



การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM 5000 ในการวัดค่าทางกล

The application of the data recorder model ADAM 5000
to use for mechanical measurement



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

047579

การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM 5000 ในการวัดค่าทางกล

The application of the data recorder model ADAM 5000

to use for mechanical measurement



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM-5000 ในการวัดค่าทางกล

The application of the data recorder model ADAM 5000 to use for mechanical measurement

ผู้จัดทำ

- | | | |
|------------------------|--------------|----------|
| 1. นายจิตรเพชร มีสี | รหัสประจำตัว | 45515972 |
| 2. นายสมศักดิ์ สาระทวย | รหัสประจำตัว | 45515998 |



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วสันต์ คังคำจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM 5000 ในการวัดค่าทางกล

นายจิระพร มีสี 45515972

นายสมศักดิ์ สารทวย 45515998

อาจารย์วสันต์ ศิวังคำจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูลที่วัดได้ทางกล รุ่น ADAM-5000 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Advantech VisiDAQ โดยได้ทำการศึกษาการใช้งาน และความสามารถของ ADAM-5000 และ โปรแกรม Advantech VisiDAQ สำหรับใช้ร่วมกับอุปกรณ์ทางกลเพื่อบันทึกค่าทางกลของ แรง ความเร็วรอบและอุณหภูมิ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ คือเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุแบบปลายหมุนอิสระ (Fatigue test engine) และเครื่องเก็บพลังงานอาทิตย์ (Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles) จากการทดลองพบว่าค่าที่ได้จากเครื่องบันทึกและประมวลผลได้ค่าความถูกต้องตามต้องการ

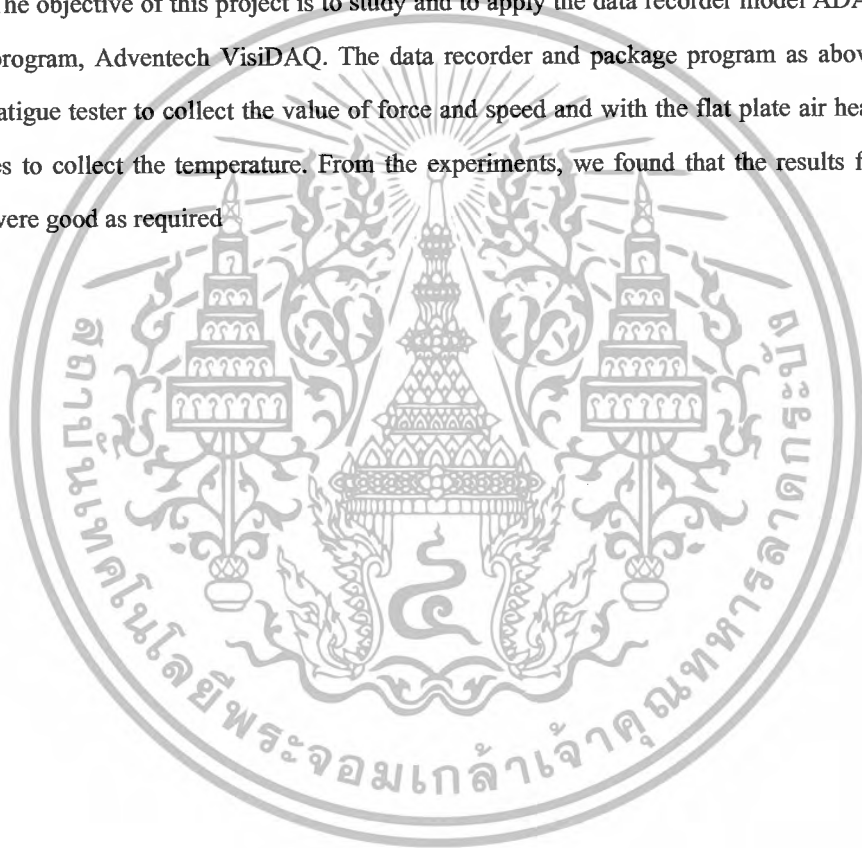
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**The application of the data recorder model ADAM 5000
to use for mechanical measurement**

JITTAPORN MEESEE
SOMSAK SARATUAY

ABSTRACT

The objective of this project is to study and to apply the data recorder model ADAM-5000 and package program, Adventech VisiDAQ. The data recorder and package program as above were used with the fatigue tester to collect the value of force and speed and with the flat plate air heater with fins and baffles to collect the temperature. From the experiments, we found that the results from the data recorder were good as required.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจจะสำเร็จได้ด้วยดี ถ้าหากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งบุคคลที่มีความสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์วสันต์ คีวงคำจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดซึ่งต้องขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง ตลอดจนอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน และอาจารย์สุวิทย์ สานติพิบูล อาจารย์ประจำคณะวิชาช่างกล โลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี ที่ให้คำแนะนำในการออกแบบเครื่องทดสอบความล้า คุณ ไชยรัตน์ เพชรศิริ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเครื่องกล ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา ซึ่งก็ต้องขอขอบพระคุณ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้คณะผู้เขียนมีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนคณะผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมาในทุก ๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ คณะผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาทและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 การล้า (Fatigue)	2
2.1.1 ตัวอย่างการทดสอบความล้าด้วยการหมุน-คัตสำหรับโลหะ	3
2.1.2 ตัวอย่างการทดสอบความล้าหมุน-คัต แบบปลายหมุนอิสระ	5
2.1.3 ขั้นตอนทดสอบ ตามมาตรฐาน มอก.	7
2.2 เครื่องมือวัด	9
2.2.1 โหลดเซลล์ (Load Cell)	9
2.2.2 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)	11
2.2.3 เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน	18
2.2.4 Resistance Temperature Detectors (RTD)	23
2.2.5 ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์	26
บทที่ 3 ระบบ ADAM-5000 (ADAM-5000 System)	29
3.1 ADAM-5000	29
3.2 หน่วยสัญญาณเข้า-ออก (I/O Modules)	31
3.2.1 ADAM-5013	31
3.2.2 ADAM-5017H	32
3.2.3 ADAM-5018	34
3.3 โปรแกรม Advantech VisiDAQ	36
3.3.1 เครื่องมือในการเขียนโปรแกรมรับค่าของ Program VisiDAQ	36
3.3.2 การสร้างเครื่องมือแสดงผล (Display Designer)	42
3.3.3 การติดตั้ง Drivers ADAM-5000 และ โปรแกรม VisiDAQ	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.3.4 การติดต่อกับอุปกรณ์	50
บทที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	54
4.1 หลักการทำงานของระบบ	54
4.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ	54
4.3 หลักการทำงานของเครื่องทดสอบความถี่	55
4.4 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความถี่	56
4.5 ชั้นทดสอบที่ใช้ในการทดลอง	60
4.6 เครื่องมือวัด	60
4.7 ชุดรับข้อมูล	64
4.8 ส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูล	65
4.8.1 ส่วนรับค่าและเก็บข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบความถี่	65
4.8.2 ส่วนแสดงข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบความถี่	73
4.8.3 ส่วนรับค่าและเก็บข้อมูลสำหรับ เครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles	77
บทที่ 5 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	82
5.1 การทดลอง การเก็บข้อมูลจากเครื่องทดสอบความถี่ แบบปลายหมุนอิสระ	82
5.1.1 ขั้นตอนการทดลอง	82
5.1.2 ผลการทดลอง	86
5.2 การทดลอง การเก็บข้อมูลจากเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles	88
5.2.1 ขั้นตอนการทดลอง	88
5.2.2 ผลการทดลอง	90
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	92
6.1 สรุปผลการทดลอง	92
6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องทดสอบความถี่	92
ภาคผนวก	93
บรรณานุกรม	100

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2-1 แสดงค่าความเค้นตัดสถิตย์ (σ_{ba}) และค่า จำนวนรอบที่ขาด (N)	6
ตารางที่ 2-2 มิติของชิ้นทดสอบภาคตัดวงกลม	8
ตารางที่ 2-3 แสดงคุณสมบัติทางกลของ โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบ	10
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5000	30
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5000 (ต่อ)	31
ตารางที่ 3-2 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5013	32
ตารางที่ 3-3 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5017H	33
ตารางที่ 3-4 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5018	34
ตารางที่ 3-4 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5018 (ต่อ)	35
ตารางที่ 3-5 แสดงเครื่องมือการคำนวณ	39
ตารางที่ 4-1 การสอบเทียบมาตรฐาน โหลดเซลล์	61
ตารางที่ 4-2 ค่าการสอบเทียบมาตรฐาน เซนเซอร์วัดรอบ (พรีอักษิมิต์ เซนเซอร์)	62
ตารางที่ 5-1 แสดงค่าที่ได้จากการทดสอบความล้า	86
ตารางที่ 5-1 แสดงค่าที่ได้จากการทดสอบความล้า(ต่อ)	87
ตารางที่ ก. 1 แสดงขนาดของโหลดเซลล์ตามขนาดของแรงที่รับได้ หน่วยเป็น มิลลิเมตร	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 2-1 แสดงกราฟ S-N ของอะลูมิเนียม และเหล็ก	3
รูปที่ 2-2 การทดสอบการหมุนรับภาระคัต	4
รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะการเกิดความเค้นสลับและภาพถ่ายด้วยแรงของเพลลา	4
รูปที่ 2-4 แสดงลักษณะภาพถ่ายด้วยแรงของเพลลา	5
รูปที่ 2-5 ตัวอย่างชิ้นทดสอบความล้าแบบหมุนคัต	5
รูปที่ 2-6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นคัตสลับกับจำนวนรอบที่ขาด (S-N Curve)	6
รูปที่ 2-7 ตัวอย่างชิ้นทดสอบความล้าแบบปลายหมุนอิสระและภาพถ่ายรอยขาดของชิ้นทดสอบ	7
รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะชิ้นทดสอบ	7
รูปที่ 2-9 โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบ (Shear-web-type load cell)	10
รูปที่ 2-10 ลักษณะการต่อวงจรตามทฤษฎีของ Thomson Seebeck	11
รูปที่ 2-11 แสดงปรากฏการณ์การไหลของกระแสของ Seebeck	12
รูปที่ 2-12 แสดงผลการทดลองของ Peltier	12
รูปที่ 2-13 แสดงลักษณะการทดลองของ Thomson	13
รูปที่ 2-14 แสดงโลหะแทรก	14
รูปที่ 2-15 แสดงกฎของอุณหภูมิตแทรก	15
รูปที่ 2-16 อุณหภูมิช่วงกลางสายจะไม่มีผลต่อการเกิดแรงดันไฟฟ้า	15
รูปที่ 2-17 รูปแสดงการขนานเทอร์โมคัปเปิลเป็นการหาอุณหภูมิเฉลี่ย	16
รูปที่ 2-18 แสดงการหาผลต่างของอุณหภูมิจุด T_1 และ T_2	16
รูปที่ 2-19 การต่อเทอร์โมคัปเปิลเพิ่มไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น	17
รูปที่ 2-20 การต่ออนุกรมเทอร์โมคัปเปิล	17
รูปที่ 2-21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ S	18
รูปที่ 2-22 กราฟแสดงคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ R เปรียบเทียบกับแบบ S	19
รูปที่ 2-23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ B	19
รูปที่ 2-24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ J	20
รูปที่ 2-25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K	21
รูปที่ 2-26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ T	22
รูปที่ 2-27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ E	23
รูปที่ 2-28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความต้านทานและอุณหภูมิ	23
รูปที่ 2-29 แสดงโครงสร้างและการติดตั้งใช้งาน RTD	24
รูปที่ 2-30 แสดงการต่อวงจร RTD แบบ 3 สายร่วมกับวงจรบริดจ์	26
รูปที่ 2-31 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาต์พุท ที่มีทรานซิสเตอร์แบบ PNP	27
รูปที่ 2-32 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาต์พุท ที่มีทรานซิสเตอร์แบบ NPN	27

