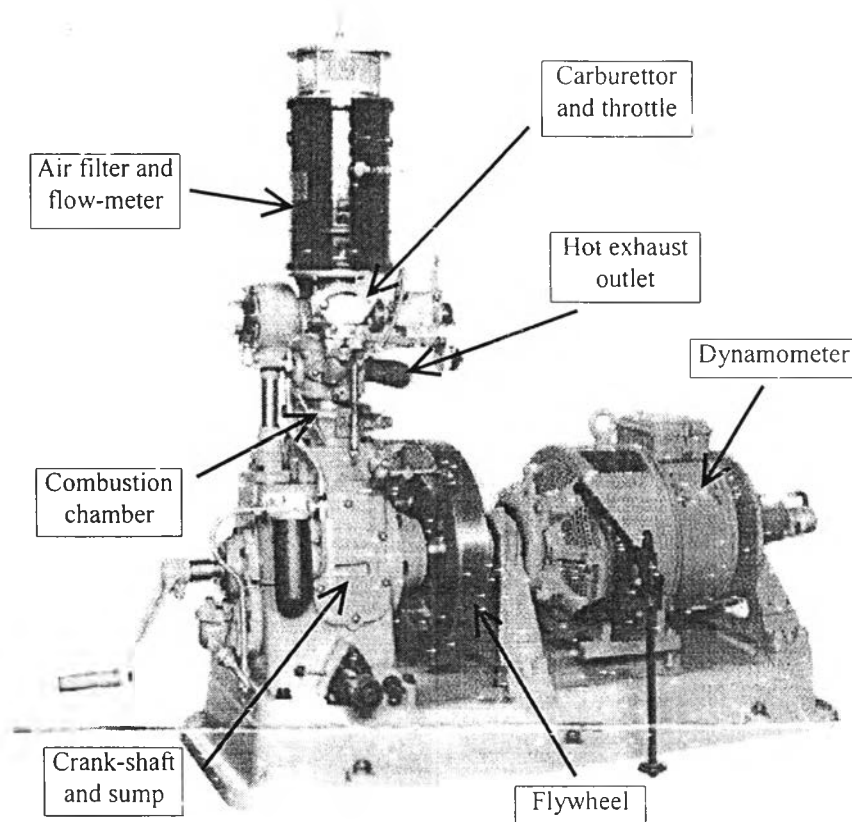




บทที่ 3

เครื่องยนต์และอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้ในการทดสอบ

3.1 เครื่องยนต์ทดสอบ Ricardo E6



รูปที่ 3.1 แสดงภาพของแท่นเครื่องยนต์ทดสอบ Ricardo E6 และไดนาโมมิเตอร์

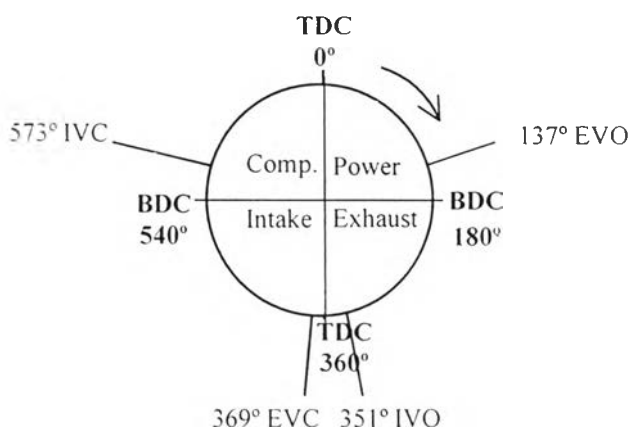
เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ Ricardo E6 เป็นเครื่องยนต์สูบเดี่ยวสามารถปรับอัตราส่วนการอัดได้ ถูกออกแบบมาเป็นใช้เป็นเครื่องยนต์วิจัยในห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ ด้วย flywheel ขนาดใหญ่ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพแม้ในจุดที่การสันดาปไม่ปกติ (abnormal combustion) เช่นมีการเขก (knock) หรือมีความแปรปรวนสูง (cycle by cycle variation) สามารถเปลี่ยนระบบจุดระเบิดจากแบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (spark ignition) เป็นแบบจุดระเบิดด้วยการอัด (compression ignition) ได้โดยการเปลี่ยนฝาสูบและระบบจ่ายเชื้อเพลิง ระบบจ่ายเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นคาร์บิวเรเตอร์ยี่ห้อ Zenith model 36 WIP ซึ่งถูกดัดแปลงให้สามารถเปลี่ยนอัตราส่วนผสมอากาศ-เชื้อเพลิงได้ โดยการปรับเข็มมหนู (main jet needle) ทำให้อัตรา

