200-1800 rpm, CR range 6:1-10:1 |
| **Dynamometer** | Type eddy current, water cooled, with loading unit |
| **Data acquisition device** | NI USB-6210, 16-bit, 250kS/s. |
| **Piezo powering unit** | Make-Apex, Model AX-409. |
| **Software** | "Enginesoft" Engine performance analysis software |
| **ECU software** | peMonitor & peViewer software. |

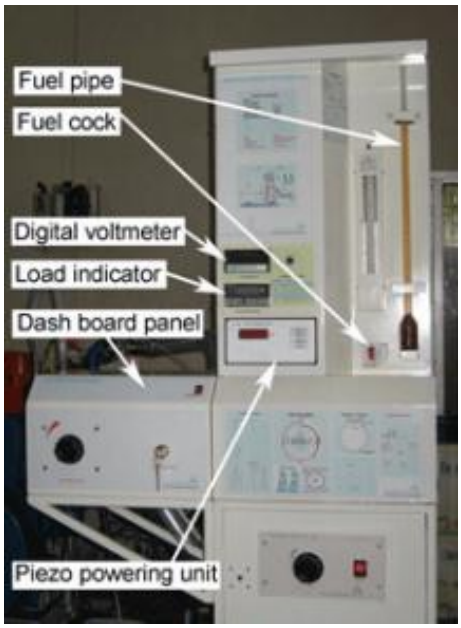
**Fuel, oil**

Diesel@5 lit.

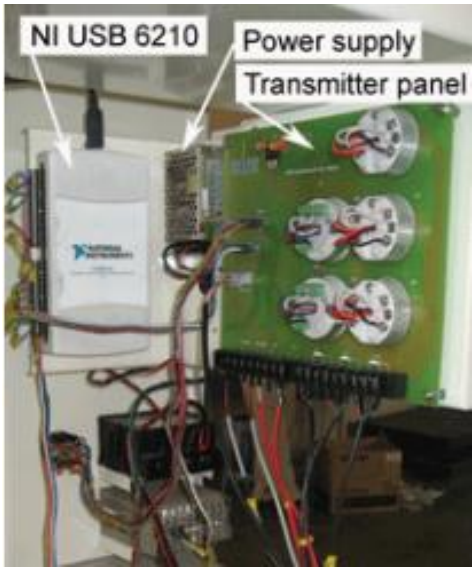
Petrol@10 lit.

Lubrication Oil @ 3.5 lit. (20W40)

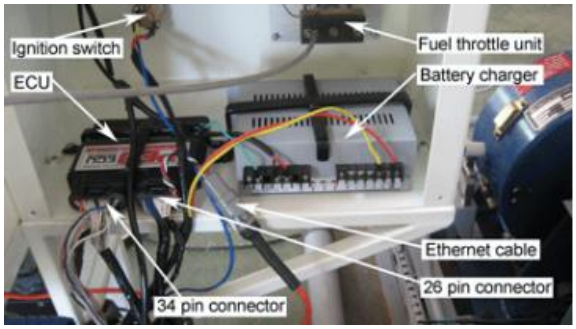
## ส่วนของ software




รูปที่5 แสดงตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์




รูปที่6 ชุด Data acquicition




รูปที่7 Engine control Unit

# ตารางผลการทดลองที่1

หากำลังและแรงบิดที่อัตราส่วนกำลังอัดต่างๆ

**Compression Ratio = 8**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

**Compression Ratio = 9**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

**Compression Ratio = 10**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

# ตารางผลการทดลองที่ 2

เปรียบเทียบอัตราการกินน้ำมันที่อัตราส่วนกำลังอัดต่างๆ

**Compression Ratio = 8**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

**Compression Ratio = 9**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

**Compression Ratio = 10**

| RPM | T(kg) | T(Nm) | P(kW) | $T_{ex}$ | $\dot{m}_f$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800 | | | | | |
| 1600 | | | | | |
| 1400 | | | | | |

**ผลการทดลอง**

1. ตารางผลการทดลองที่1 พล็อตกราฟแท่งระหว่าง

    1.1 ความเร็วรอบและทอร์ก ที่อัตราส่วนกำลังอัดต่างๆ

    2.2 ความเร็วรอบและกำลัง ที่อัตราส่วนกำลังอัดต่างๆ

2. ตารางผลการทดลองที่2 พล็อตกราฟแท่งระหว่าง

    2.1 ความเร็วรอบและอัตราไหลเชิงมวลน้ำมันที่อัตราส่วนกำลังอัดต่างๆ