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-1 ระบบ ADAM-5000	29
รูปที่ 3-2 ADAM-5000	30
รูปที่ 3-3 ADAM-5013	31
รูปที่ 3-4 ADAM-5017H	33
รูปที่ 3-5 ADAM-5018	34
รูปที่ 3-6 เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมรับข้อมูล	36
รูปที่ 3-7 แสดงสัญลักษณ์ของ สัญญาณเข้า	36
รูปที่ 3-8 การตั้งค่าสัญญาณเข้า	37
รูปที่ 3-9 แสดงหน้าต่างการเทียบค่าสัญญาณเข้า	37
รูปที่ 3-10 แสดงสัญลักษณ์ของตัวรับสัญญาณเข้าทางอุณหภูมิ	38
รูปที่ 3-11 แสดงการตั้งค่าของตัวรับสัญญาณเข้าทางอุณหภูมิ	38
รูปที่ 3-12 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์	38
รูปที่ 3-13 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งการหาค่าเฉลี่ย	40
รูปที่ 3-14 แสดงการตั้งค่าของ ตัวรับคำสั่งการหาค่าเฉลี่ย	40
รูปที่ 3-15 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งบันทึกค่า	40
รูปที่ 3-16 แสดงการตั้งค่าของ ตัวรับคำสั่งบันทึกค่า	41
รูปที่ 3-17 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวแสดงเวลา	42
รูปที่ 3-18 แสดงการตั้งค่าของ ตัวแสดงเวลา	42
รูปที่ 3-19 แสดงสัญลักษณ์ของ เครื่องมือแสดงผล	43
รูปที่ 3-20 แสดงการตั้งค่าของเครื่องมือการแสดงผลเป็นตัวเลข	43
รูปที่ 3-21 แสดงการตั้งค่าของ เครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟ ของ XY Graph Display Item	44
รูปที่ 3-22 แสดงการตั้งค่าของ เครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟ ของ Trend Graph Display Item	45
รูปที่ 3-23 แสดงสัญลักษณ์ของ การแสดงผลในรูปของกราฟแท่ง	45
รูปที่ 3-24 แสดงสัญลักษณ์ของ การแสดงผลในรูปของมิเตอร์	46
รูปที่ 3-25 แสดงสัญลักษณ์ของ เครื่องมือควบคุมการเปิด-ปิด การทำงาน	46
รูปที่ 3-26 แสดงการเลือกที่การติดตั้ง	47
รูปที่ 3-27 แสดงการเลือกที่ ADAM-5000 Utility	47
รูปที่ 3-28 แสดงการเลือกโฟลเดอร์ DISK1 ในการติดตั้งโปรแกรม VisiDAQ	48
รูปที่ 3-29 แสดงการเลือกโฟลเดอร์ SETUP ในการติดตั้งโปรแกรม VisiDAQ	48
รูปที่ 3-30 แสดงการเลือกคลิกที่ ถัดไป (Next)	49
รูปที่ 3-31 แสดงการลงโปรแกรม VisiDAQ ในพื้นที่ C : ของคอมพิวเตอร์	49
รูปที่ 3-32 แสดงการลงโปรแกรม VisiDAQ standard Edition	50

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-33 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ Setup>Devices	50
รูปที่ 3-34 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ Add > Advantech com devices >Install >Port	51
รูปที่ 3-35 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ Port 1 > ok	51
รูปที่ 3-36 แสดงเลือกการติดตั้งอุปกรณ์การติดต่อกับ ADAM- 5000	52
รูปที่ 3-37 แสดงการติดตั้งหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก	52
รูปที่ 4-1 ระบบในการเก็บข้อมูล	54
รูปที่ 4-2 แสดงเครื่องทดสอบความถี่	54
รูปที่ 4-3 แสดงเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles	55
รูปที่ 4-4 มอเตอร์ต้นกำลัง	56
รูปที่ 4-5 คัปปลิง	56
รูปที่ 4-6 เพลาส่งกำลัง	57
รูปที่ 4-7 ชุดจับยึดชิ้นทดสอบ	57
รูปที่ 4-8 แบริ่งรองรับเพลลา	58
รูปที่ 4-9 ลิ้มิตสวิตซ์	58
รูปที่ 4-10 เบรกเกอร์	59
รูปที่ 4-11 ชุดแรงกระทำสำหรับชิ้นทดสอบ	59
รูปที่ 4-12 ขนาดของชิ้นทดสอบความถี่แบบปลายหมุนอิสระที่ใช้ในการทดลอง	60
รูปที่ 4-13 กราฟแสดงการสอบเทียบมาตรฐาน โพลดเซลล์	62
รูปที่ 4-14 กราฟแสดงการสอบเทียบมาตรฐาน เซนเซอร์วัดรอบ (พร้อมขมิ้มี่ เซนเซอร์)	63
รูปที่ 4-15 ชุดรับข้อมูล	64
รูปที่ 4.16 โปรแกรมรับค่าสำหรับเครื่องทดสอบความถี่	65
รูปที่ 4.17 การติดตั้งตัวรับข้อมูล รุ่น ADAM-5000	65
รูปที่ 4.18 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับรับสัญญาณเข้า(AI)	66
รูปที่ 4.19 แสดงค่าช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูลและค่าที่ต้องการของโพลดเซลล์	66
รูปที่ 4.20 แสดงการป้อนค่าตามสูตรความถี่	67
รูปที่ 4.21 แสดงการป้อนค่าตามสูตรความถี่ในส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลาง	67
รูปที่ 4.22 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับเฉลี่ยค่า(Average Block)	68
รูปที่ 4.23 แสดงการตั้งค่าในเครื่องมือรับสัญญาณเข้า (AI) สำหรับการรับค่าจากพร้อมขมิ้มี่ เซนเซอร์	68
รูปที่ 4.24 แสดงค่าช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูลและค่าที่ต้องการของพร้อมขมิ้มี่ เซนเซอร์	69
รูปที่ 4.25 แสดงการสร้างเครื่องมือเฉลี่ยค่า (Average Block) สำหรับค่าของพร้อมขมิ้มี่ เซนเซอร์	69
รูปที่ 4.26 แสดงค่าที่ได้จากการเฉลี่ยค่า (Average Block) สำหรับค่าที่เป็นวินาที	70

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 4.27 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับจับเวลา	70
รูปที่ 4.28 แสดงรูปโปรแกรมของการคำนวณ ค่าของรอบต่อวินาที คูณกับเวลาเป็นวินาที	71
รูปที่ 4.29 แสดงค่าการสร้างเครื่องมือสำหรับการคำนวณ ค่าของรอบต่อวินาที คูณกับเวลาเป็นวินาที	71
รูปที่ 4.30 แสดงส่วนของการบันทึกข้อมูล	72
รูปที่ 4.31 แสดงหน้าต่างแสดงผลของ Measurement of Fatigue	73
รูปที่ 4.32 แสดงการตั้งค่าการเปลี่ยนหน้าต่างการแสดงผลหน้าที่ 1 ไปหน้าที่ 2	73
รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างแสดงผลของเส้นผ่านศูนย์กลาง	74
รูปที่ 4.34 แสดงการตั้งค่าตัวควบคุมค่าทางตัวเลข (Numeric Control Display Item) ของเส้นผ่าน ศูนย์กลาง	74
รูปที่ 4.35 แสดงหน้าต่างแสดงผลของการรับค่าเวลา	74
รูปที่ 4.36 แสดงการตั้งค่าตัวควบคุมค่าเครื่องมือการแสดงผลเวลาปัจจุบัน (Time Stamp Block)	75
รูปที่ 4.37 ส่วนแสดงผลหน้าที่ 2 ของการรับข้อมูลจากเครื่องทดสอบความล้า	75
รูปที่ 4.38 แสดงการตั้งค่าสวิตช์ควบคุมการเปิดปิด (Binary Button Display Item)	76
รูปที่ 4.39 โปรแกรมรับค่าสำหรับเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles	77
รูปที่ 4.40 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับค่าอุณหภูมิ (Temperature Measurement Block)	78
รูปที่ 4.41 แสดงการกำหนดค่าเครื่องมือบันทึกข้อมูล Log File Block	79
รูปที่ 4.42 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับคำสั่งการเปิด-ปิด (Tag Block)	79
รูปที่ 4.43 ส่วนแสดงผลหน้าจอกอมพิวเตอร์สำหรับเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles	80
รูปที่ 4.44 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับคำสั่งส่วนแสดงผลข้อมูลกราฟแท่ง (Bar Graph Display Item)	81
รูปที่ 5.1 การประกอบขึ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบความล้า	82
รูปที่ 5.2 แสดงการใช้โปรแกรม ADAM Utility	83
รูปที่ 5.3 แสดงการเลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก เป็น ADAM-5018 ตัวที่ 1	83
รูปที่ 5.4 แสดงการเข้าโปรแกรมเพื่อเริ่มการทำงาน โปรแกรม Fatigue test engines	84
รูปที่ 5.5 แสดงปุ่ม Start สำหรับโปรแกรม Fatigue test engines	84
รูปที่ 5.6 แสดงส่วนของการเลือกขนาดขึ้นทดสอบ	85
รูปที่ 5.7 แสดงมือหมุนสำหรับปรับขนาดของแรงและส่วนแสดงผลหน้าจอก	85
รูปที่ 5.8 แสดงช่อง TIME และ Log S-N สำหรับการบันทึกข้อมูล (ล็อกค่า)	86
รูปที่ 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค้นตัดสลัดกับจำนวนรอบที่ขาด	87
รูปที่ 5.10 ลักษณะการขาดของขึ้นทดสอบ	88

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 5-11 แสดงการเลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก และการเปลี่ยนการรับข้อมูล สำหรับการรับค่าจากเทอร์โมคัปเปิล	89
รูปที่ 5-12 แสดงปุ่ม Start สำหรับโปรแกรม Solar test engines	89
รูปที่ 5-13 แสดงส่วนแสดงผลของโปรแกรมขณะทำการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ	90
รูปที่ 5-14 แสดงผลของการวัดอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ไหลผ่านแผ่นรับความร้อน	90
รูปที่ 5-15 แสดงผลของการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆของแผ่นรับความร้อน	91
รูปที่ ก. 1 แสดงขนาดของโพลลเซลล์	93
รูปที่ ข. 1 แสดงภาพเครื่องทดสอบความล้าสามมิติ	94
รูปที่ ข. 2 ภาพชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องทดสอบความล้า	95
รูปที่ ข. 3 เพลตส่งกำลัง และ เสารองรับโพลลเซลล์	96
รูปที่ ข. 4 ชุดหัวจับขึ้นทดสอบ	97
รูปที่ ข. 5 ชุดรองรับปลายขึ้นทดสอบ	98
รูปที่ ข. 6 ชุดมือหมุน	99



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรได้จัดการเรียนการสอนรายวิชาการวัดทางกล ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล และ วิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งรายวิชาดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องวัดและบันทึกค่าทางกล เช่น อุณหภูมิ ความดัน แรง เป็นต้น แต่เนื่องจากว่าอุปกรณ์สำหรับวัดและบันทึกค่าดังกล่าวมีจำนวนจำกัด ดังนั้น โครงการนี้ จึงได้ทำการศึกษาและสร้างอุปกรณ์สำหรับการวัดและการเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในรายวิชาข้างต้นรวมทั้งรองรับงานวิจัยของสาขาวิชา

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อการศึกษาและประยุกต์ใช้เครื่องบันทึก รุ่น ADAM-5000 และ โปรแกรม Advantech VisiDAQ ในการเก็บข้อมูลที่ได้ออกจากการวัดทางกล เช่น อุณหภูมิ แรง และความเร็วรอบ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 เขียนโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อเก็บข้อมูลที่ได้ออกจากการวัดโดยใช้อุปกรณ์บันทึก รุ่น ADAM-5000 และ โปรแกรมสำเร็จรูป Advantech VisiDAQ