การไหลของเชื้อเพลิงเปลี่ยนไป นอกจากนั้นระบบจุดระเบิดซึ่งเป็นแบบแมกเนโต ยังสามารถปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าได้ในช่วงตั้งแต่ 20 - 60 องศา ก่อนศูนย์ตายบน

3.1.1 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์ทดสอบ

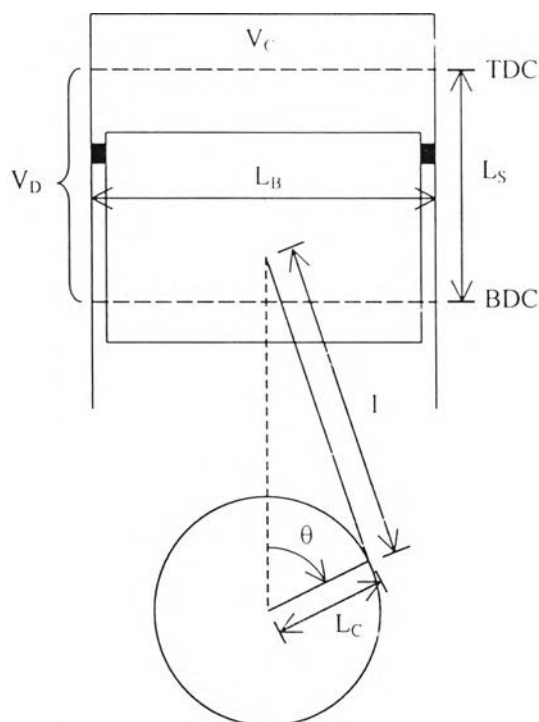
ยี่ห้อ - รุ่น	Ricardo - E6	
กลวิภูการทำงาน	4	จังหวะ
จำนวนกระบอกสูบ	1	
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	76.2 x 110.0	mm.
ความจุกระบอกสูบ	507	cc.
อัตราส่วนการอัดที่ทดสอบ	8 : 1	
ลักษณะห้องเผาไหม้	disk shape	
ตำแหน่งหัวเทียน	มุมบนห้องเผาไหม้	
ระบบจ่ายเชื้อเพลิง	คาร์บิวเรเตอร์	
ระบบจุดระเบิด	แมกเนโต	
เชื้อเพลิงที่ใช้	Gasoline RON 95	

บนฝาสูบสำหรับระบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟนั้นจะมีรูสองรู สำหรับหัวเทียนและ pressure transducer หรืออุปกรณ์วัดภายในกระบอกสูบอื่นๆ มีลื่นไอดีและลื่นไอเสียอย่างละหนึ่งซึ่งมีจังหวะการเปิดปิดดังแสดงในแผนภาพรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงจังหวะการเปิดปิดลื่นไอดีและไอเสีย

ลักษณะรูปร่างของห้องเผาไหม้เป็นแบบแบนราบ (disk shape) มีรูปร่างและตัวแปรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3



พารามิเตอร์	ค่า
Bore, L_B , (mm.)	76.2
Stroke, L_S , (mm.)	110.0
Displaced Volume, V_D , (cc.)	507.0
Con. Rod Length, l , (mm.)	234.3
Crank Radius, L_C , (mm.)	55.0

รูปที่ 3.3 แผนภาพและตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ทดสอบ Ricardo E6