1.3.2 สร้างเครื่องทดสอบความล้าหมุน-ตัด แบบปลายหมุนอิสระสำหรับทดสอบเพื่อบันทึกค่าเครื่องมือวัดทางกล

1.4 วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยในโครงการนี้จะเริ่มด้วยการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีการล้าและการทดสอบความล้าของวัสดุ มาตรฐานของชิ้นทดสอบ เครื่องมือวัดทางกล ความสามารถ หรือคุณสมบัติเฉพาะของระบบ ADAM-5000 รวมไปถึงเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมรับค่า และการติดตั้งสำหรับ โปรแกรม Advantech VisiDAQ ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ 2 และ 3 จากนั้นก็จะนำเอาความรู้ที่ได้ศึกษาทั้งหมดมาสร้างเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ และประยุกต์ใช้กับระบบในการเก็บข้อมูล ซึ่งจะมีรายละเอียดในบทที่ 4 โดยจะกล่าวถึงส่วนประกอบของระบบ การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด การเขียน โปรแกรมรับค่าและเก็บค่าจากเครื่องมือวัดทางกล และ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบความล้า

จากนั้นก็จะเป็นการทดสอบระบบทั้งหมด เพื่อเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับข้อมูลเบื้องต้นในการดำเนินงาน โดยมีรายละเอียดในบทที่ 5 และบทที่ 6 จะเป็นการสรุปผลจากการทดสอบระบบ ในการเก็บข้อมูล และแนวทางในการปรับปรุงส่วนประกอบของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

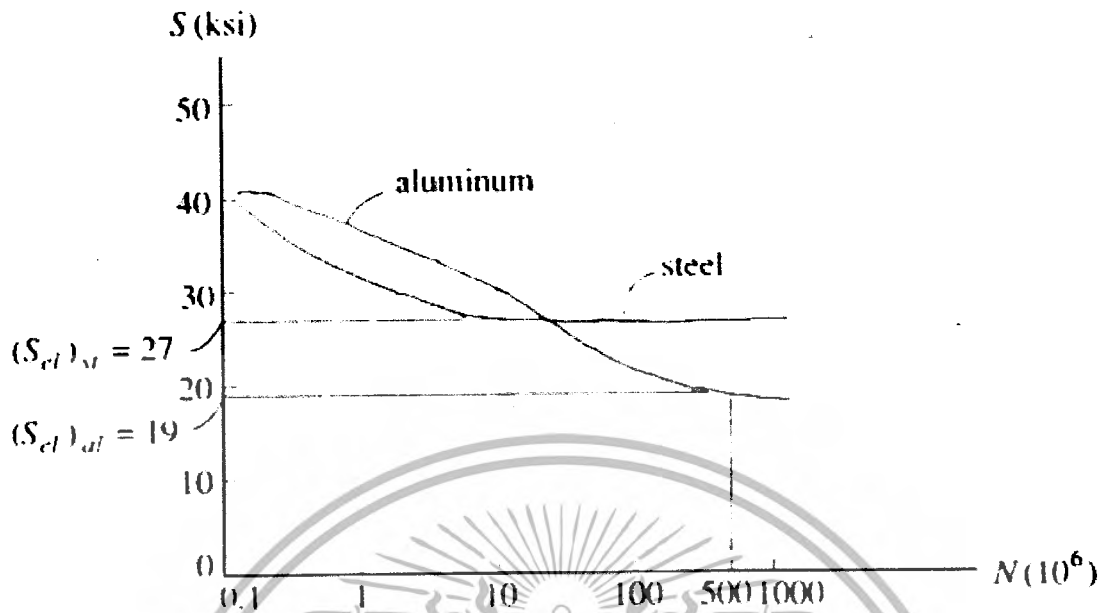
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การล้า (Fatigue)

เมื่อโลหะถูกกระทำด้วยหน่วยแรงหรือความเครียดแบบกลับไปกลับมา เป็นวงรอบอย่างซ้ำๆ (Repeated Cycles) จะทำให้โครงสร้างโลหะมีรูปร่างที่แอ่ง จึงนำไปสู่การแตกหัก พฤติกรรมดังกล่าวนี้ เรียกว่า “การล้า (Fatigue)” ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการแตกหักที่เกิดขึ้นมากในแท่งโลหะที่มีการต่อเชื่อมกัน และบริเวณเพลลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ จุดต่อเชื่อมหรือฐานรองรับของสะพาน ล้อรถไฟ และส่วนอื่นๆ ที่ถูกกระทำด้วยแรงกระทำแบบกลับไปกลับมาเป็นวงรอบอย่างซ้ำๆ ในทุกกรณี การแตกหักจะเกิดขึ้นได้แม้หน่วยแรงที่จุดนั้นจะมีค่าต่ำกว่าหน่วยแรงครากของวัสดุ

ธรรมชาติของการแตกร้าวนั้น จะปรากฏผลเป็นบริเวณเล็กๆ บนพื้นผิวของชิ้นส่วนที่บริเวณที่มีหน่วยแรงมากกว่าหน่วยแรงเฉลี่ย ซึ่งกระทำบนหน้าตัด และเมื่อหน่วยแรงที่มีค่าสูงนี้กระทำเป็นวงรอบ จะทำให้เกิดการแตกร้าวน้อยๆ การเกิดรอยร้าวนี้อาจทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของหน่วยแรงที่บริเวณขอบดังกล่าว ในขณะที่หน่วยแรงยังกระทำต่อไปเป็นวงรอบอย่างต่อเนื่อง ในที่สุดพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนจะลดลง และเกิดการแตกหักขึ้นทันที วัสดุถึงแม้จะมีลักษณะเดิมเป็นวัสดุเหนียว แต่จะกลับเป็นวัสดุที่มีพฤติกรรมเหมือนวัสดุเปราะ

เพื่อระบุกำลังที่ปลอดภัย สำหรับวัสดุโลหะภายใต้แรงกระทำซ้ำ จึงต้องหาขีดจำกัดที่ยังไม่มีการแตกหักที่เกิดขึ้นที่สามารถหาได้ภายหลังจากกระทำเป็นจำนวนรอบที่กำหนด หน่วยแรงที่ขีดจำกัดดังกล่าวนี้ถูกเรียกว่า “ขีดจำกัดความล้า” หรือ “ขีดจำกัดของความทนทาน (Endurance of Fatigue Limit)” ในการใช้เครื่องจักรกลทดสอบ สำหรับจุดประสงค์นี้จะมีลักษณะเป็นอนุกรมของตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างจะถูกกระทำด้วยหน่วยแรงที่กำหนดและจำนวนรอบของการแตกหัก ผลลัพธ์จะสามารถวาดเป็นกราฟ แทนหน่วยแรงด้วย S (หรือ σ) เป็นแกนตั้งฉาก และจำนวนรอบ N เป็นแกนตามแนวนอน กราฟนี้เรียกว่า พัง S-N หรือพังกราฟแรง-จำนวนรอบ (S-N Diagram or stress-cycle Diagram) และค่าของ N ที่วาดจะอยู่บนสเกลของลอการิทึม เนื่องจากมีค่ามาก



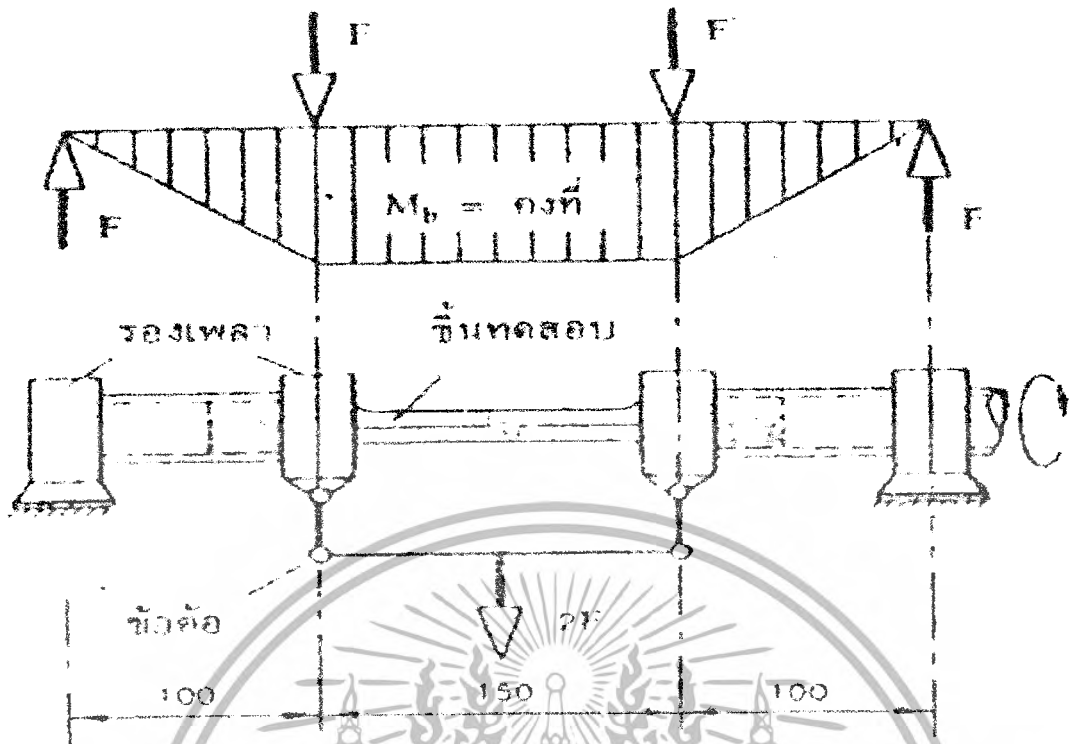
รูปที่ 2-1 แสดงกราฟ $S-N$ ของอะลูมิเนียม และเหล็ก

ตัวอย่างของฝั่ง $S-N$ สำหรับโลหะใช้ในงานวิศวกรรม ดังแสดงในรูปที่ 2-1 ชีดจำกัดของความทนทานเป็นหน่วยแรงที่บริเวณที่เส้นกราฟกลายเป็นแนวราบ ค่าของเหล็กคือ $(S_{cl})_{st} = 27$ ksi (186 MPa) สำหรับอะลูมิเนียม ชีดจำกัดความทนทาน จะไม่สามารถหาค่าที่แน่ชัดได้ ดังนั้น โดยปกติจะระบุเป็นหน่วยแรงที่มีการกำหนดตามจำนวนรอบ เช่น ที่ 500 ล้านรอบ $(S_{cl})_{al} = 19$ ksi (131 MPa) ถ้าทราบค่าของชีดจำกัดของความทนทานสำหรับวัสดุวิศวกรรม ก็ไม่จำเป็นต้องระบุอายุของการล้า

2.1.1 ตัวอย่างการทดสอบความล้าด้วยการหมุน-ดัดสำหรับโลหะ

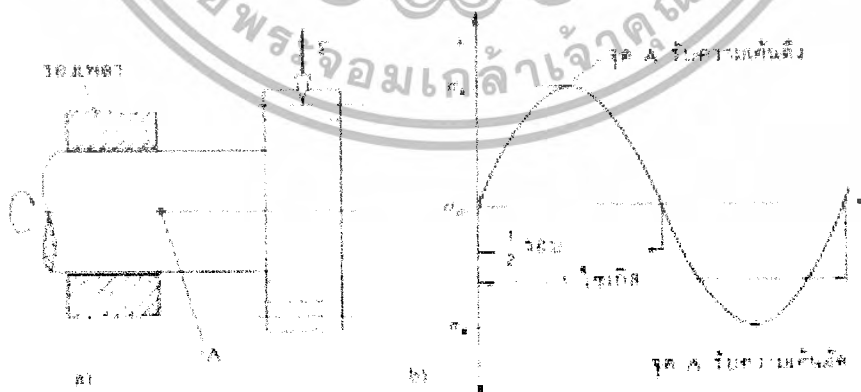
(Rotating bar bending fatigue test for metals)