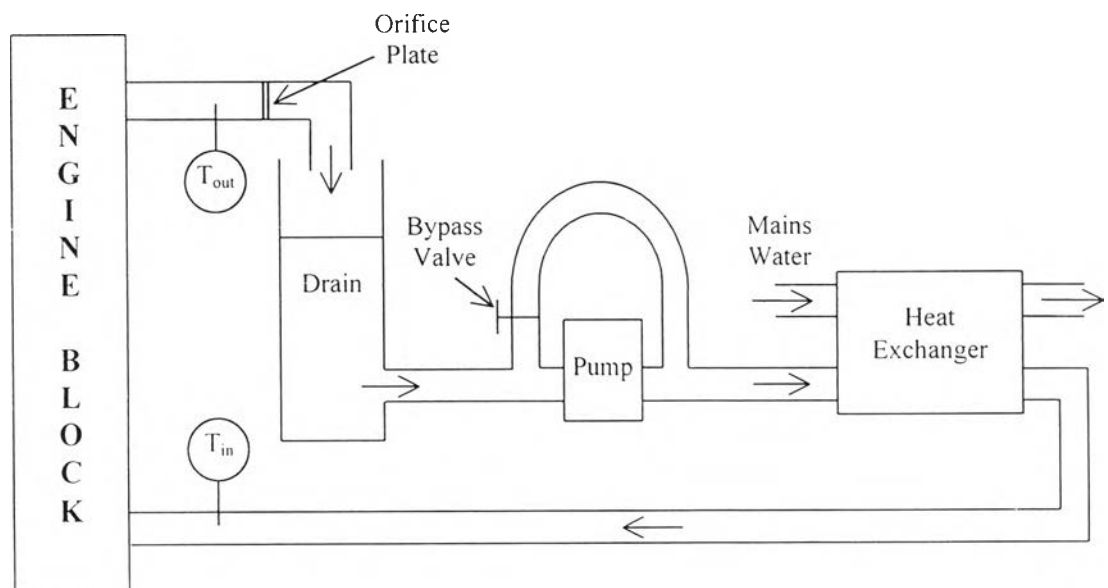
จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่าเครื่องยนต์ Ricardo E6 สามารถปรับอัตราส่วนการอัดได้โดยเลื่อนปลอกสูบขึ้นหรือลง ทำให้ปริมาตร V_C (clearance volume) เปลี่ยนโดยที่ปริมาตร V_C (swept or displaced volume) คงที่ ซึ่งจากนิยามของอัตราส่วนการอัด คือ

$$r_c = (V_C + V_D) / V_C = (V_C / V_D) + 1$$

3.1.2 ไดนาโมมิเตอร์และหน่วยควบคุม (Dynamometer and Control Unit) สามารถเป็นได้ทั้งเจนเนอเรเตอร์และมอเตอร์ในตัว กล่าวคือ เมื่อต้องการใช้เป็นภาระของเครื่องยนต์จะทำหน้าที่เป็นเจนเนอเรเตอร์ โดยมีหลักการคือ เครื่องยนต์จะขับเคลื่อนตัวนำตัดกับสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น เมื่อต่อเข้ากับขดลวดความต้านทานสูงก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ในทางกลับกัน เมื่อต้องการสตาร์ทเครื่องยนต์ ไดนาโมมิเตอร์จะทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ โดยมีหลักการคือ ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดซึ่งอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงกระทำขึ้นบนขดลวดและทำให้ขดลวดนั้นเคลื่อนที่ เครื่องยนต์ซึ่งอยู่บนแกนเดียวกับขดลวดก็จะหมุนตาม สำหรับไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้มีรายละเอียดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

ยี่ห้อ - รุ่น	BKB Dynamo	
แบบ	Swinging Field Dynamometer	
หน่วยควบคุม	Cussons Ricardo Control Unit	
กำลังสูงสุด	22	kW.
รอบสูงสุด	3,000	rev./min.
ความยาวแขนวัดแรงบิด	45.7	cm.