ชิ้นส่วนเครื่องกลที่ต้องหมุนและรับภาระดัด จะต้องมีการทดสอบความล้าด้วยการหมุนดัดในการทดสอบขึ้นทดสอบ จะสวมด้วยรองเพลลาห่างกัน 150 mm มีภาระ (น้ำหนัก) ห้อยแขวน (2 F) คงที่ ทำให้เกิดค่าโมเมนต์คงที่ดังรูปที่ 2-2 ในการหมุน 1 รอบ จะเกิดความเค้นดัดสลับไปมาบนชิ้นทดสอบที่ขึ้นลงบนแถบความเค้นเฉลี่ย



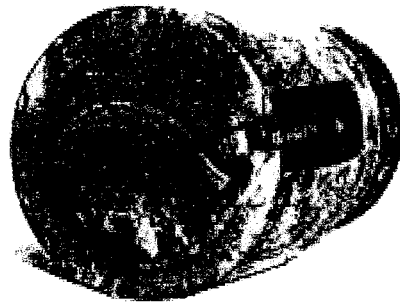
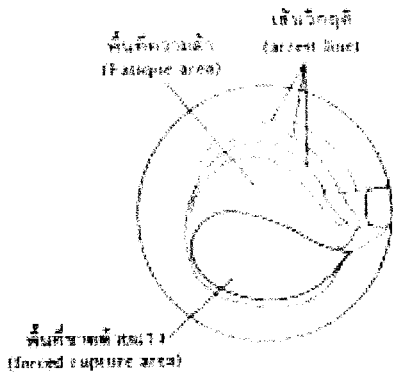
รูปที่ 2-2 การทดสอบการหมุนรับภาระตัด

การทดสอบจะใช้ชิ้นทดสอบ เส้นผ่านศูนย์กลาง, $d = 10 \text{ mm}$ ผิวขัดมันชนิดเดียวกันหลายชิ้น ที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ เหมือนกันมาให้หมุนแล้วตัดด้วยภาระให้เกิดค่าแอมพลิจูดของความเค้น, σ_a (stress amplitude) เมื่อหมุนไปนานๆ ค่า σ_a จะตกลงเรื่อยๆ จนชิ้นทดสอบขาด จะได้จำนวนรอบที่ชิ้นงานหมุนไปจนขาดโดยการหมุนไป 1 รอบ จะเกิดความเค้นขึ้น 1 ไซเคิลดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะการเกิดความเค้นสลับและภาพถ่ายด้วยแรงของเพลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-4 แสดงลักษณะภาพถ่ายด้วยแรงของเพลลา

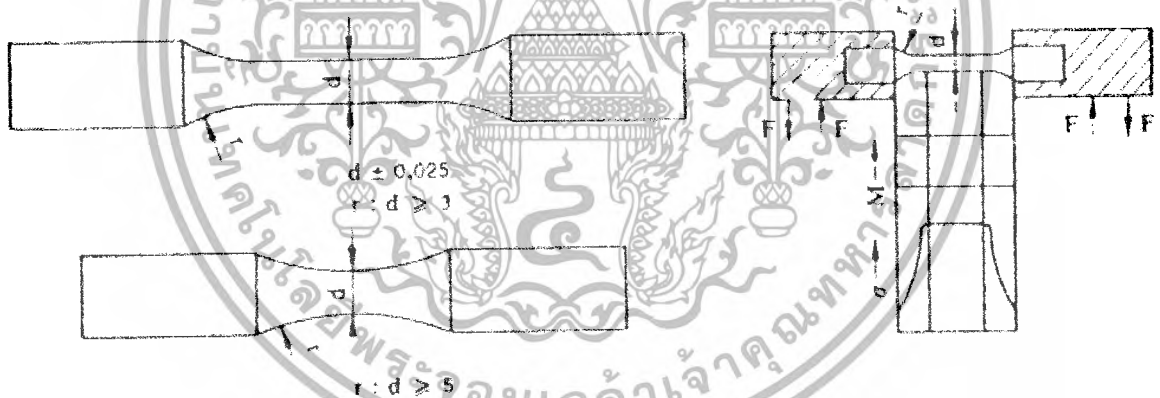
จำนวนไซเคิลที่ชิ้นทดสอบหมุนไปจนขาดเรียกว่าจำนวนรอบที่ขาด (ultimate number of cycles)

N จากการทดสอบพบว่า

ค่า N ของเหล็กกล้า = 10×10^6 cycles

ค่า N ของโลหะเบา = 100×10^6 cycles

ในการทดสอบเครื่องหมุนทดสอบความล้า หมุน-ตัด จะมีความถี่ในการหมุนขึ้นทดสอบอยู่ระหว่าง 50 s^{-1} และ 200 s^{-1} ตัวอย่างชิ้นทดสอบมีขนาดดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 ตัวอย่างชิ้นทดสอบความล้าแบบหมุน-ตัด

2.1.2 ตัวอย่างการทดสอบความล้าหมุน-ตัด แบบปลายหมุนอิสระ

การทดสอบความล้าหมุน-ตัด แบบปลายหมุนอิสระ ปลายด้านหนึ่งจะยึดติดกับเครื่องทดสอบ (มอเตอร์) ขั้วขึ้นส่วนทดสอบ ให้หมุนจนได้ความเร็วสูงสุด จากนั้นจะใช้แรง F กดที่ปลายอีกด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบ และวัดจำนวนรอบของชิ้นทดสอบจนขาด จะสามารถคำนวณหาค่าความเค้นดัดสลับ (Alternating bending stress) σ_{ba} ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma_{ba} = \frac{M_b}{W_b} = \frac{Fl}{\pi d^3 / 32} \quad (2-1)$$

เมื่อ W_b = โมดูลัสภาคตัด (section moduls) , mm^3

M_b = โมเมนต์ค้ด (N.mm)

ในการเพิ่มแรง F จะมีการบันทึกค่าแรงที่ต่างกัน คำนวณค่า σ_{ba} ได้ พร้อมกับบันทึกจำนวนรอบของชิ้นทดสอบที่หมุนไปจนขาด ดังตัวอย่างในตารางที่ 2-1

แรง F(N)	ความเค้นค้ดสล้บ	จำนวนรอบจนขาด N
200	400	10041
150	300	84488
150	250	396930
100	200	1974247

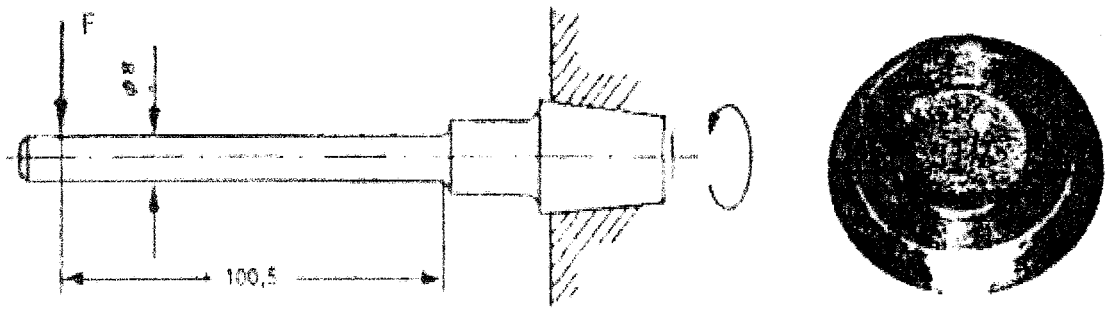
ตารางที่ 2-1 แสดงค่าความเค้นค้ดสล้บ (σ_{ba}) และค่า จำนวนรอบที่ขาด (N)

ซึ่งค่าที่ได้สามารถนำไปเขียนกราฟระหว่างค่าความเค้นค้ดสล้บ (Alternating bending stress) σ_{ba} กับ จำนวนรอบที่ขาด (ultimate number of cycles) N ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นค้ดสล้บกับจำนวนรอบที่ขาด (S-N Curve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-7 ตัวอย่างชินทดสอบความต้านแบบปลายหมุนอิสระและภาพถ่ายรอยขาดของชินทดสอบ

2.1.3 ชินทดสอบ ตามมาตรฐาน มอก.

ลักษณะชินทดสอบ ตามมาตรฐาน มอก.

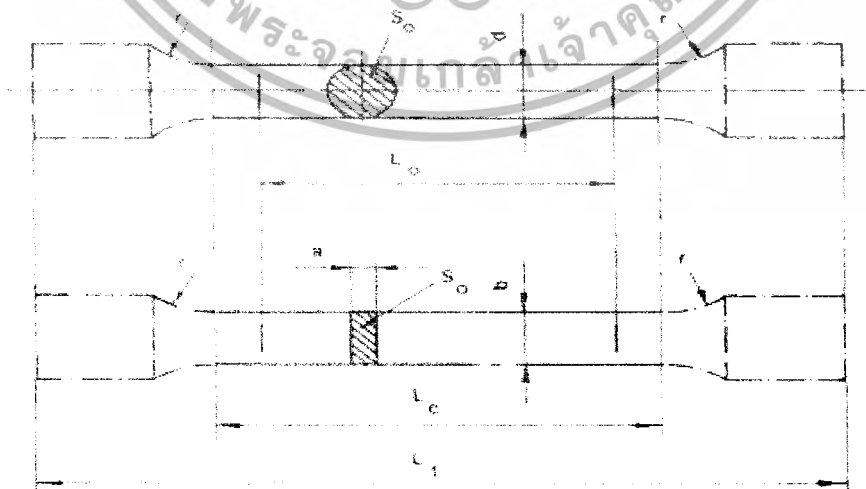
1. ภาคตัดของชินทดสอบอาจจะเป็นวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือในกรณีพิเศษ อาจจะเป็นรูปอื่นใดก็ได้ สำหรับชินทดสอบที่มีภาคตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อัตราส่วนของความกว้างต่อความหนาควรจะไม่เกิน 8 : 1 โดยทั่วไป ชินทดสอบจะต้องทำขึ้น โดยเครื่องมือกลให้ได้ขนาดที่ต้องการ

2. ชินทดสอบซึ่งทำขึ้น โดยเครื่องมือกลต้องมีรัศมีของบ่าระหว่างปลายยึด และความยาวส่วนขนานที่เหมาะสม รัศมีของบ่านี้มีความสำคัญมากจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 2-2 เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น ปลายยึดนั้นเป็นรูปอะไรก็ได้ที่เหมาะสมกับการจับยึดของเครื่องทดสอบ

3. ชินทดสอบต่าง ๆ ที่มีรูปร่างทางเรขาคณิตคล้ายกัน และมีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวพิคัด และพื้นที่ภาคตัดขวางตามที่กำหนดไว้เรียกว่า ชินทดสอบ ได้สัดส่วน ตามข้อตกลงสากลให้ใช้

$$L_0 = 5.65\sqrt{S_0} \text{ สำหรับชินทดสอบภาคตัดวงกลมจะได้ค่า } L_0 \approx 5d$$

4. เพื่อเหตุผลทางวิชาการหรือเพื่อการประหยัด อาจใช้ชินทดสอบแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากชินทดสอบได้สัดส่วน ได้



รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะชินทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	d	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนขนานของชิ้นทดสอบซึ่งมีภาคตัดวงกลม
	a	คือ	ความหนาของส่วนขนานของชิ้นทดสอบ ซึ่งมีภาคตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	b	คือ	ความกว้างของส่วนขนานของชิ้นทดสอบ ซึ่งมีภาคตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	L_0	คือ	ความยาวพิกัด
	L_c	คือ	ความยาวส่วนขนาน
	L_t	คือ	ความยาวรวม
	S_0	คือ	พื้นที่ภาคตัดภายในความยาวพิกัด
	r	คือ	รัศมีของบ่าชิ้นทดสอบ