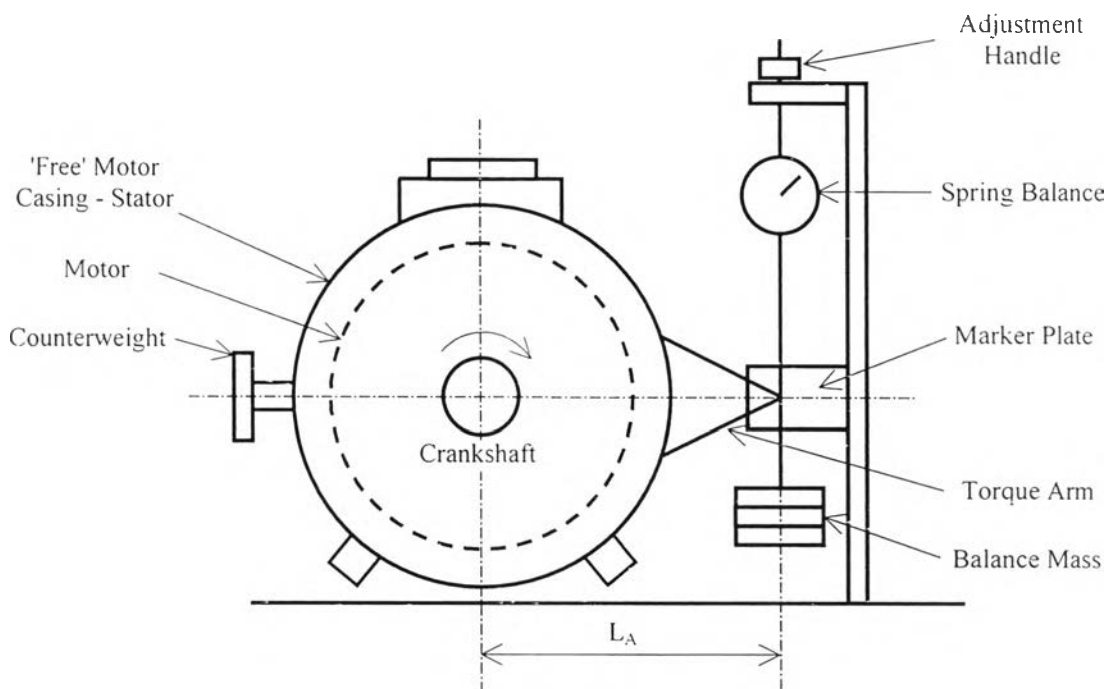
3.1.3 ระบบน้ำหล่อเย็น เครื่องยนต์หล่อเย็นด้วยน้ำ โดยมีตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ระหว่างวงจรน้ำหล่อเย็นกับน้ำประปาจากท่อหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.4 จากระบบดังกล่าวทำให้หาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องยนต์ได้



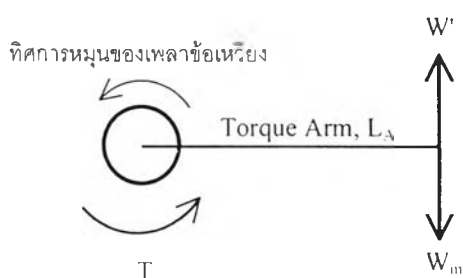
รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงระบบหล่อเย็นของเครื่องยนต์ทดสอบ Ricardo E6

3.2 อุปกรณ์วัดที่ใช้ในการทดสอบเครื่องยนต์

3.2.1 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Engine Torque) การวัดแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ โดยทั่วไปทำโดยหาค่าแรงบิดที่ใช้เบรคเครื่องยนต์ (brake torque) ในการทดสอบนี้แผนภาพของอุปกรณ์และวิธีการวัดแรงบิดแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 และ รูปที่ 3.6 ตามลำดับ



รูปที่ 3.5 แผนภาพอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงบิด



รูปที่ 3.6 ภาพประกอบวิธีการวัดแรงบิด

โดยแรงบิดหาได้จาก

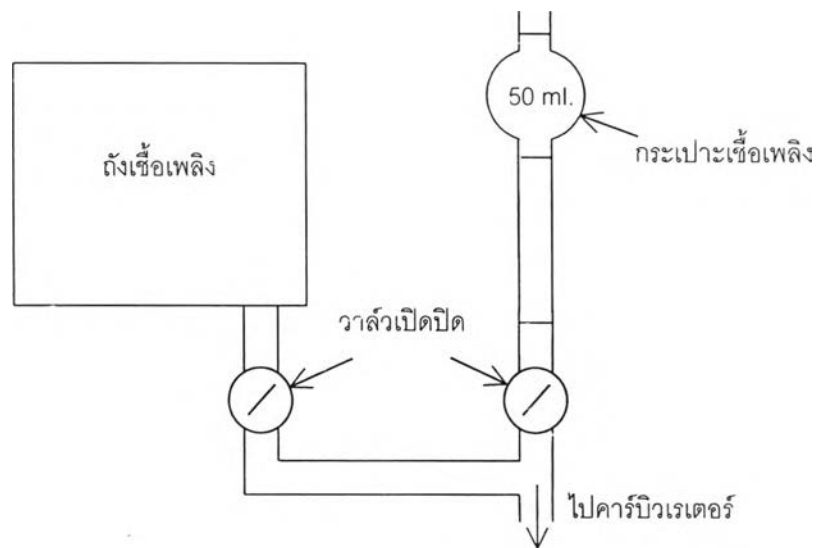
$$\begin{aligned}
 T &= W_m \cdot L_A - W' \cdot L_A \\
 &= (W_m - W') \cdot L_A
 \end{aligned}$$

3.2.2 Air Flow Meter ที่ใช้เป็นแบบ Viscous flowmeter พิสัย 0 - 50 m³/hr โดยวัด Head คล่อม flowmeter ด้วย red-oil incline manometer ซึ่งปรับระดับความเอียงได้ 3 ระดับ โดยคำนวณอัตราการไหลได้จากสูตร

$$\text{อัตราการไหล (m}^3/\text{hr)} = 4.43 \times \text{Head (cms น้ำ)}$$

3.2.3 การวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิง โดยการใช้นาฬิกาจับเวลาการใช้เชื้อเพลิงภายในหลอดปิเปต (Pipette tube) จำนวน 50 มิลลิลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3.7

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ml/sec.)} = 50 \text{ (ml)} / \text{เวลาที่ใช้ (sec.)}$$

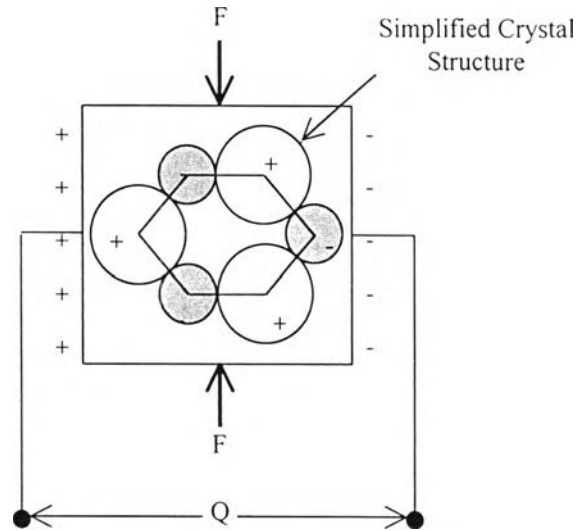


รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพการวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิง

3.2.4 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ (Tachometer) เป็น Digital tachometer ซึ่งใช้ optical sensor ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดแสง และเป็นตัวตรวจจับ (detect) แสงที่สะท้อนกลับจากแถบสะท้อนแสงซึ่งติดอยู่บน flywheel เกิดสัญญาณ pulse ซึ่งจะมีวงจรไฟฟ้านับสัญญาณและแสดงผลเป็นค่าความเร็วรอบต่อนาที

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและเก็บค่าความดันในระบบอกสูบ

3.3.1 Piezo electric pressure transducer โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างของ transducer ชนิดนี้จะประกอบไปด้วยผลึกควอทซ์ ซึ่งจะจ่ายประจุไฟฟ้าออกมา เมื่อมีแรงกระทำบนผลึกซึ่งประจุที่จ่ายออกมามีค่าแปรตามแรงกระทำนั้นดังแผนภาพแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพหลักการทำงานของ piezo electric transducer