พื้นที่ภาคตัดขวาง S_0 mm^2	เส้นผ่านศูนย์กลาง d mm	ความยาวพิกัด L_0 mm	ความยาวส่วนขนานต่ำสุด L_c mm	รัศมีของต่ำสุด r mm	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลาง $\pm \text{mm}$
12.5	3.99	20	22	4	0.02
24	5.64	28	31	5	0.03
50	7.98	40	44	8	0.04
100	11.28	56	62	10	0.06
150	13.82	69	76	13	0.07
200	15.96	80	88	15	0.08
400	22.56	113	124	23.5	0.13

ตารางที่ 2-2 มิติของชิ้นทดสอบภาคตัดวงกลม

หมายเหตุ

1. ปลายยึดและส่วนขนานของชิ้นทดสอบจะต้องมีแกนร่วมกัน โดยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการร่วมแกนจะต้องอยู่ภายในกำหนด 0.03 มิลลิเมตร
2. เส้นผ่านศูนย์กลางตลอดความยาวส่วนขนานจะต้องต่างกันไม่เกิน 0.03 มิลลิเมตร
3. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางได้มาจากหลักเกณฑ์ว่าด้วยความละเอียดในการวัด
4. เศษมิลลิเมตรของความยาวพิกัดให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม และปรับความยาวส่วนขนานต่ำสุดให้สอดคล้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องมือวัด

การวัดเป็นหลักการพื้นฐานสำหรับงานวิจัย การออกแบบ และการพัฒนาทั้งหมดการวัดยังเป็น ส่วนประกอบหลักในกระบวนการควบคุม การทำงานในปัจจุบันยังต้องการการวัดสำหรับการตรวจสอบ สมรรถนะที่ถูกต้อง

จุดประสงค์แรกของการวัดในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ เพื่อแสดงค่าหรือแนวโน้มของ ตัวแปรบางตัวซึ่งเป็นปริมาณทางกายภาพ กระบวนการวัดหรือการกระทำการวัดประกอบด้วย การ เปรียบเทียบ ค่ามาตรฐาน (standard) กับค่าที่วัดได้ (measurand) ซึ่งเป็นปริมาณทางกายภาพที่ถูกสังเกต และเป็นปริมาณที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการวัด และได้ผลลัพธ์ออกมา

2.2.1 โหลดเซลล์ (Load Cell)

โหลดเซลล์ เป็นหนึ่งในการประยุกต์ใช้งานที่สำคัญของเซนเซอร์ โดยการนำเซนเซอร์มาติดตั้ง บนแท่งโลหะ หลังจากนั้นนำแท่งโลหะนี้ไปใช้ในการตรวจวัดแรงหรือน้ำหนัก

โดยทั่วไปอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกปรับเทียบ (Calibration) ด้วยแรงหรือน้ำหนักโดยตรงกับการ เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน โหลดเซลล์ที่มีใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถวัดแรงได้สูงถึง 5 เมกกะ นิวตัน (MN) หรือประมาณ 10^6 ปอนด์ (lb)

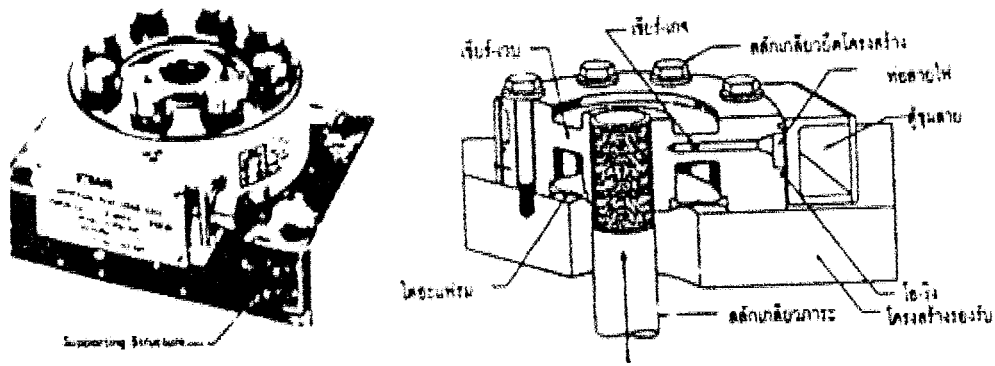
โหลดเซลล์มีหลายชนิด เช่น

1. โหลดเซลล์แบบลิงค์ (Link-type load cell)
2. โหลดเซลล์แบบคาน (Beam-type load cell)
3. โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring-type load cell)
4. โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบ (Shear-web-type load cell)

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงโหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบซึ่งใช้ในโรงงานนี้

โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โหลดเซลล์แบบแฟลต (Flat load cell) โหลด เซลล์ชนิดนี้ประกอบด้วย คู่มือรับภาระข้างใน และหน้าจากรองรับข้างนอก (outer supporting flange) ซึ่ง ต่อกันด้วยเชียร์เวบ สเตรนเกจชนิดรับแรงเฉือนติดตั้งอยู่ในรูเล็กๆ ที่ถูกเจาะเข้าไปในเชียร์เวบ

โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบนี้มีขนาดกระทัดรัด สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานพลวัต โดยเฉพาะเมื่อ ต้องการวัดภาระ ในขณะที่การสั่นมีความถี่สูง ขนาดของแรงที่วัดโดยใช้โหลดเซลล์แบบแฟลตหรือโหลด เซลล์ชนิดเชียร์-เวบ สามารถหาได้จากการวัดความถี่ธรรมชาติของโหลดเซลล์จากสมการที่ (2-2)



รูปที่ 2-9 โหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบ (Shear-web-type load cell)

สมการหาความถี่ธรรมชาติของ โหลดเซลล์

$$f_n = 3.13 \sqrt{\frac{k}{w_e + w_x}} \quad (2-2)$$

เมื่อ f_n คือ ความถี่ธรรมชาติของทรานสดิวเซอร์ที่หน่วยเป็น Hz

k คือ ค่าคงตัวของสปริงหรือ Stiffness ของโหลดเซลล์มีหน่วยเป็น lb/in

w_e คือ น้ำหนักประสิทธิภาพของส่วนแอคทีฟของโหลดเซลล์มีหน่วยเป็น lb

w_x คือ น้ำหนักภายนอกที่ติดกับคัมมีหน่วยเป็น lb

Force Capacity	Spring Rate	Effective Weight	Natural Frequency
P (lb)	k (lb/in)	w_e (lb)	f_n (kHz)
250	920,000	0.028	18.0
1,000	1,220,000	0.023	22.8
5,000	6,600,000	0.135	22.0
10,000	8,500,000	0.340	15.7
50,000	20,400,000	1.580	11.3
100,000	28,600,000	4.500	7.9
500,000	65,000,000	33.000	4.4

ตารางที่ 2-3 แสดงคุณสมบัติทางกลของโหลดเซลล์ชนิดเชียร์-เวบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

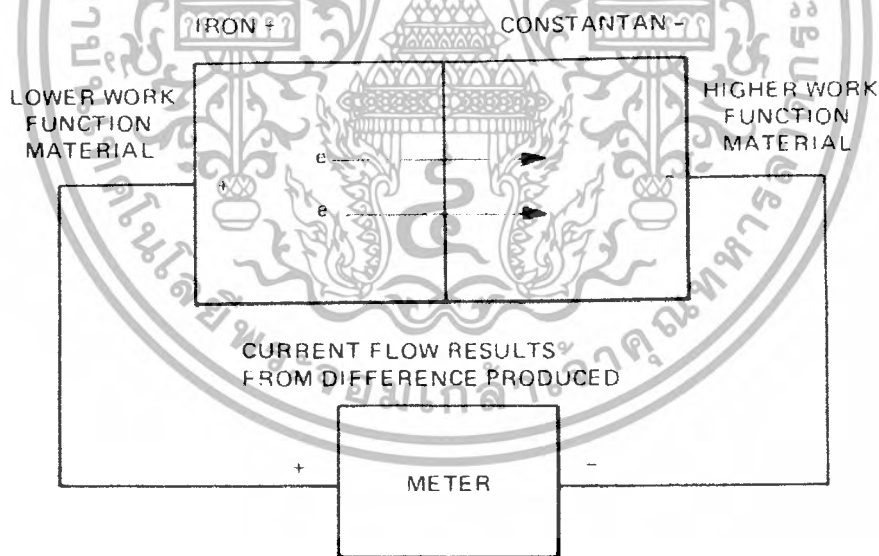
2.2.2 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิลเป็นทรานสดิวเซอร์ที่สามารถสร้างหรือผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ด้วยตัวของมันเอง ดังนั้น จึงสามารถใช้ได้โดยตรงกับเครื่องมือวัดหรือเครื่องบันทึกอุณหภูมิ รวมทั้งเครื่องควบคุมต่างๆ เทอร์โมคัปเปิลจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะต่างชนิดกันสองเส้นต่อเข้าด้วยกันที่ปลายข้างหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะถูกนำไปต่อใช้งาน ปลายของเส้นลวดที่ต่อเข้าด้วยกันนี้เรียกว่า hot junction ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเรียกว่า cold junction ซึ่งเป็นปลายด้านที่ต่อไปใช้งาน เมื่อจุดต่อ hot junction ได้รับความร้อนและมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่สามารถวัดค่าได้ที่จุด cold junction

โลหะที่ใช้ประกอบกันเป็นเทอร์โมคัปเปิลนั้นส่วนมากจะได้แก่ เหล็ก-คอนสแตนแตน โครเมิล-อลูเมล พลาตินัม/โรเดียม-พลาตินัม และทองแดง-คอนสแตนแตน โดยชื่อของโลหะตัวแรกจะเป็นขั้วบวก ทางไฟฟ้า ส่วนโลหะชนิดหลังจะเป็นขั้วลบ พฤติกรรมที่ปรากฏของเทอร์โมคัปเปิลนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยผลการทดลองของ ซีเบ็ค (Seebeck Effect) เพลเทียร์ (Peltier Effect) และทอมสัน (Thomson Effect)

Thomson Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน เป็นผู้ค้นพบอุปกรณ์ที่สามารถให้แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากความร้อนขึ้นเป็นครั้งแรกโดยไม่คาดคิดมาก่อนในเวลานั้น เขาได้นำลวดโลหะต่างชนิดกันมาต่อปลายเข้าด้วยกันแสดงดังรูปที่ 2-10

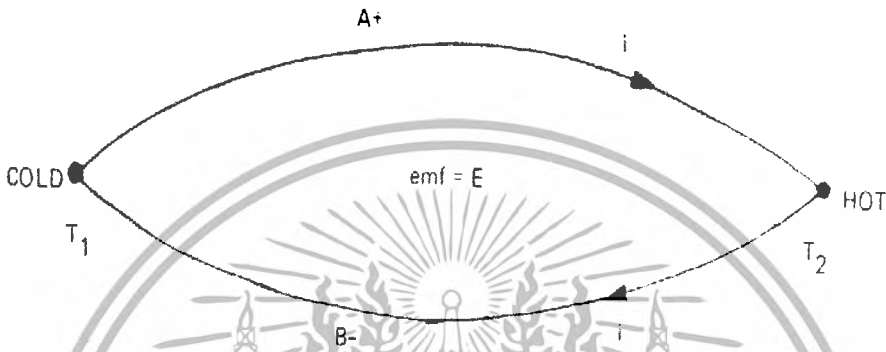


รูปที่ 2-10 ลักษณะการต่อวงจรตามทฤษฎีของ Thomson Seebeck

Seebeck ได้อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองว่า ถ้าให้ความร้อนที่ปลายข้างหนึ่งของเส้นลวดโลหะต่างชนิดกันที่ติดกันอยู่ กระแสที่ไหลจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่าง hot junction กับ cold junction ซึ่งการไหลของกระแสเหล่านี้เกิดจากความปั่นป่วนของอิเล็กตรอนตรงจุด