สำหรับรายละเอียดทางเทคนิคของ Piezo electric pressure transducer ที่ใช้มีดังนี้

ยี่ห้อ - รุ่น	AVL	
type	Piezo electric / water cooled transducer	
Sensitivity	11.85	pC/bar
Dynamic measuring range	0 - 150	bar
Resolution	0.004	bar
Capacitance	3.1	pF
Natural frequency	100	Hz.
Linearity	< ± 0.6	%FS

3.3.2 Charge Amplifier หน้าทีของ charge amplifier คือแปลงสัญญาณการเปลี่ยนแปลงประจุที่จ่ายมาจาก piezo electric pressure transducer ให้อยู่ในรูปของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเพื่อนำไปแสดงผลหรือประมวลผลในรูปแบบต่างๆต่อไป เช่น แสดงผลด้วย Osilloscope ,แปลงจากสัญญาณ analog เป็น digital เพื่อเก็บค่าไปทำการวิเคราะห์ ฯลฯ รายละเอียดทางเทคนิคของ charge amplifier ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

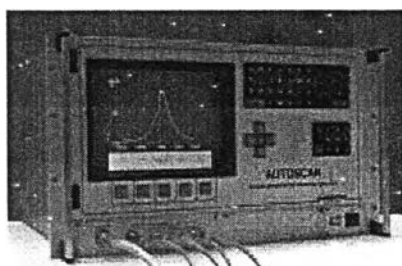


รูปที่ 3.9 Charge Amplifier ที่ใช้ในการทดสอบ

ยี่ห้อ-รุ่น	Kistler 5011b11	
Measuring range	± 10 to 999,000	pC
Transducer sensitivity	0.01 to 9,990	pC/MU
Scale	0.001 to 9,990,000	MU/V
Output voltage & current	± 10 & ± 5	V & mA
Output impedance	10	Ω
Amplitude linearity	$\leq \pm 0.05$	%
Accuracy of measuring range		
	$\leq +99.9$ pC (FS)	$\leq \pm 3$ %
	$\geq +100$ pC (FS)	$\leq \pm 1$ %
Drift (due to leakage current)	$\leq \pm 0.03$	pC/s

3.3.3 *Shaft encoder* เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แปลงการหมุนของเพลาเป็น pulses สำหรับการวัดที่ต้องการความแม่นยำสูง สำหรับ shaft encoder ที่ใช้ในการทดสอบนี้ ยี่ห้อ Cussons model P4503 มีความละเอียดถึง 0.1 องศาเพลาข้อเหวี่ยง คือ จะกำเนิด pulse ออกมาเมื่อเครื่องยนต์หมุนไปทุก 0.1 องศาเพลาข้อเหวี่ยง

3.3.4 *Data acquisition and processing system* ในการทดสอบนี้ใช้ Cussons P4500 (Autoscan) ดังแสดงในรูปที่ 3.10 เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูล โดย synchronization สัญญาณแรงดันไฟฟ้าจาก charge amplifier กับสัญญาณ pulse จาก shaft encoder แล้วแปลงสัญญาณจาก analog เป็น digital มีจอมอนิเตอร์แบบโมโนโครมสามารถประมวลผลและแสดงผลในรูปของกราฟ P - θ หรือ P - V ได้ เมื่อทำการวัดค่า autoscan จะบันทึกค่าที่ได้ลงในหน่วยความจำของเครื่อง และสามารถถ่ายเทข้อมูลไปสู่คอมพิวเตอร์ ผ่านทาง serial interface สำหรับ autoscan มีรายละเอียดทางเทคนิคดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 แสดงภาพของ Autoscan

analog input	4 channels ,10 volt span (0 - 10 V หรือ -5 ถึง +5 V)
Resolution	0.025 FS (12 bit)
Accuracy	0.05%FS (0.17% FS max.)
Max acquisition speed	> 250,000 12 bit samples/second/channel