ที่สัมผัสหรือได้รับความร้อน ซึ่งวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุที่มีแถบพลังงานไม่เท่ากัน ในที่นี้จะขอเรียกไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

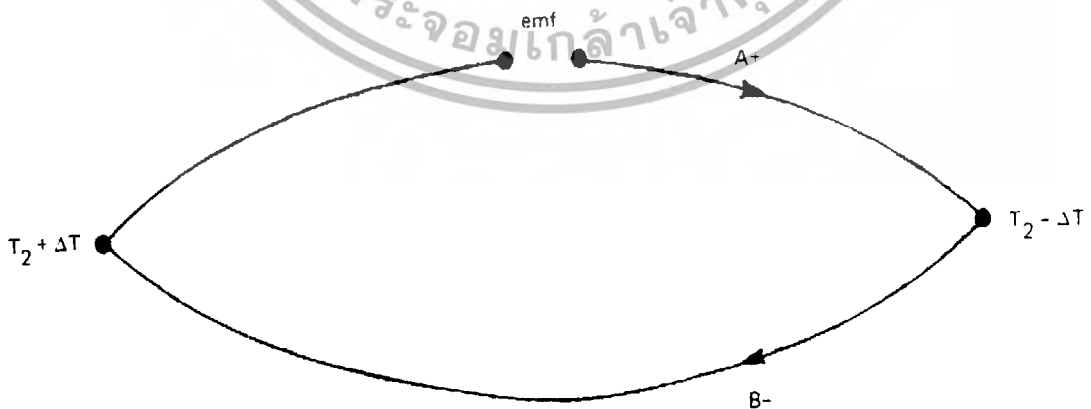
ใหม่ว่า ฟังก์ชันการทำงาน วัสดุที่มีฟังก์ชันการทำงานที่ต่ำกว่า จะให้อิเล็กตรอนได้เร็วกว่าวัสดุที่มีฟังก์ชันการทำงานที่สูงกว่า ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนก็จะถูกปล่อยออกจากวัสดุที่มีฟังก์ชันการทำงานที่ต่ำกว่า ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดเป็นขั้วบวกขึ้น ที่ระดับอุณหภูมิคงที่จำนวนอิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมาจะมีจำนวนที่คงที่และกระแสจะไหลสม่ำเสมอ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอิเล็กตรอนที่ถูกปลดปล่อยออกมาก็จะมากขึ้น กระแสก็จะไหลมากขึ้น จากปรากฏการณ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-11



รูปที่ 2-11 แสดงปรากฏการณ์การไหลของกระแสของ Seebeck

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะคงไหลอยู่ตลอดเวลาราบเท่าที่จุดต่อทั้งสองยังมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อยู่ แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการไหลของกระแสเหล่านี้ คือ แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากความร้อน

Jean C.A. Peltier ได้ค้นพบว่าเมื่อมีกระแสไหลผ่านจุดเชื่อมต่อของเส้นลวดที่ต่างชนิดกัน ที่ปลายข้างหนึ่งจะมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปลายอีกข้างหนึ่งอุณหภูมิจะลดลง กล่าวคือ ถ้ากระแสไหลผ่านจุดต่อในทิศทางหนึ่งความร้อนจะถูกซึมซับเอาไว้ และความร้อนจะถูกปลดปล่อยออกมาในขณะที่กระแสไหลไปในอีกทิศทางหนึ่ง รูปที่ 2-12 แสดงผลการทดลองของ Peltier

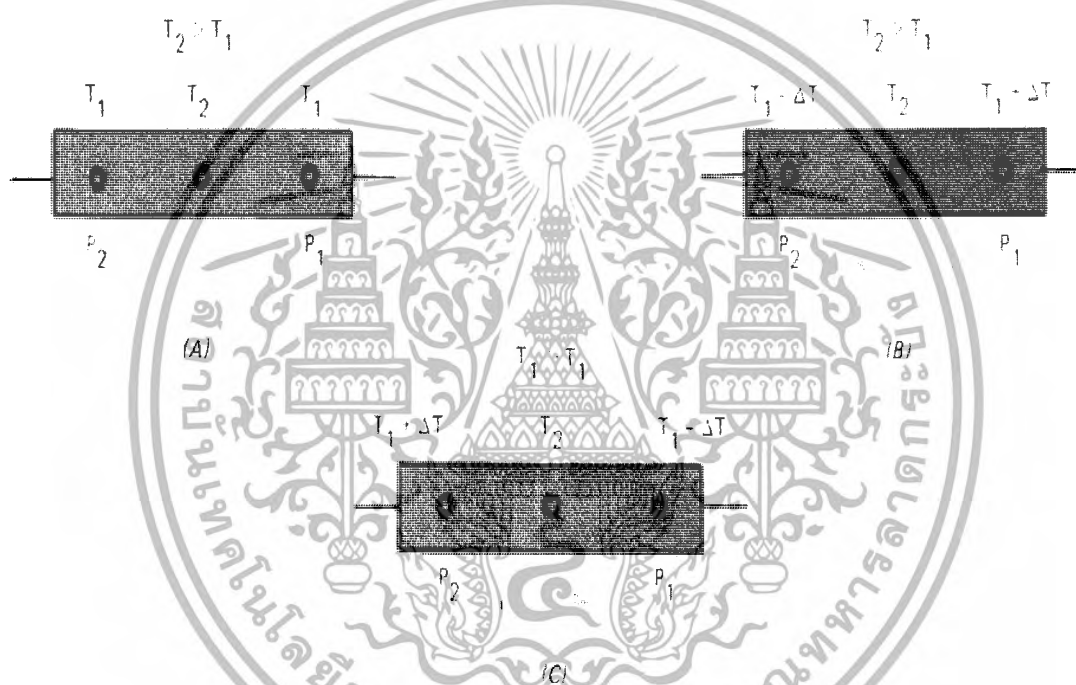


รูปที่ 2-12 แสดงผลการทดลองของ Peltier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง เช่น ในกรณีของเทอร์โมคัปเปิลแบบ เหล็ก-คอนสแตนแตน ความร้อนจะถูกซึมซับไว้เมื่อกระแสไหลผ่าน เหล็ก-คอนสแตนแตน ในทิศทางจากคอนสแตนแตนไปยังเหล็ก เหล็กจะเป็นขั้วบวกทางไฟฟ้าเมื่อเทียบกับคอนสแตนแตน ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นหรือลดลงเมื่อประจุไฟฟ้าหนึ่งคู่อมปีตกคร่อมตรงจุดเชื่อมต่อนั้นเรียกว่า ผลของ Peltier

W.T. Thomson นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษพบว่า เมื่ออุณหภูมิแตกต่างกันภายในเส้นลวดเส้นเดียวกัน ก็สามารถที่จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นได้ เขาพบว่า เมื่อกระแสไหลผ่านเส้นลวดทองแดงซึ่งมีอุณหภูมิของแต่ละจุดไม่เท่ากัน ที่จุด P ใดๆ ความร้อนจะลดลงถ้ากระแสที่ไหลผ่านนั้น ไหลไปในทิศทางเดียวกันกับการไหลของความร้อน (กระแสจาก hot junction ไปยัง cold junction) แต่ถ้ากระแสไหลในทิศทางตรงกันข้ามแล้ว ที่จุด P จะมีความร้อนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2-13 แสดงลักษณะการทดลองของ Thomson

ในรูปที่ 2-13(A) เป็นแท่งโลหะที่ตรงจุดกึ่งกลางถูกทำให้มีอุณหภูมิ T_2 และที่จุด P_1 และ P_2 นั้นจะมีอุณหภูมิเป็น T_1 เท่ากัน โดยอุณหภูมิ T_2 มีค่ามากกว่าอุณหภูมิ T_1 เมื่อป้อนกระแสจากภายนอกให้แท่งโลหะในทิศทางตามรูปที่ 2-13(B) อุณหภูมิที่จุด P_1 และ P_2 จะเปลี่ยนเป็น $T_1 + \Delta T$ และ $T_1 - \Delta T$ ตามลำดับ แต่เมื่อกระแสไหลในทิศทางตรงกันข้าม อุณหภูมิที่จุด P_1 และ P_2 จะกลายเป็น $T_1 - \Delta T$ และ $T_1 + \Delta T$ ตามลำดับเช่นกันดังแสดงในรูปที่ 2-13(C)

ผลจากการทดลองของ Thomson นั้นต่างจากผลการทดลองของ Peltier ตรงที่ว่า ผลอันนี้เกิดขึ้นในตัวนำชนิดเดียวกันแทนที่จะเป็นที่จุดเชื่อมต่อของตัวนำต่างชนิด ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าของ Seebeck ก็คือผลรวมของปรากฏการณ์ที่ได้จากแรงดันไฟฟ้า Peltier ที่จุดเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้า Thomson บนเส้น

ลวดที่ต่างกันทั้งสองเส้น ถ้าให้ v_o เป็นแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล หรือแรงดันไฟฟ้าของ Seebeck แล้วเราจะได้ว่า

$$v_o = C_1(T_1 - T_2) + C_2(T_1^2 - T_2^2) \quad (2-3)$$

โดยที่ C_1, C_2 = ค่าคงที่ของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด

T_1 = อุณหภูมิของจุดที่ใช้ในการวัดค่า (hot junction)

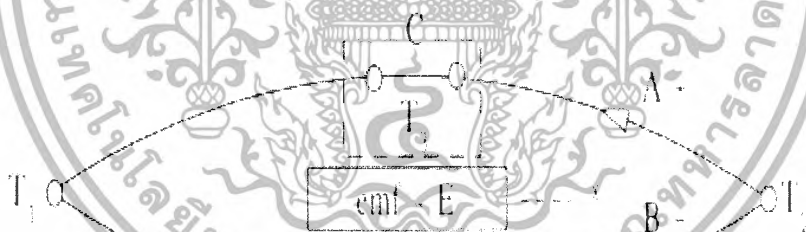
T_2 = อุณหภูมิของจุดที่ใช้ในการวัดค่า (cold junction)

2.2.2.1 กฎการเกิดแรงดันไฟฟ้าจากความร้อน (Thermoelectric Laws)

1) กฎของวงจรโลหะชนิดเดียว (Law of the homogeneous Circuit) ในวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยโลหะชนิดเดียวกัน จะไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ณ ปลายจุดต่อทั้งสอง

กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้น ในกรณีทีลวดทั้งสองเป็นโลหะต่างชนิดกันเท่านั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วน โดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง

2) กฎของโลหะแทรก (Law of Intermediate metals) ในวงจรเทอร์โมคัปเปิล ถ้ามีโลหะแทรกอยู่ในส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจร หากจุดต่อของปลายโลหะแทรกทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันแล้ว โลหะแทรกนี้ จะไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ในทางปฏิบัติมีอยู่เสมอ เช่น ข้อต่อ หรือสายทองแดงที่ใช้ต่อเข้ามิเตอร์

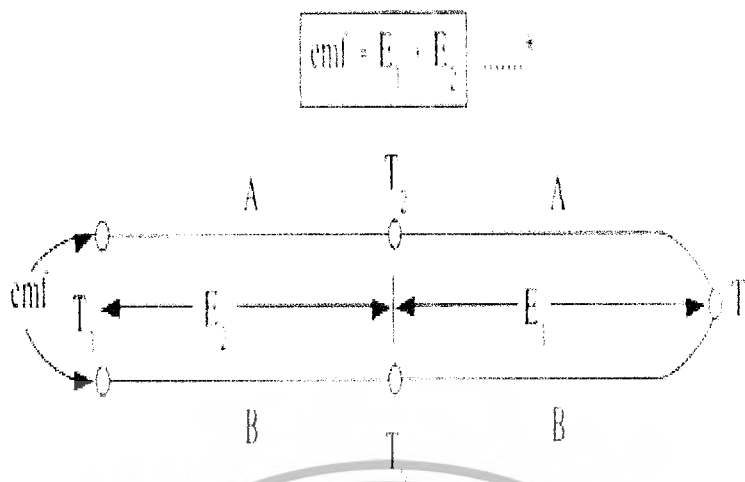


โลหะ C ที่ต่อแทรกอยู่ในวงจรจะมีผลต่อค่าแรงดันของอุณหภูมิที่ปลายทั้งสองเท่ากัน

รูปที่ 2-14 แสดงโลหะแทรก

3) กฎของอุณหภูมิแทรก (Law of intermediate Temperature) แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยเทอร์โมคัปเปิลชุดใดๆ ที่มีอุณหภูมิที่จุดต่อต่างกัน จะมีค่าเท่ากับผลบวกทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิลชุดนั้น ตามรูปที่ 2-15 คือ ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองชุด

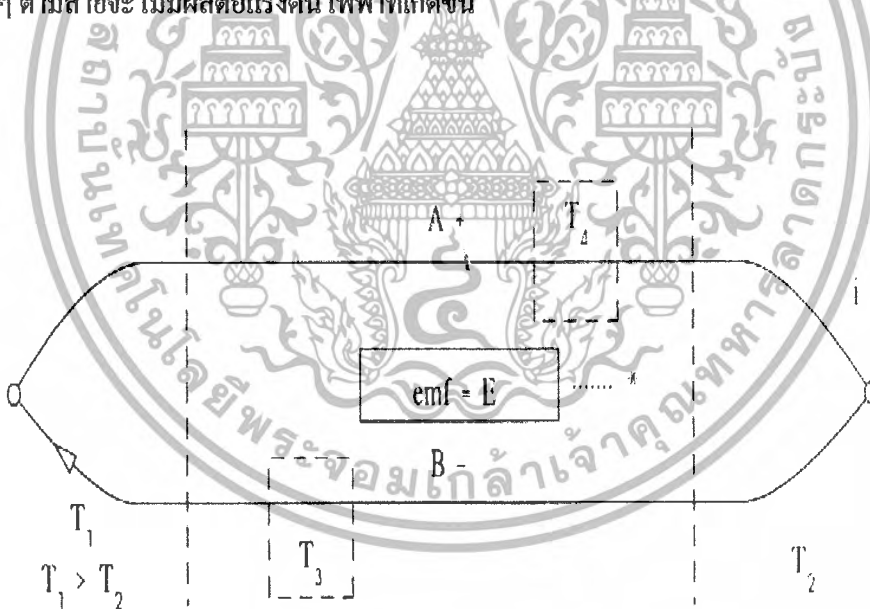
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-15 แสดงกฎของอุณหภูมิตแรก

2.2.2.2 ปรากฏการณ์ของเทอร์โมคัปเปิล (Phenomena)

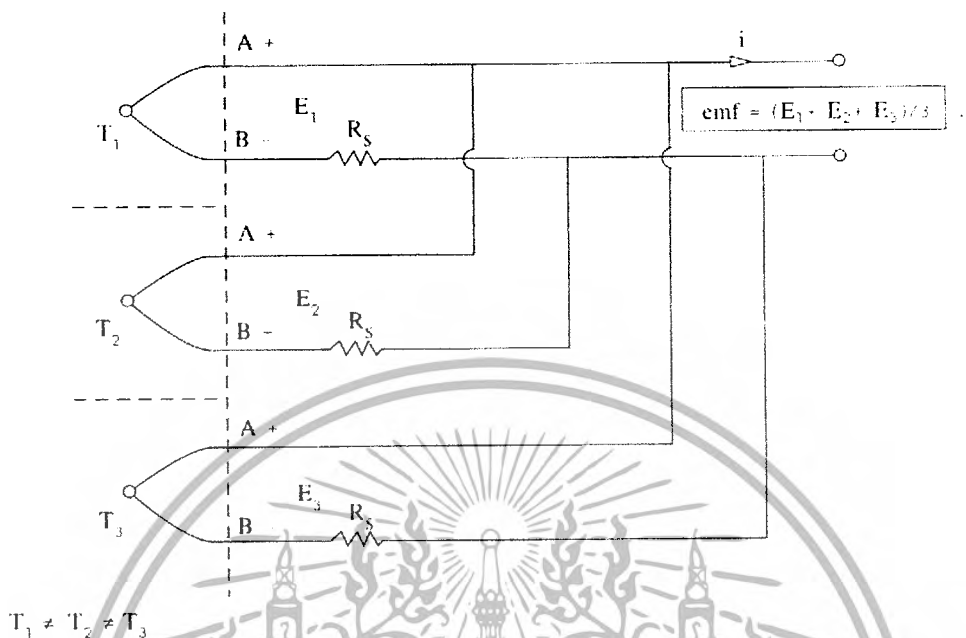
1) ในเทอร์โมคัปเปิลคู่เดียวกัน อุณหภูมิที่มีผลคือ อุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสองเท่านั้น อุณหภูมิบนจุดต่างๆ ตามสายจะ ไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



รูปที่ 2-16 อุณหภูมิช่วงกลางสายจะไม่มีผลต่อการเกิดแรงดันไฟฟ้า

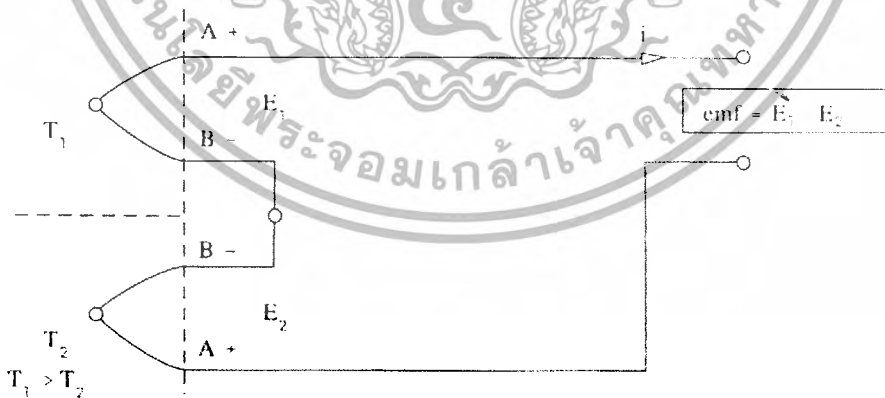
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การต่อขานานเทอร์โมคัปเปิลเข้าด้วยกัน ผลที่ได้คือแรงดันไฟฟ้าที่แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 2-17 รูปแสดงการขานานเทอร์โมคัปเปิลเป็นการหาอุณหภูมิเฉลี่ย

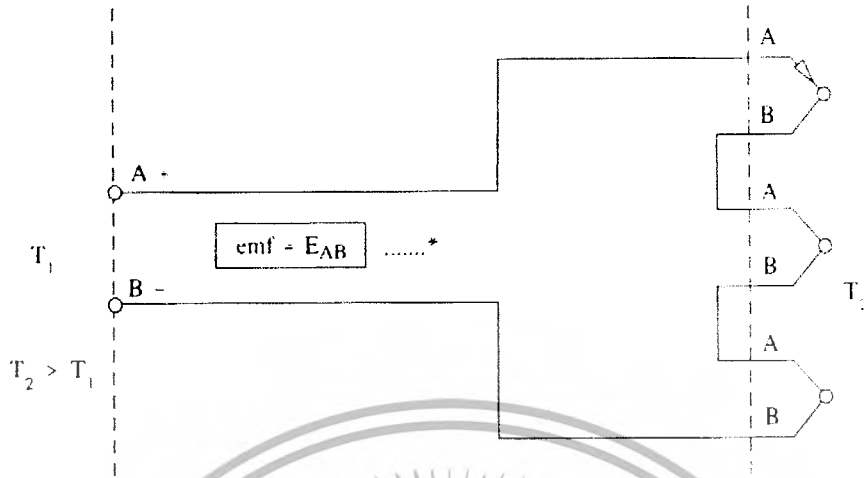
3) การต่อเทอร์โมคัปเปิลสองชุดกลับหัวกันเป็นการวัดผลต่างของอุณหภูมิ



รูปที่ 2-18 แสดงการหาผลต่างของอุณหภูมิที่จุด \$T_1\$ และ \$T_2\$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

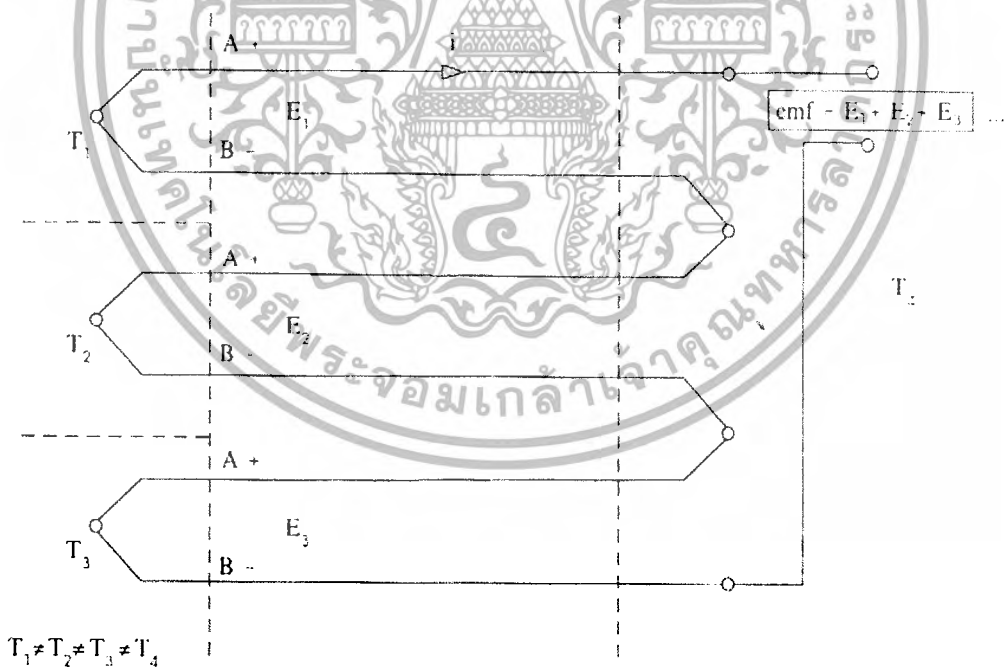
4) การเพิ่มเทอร์โมคัปเปิลที่ T_1 หรือ T_2 ตามรูปจะไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



รูปที่ 2-19 การต่อเทอร์โมคัปเปิลเพิ่มไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

5) การต่ออนุกรมเทอร์โมคัปเปิล แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละ

ชุด



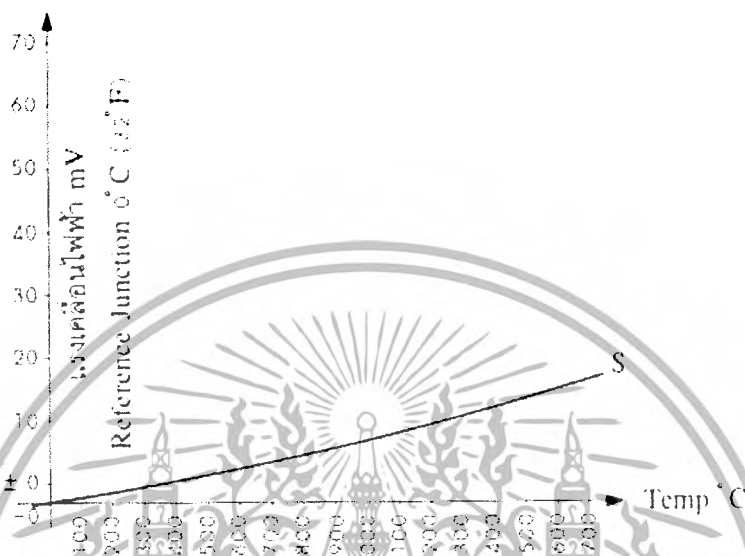
รูปที่ 2-20 การต่ออนุกรมเทอร์โมคัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน

2.2.3.1 เทอร์โมคัปเปิลแบบ S (Type S Platinum 10% Rhodium vs. Platinum)

เทอร์โมคัปเปิลชนิดนี้สายลวดทำจากแพลตินัม และสายลวดทำจากโลหะผสม 90% ของแพลตินัม +10% ของโรเดียม สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงถึง 1400°C

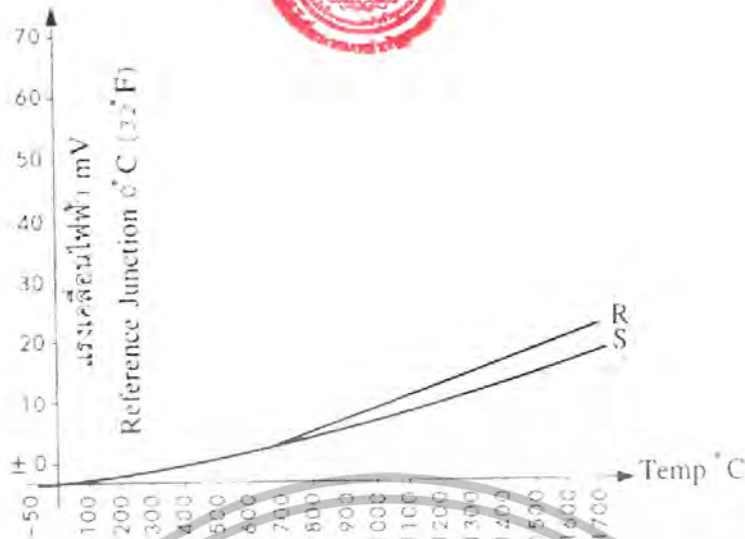


รูปที่ 2-21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ S

เทอร์โมคัปเปิลแบบ S นี้สามารถใช้งานในสภาวะที่เป็น Oxidizing และ Inert ได้ดีโดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400°C หรือกับการใช้งานในระยะเวลาสั้นๆ สามารถทนได้ถึง 1482°C แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาวะงานที่เป็นแบบ Reducing, Vacuum หรือสภาพงานที่มีไอของโลหะ เช่น ตะกั่ว สังกะสี และไอของอโลหะ เช่น อาเซนิก ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส ซึ่งจะทำให้มีอายุการใช้งานสั้นลง ถ้าจำเป็นต้องใช้จะต้องป้องกันด้วย protecting Tube ที่เป็นแบบอโลหะ เช่น อะลูมินาบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิสูงๆ เม็ดเกรนของแพลตินัมจะพองตัวและแพลตินัมก็จะเกิดสกรปรกได้ง่าย ทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าต่ำลง จากการวิเคราะห์ส่วนผสมภายหลังการใช้งาน 20 ปี ส่วนผสมของโรเดียมจะเปลี่ยนสภาพเป็นพาลาเดียม ทำให้มีคุณสมบัติผิดไป การเปลี่ยนสภาพเช่นนี้จะเกิดกับเทอร์โมคัปเปิลทุกแบบที่มีส่วนผสมของ โรเดียม

2.2.3.2 เทอร์โมคัปเปิลแบบ R (Type R Platinum 13% Rhodium vs. Platinum)

เทอร์โมคัปเปิลแบบ R สายลวดทำจากแพลตินัม สายลวดทำจากแพลตินัม 87% โรเดียม 13% ผลที่ได้จะทำให้แบบ R ให้แรงดันเอาต์พุตสูงกว่าแบบ S ตามกราฟรูปที่ 2-22 แสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบกับแบบ S



รูปที่ 2-22 กราฟแสดงคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ R เปรียบเทียบกับแบบ S

เทอร์โมคัปเปิลแบบ R มีคุณสมบัติเหมือนกับแบบ S ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 1400°C

2.2.3.3 เทอร์โมคัปเปิลแบบ B (Type B Platinum 30% Rhodium/Platinum 6% Rhodium)

เทอร์โมคัปเปิลแบบ B สายบวกทำจากแพลทินัม 70% + โรเดียม 30% สายลบทำจากแพลทินัม 94% + โรเดียม 6% คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ B ตามกราฟที่แสดงในรูปที่ 2-23



รูปที่ 2-23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ B

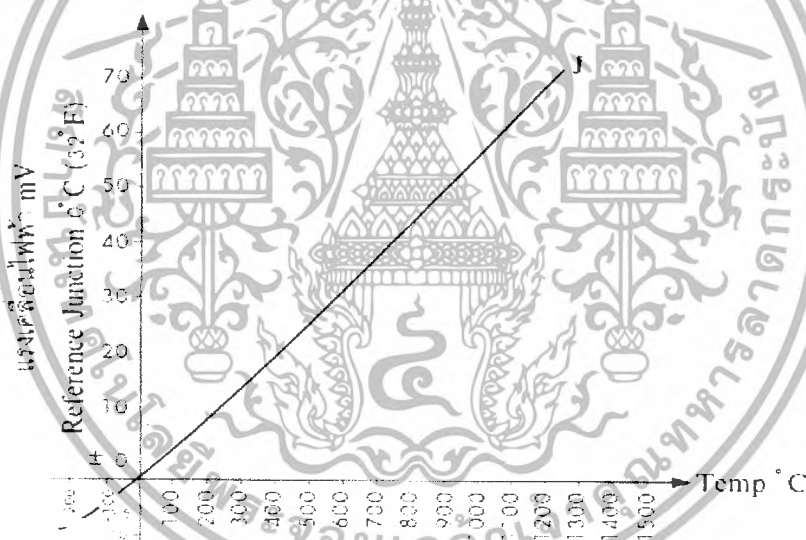
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ใช้
 047579

เทอร์โมคัปเปิลแบบ B จะให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ S และแบบ R แต่คุณสมบัติที่เด่นกว่าคือ แข็งแรงและทนทานกว่า สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 1704°C ในสถานะที่เป็น Oxidizing หรือ Inert แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานในสถานะ Reducing หรือ Vacuum และในงานที่มีไอของโลหะและ อโลหะเช่นเดียวกับแบบ R และแบบ S

หมายเหตุ เทอร์โมคัปเปิลที่ทำจากธาตุบริสุทธิ์จะให้ค่า linearity ดี แต่ให้แรงดันเอาต์พุตค่อนข้างต่ำ

2.2.3.4 เทอร์โมคัปเปิลแบบ J (Type J Iron vs Constantan)

เนื่องจากแพลทินัมเป็นธาตุที่มีราคาแพง เพื่อที่จะทำให้เทอร์โมคัปเปิลมีราคาถูกลงได้มีการ ค้นคว้าหาวัสดุที่มีราคาถูกกว่าเพื่อใช้แทนแพลทินัม วัสดุที่เริ่มทดลองใช้ เช่น เหล็ก นิกเกิล นิกเกิลบริสุทธิ์ เพราะมากในสภาพงานที่เป็น Oxidizing จากการทดลองต่อมาพบว่า โลหะผสมระหว่าง 60% ของ ทองแดง + 40% ของนิกเกิลที่ต่อมาเรียกว่า Constantan สามารถแก้ปัญหานี้ได้ เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้สาย บวกทำด้วยเหล็ก และสายลบทำด้วย Constantan จึงถือกำเนิดขึ้น และต่อมากลายเป็นแบบมาตรฐานแบบ J

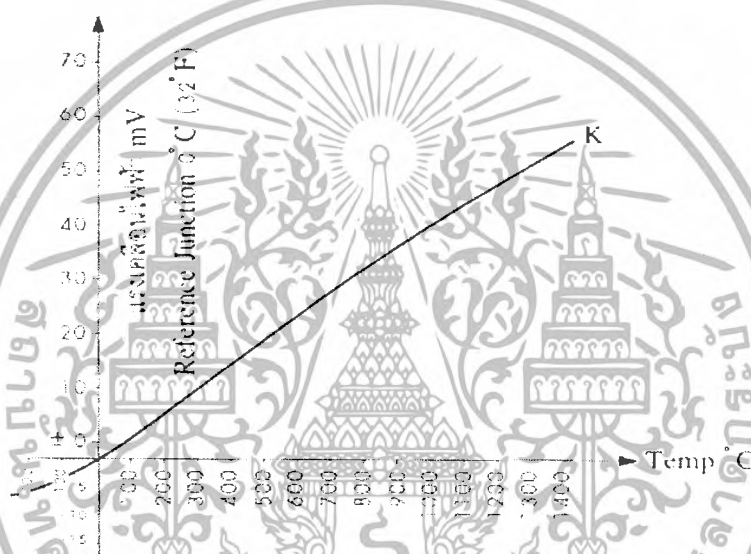


รูปที่ 2-24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ J

คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ J เหมาะสำหรับสภาพงานที่เป็น Vacuum, Oxidizing, Reducing หรือ Inert ที่อุณหภูมิไม่เกิน 760°C ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C และที่ อุณหภูมิสูงกว่า 538°C สายที่เป็นเหล็กจะเกิดเป็นสนิมด้วยอัตราสูงกว่าปกติมาก สำหรับอุณหภูมิที่สูง กว่า 538°C จะต้องใช้สายเทอร์โมคัปเปิลขนาดใหญ่จะช่วยให้อายุการใช้งานยืนยาวขึ้น

2.2.3.5 เทอร์โมคัปเปิลแบบ K (Type K Chromel vs Alumel)

เพื่อที่จะทำให้เทอร์โมคัปเปิลสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงกว่าแบบ J และมีราคาถูกกว่า จึงได้มีการประดิษฐ์เทอร์โมคัปเปิลแบบใหม่ที่มีสายบวกทำจากโลหะผสมระหว่างนิกเกิล 90% + โครเมียม 10% และสายลบทำจากโลหะผสมระหว่างนิกเกิล 5% + 95% ของส่วนผสมระหว่างอะลูมิเนียม แมงกานีสและซิลิคอน ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นแบบมาตรฐานแบบ K เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด สามารถใช้กับสภาวะงานที่เป็น Oxidizing หรือ Inert ได้ดีกว่าแบบอื่น สามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1260°C และที่อุณหภูมิต่ำถึง -250°C ในสภาวะงานที่ต้องรับการแผ่รังสีโดยตรงจากแหล่งกำเนิดความร้อน แบบ K ก็สามารถใช้งานได้ดีเช่นกัน



รูปที่ 2-25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K

คุณสมบัติที่เด่นมากของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K คือให้แรงดันเอาต์พุตสูง แต่มีข้อควรระวังคือไม่ควรใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบ K สัมผัสโดยตรงกับ

- 1) ในสภาวะงานที่เป็น Reducing หรือเป็นการใช้งานสลับกันระหว่าง Oxidizing และ Reducing
- 2) สภาวะงานที่มีไอของซัลเฟอร์ เพราะซัลเฟอร์จะทำลายโลหะทั้งคู่ของเทอร์โมคัปเปิล โดยเฉพาะสายลบจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

- 3) สภาวะงานที่เป็น Vacuum ยกเว้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ

ถ้าจำเป็นต้องใช้งานเทอร์โมคัปเปิลกับสภาพดังกล่าวนี้จะต้องใช้ Protecting Tube ป้องกันเสียก่อน อายุการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K นี้ประมาณ 20ปี เพราะหลังจากนั้นส่วนผสมจะเปลี่ยนไปโดยจะมีเหล็กเพิ่มขึ้นประมาณ 2% และส่วนผสมบางอย่าง เช่น แมงกานีส จะลดปริมาณลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.6 เทอร์โมคัปเปิลแบบ T (Type T Copper vs Constantan)

เทอร์โมคัปเปิลแบบ T เป็นเทอร์โมคัปเปิลแบบที่เหมาะสมสำหรับการวัดอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ สายบวกของเทอร์โมคัปเปิลแบบ T ทำจากทองแดง และสายลบทำจาก Constantan ในสภาพการใช้งานปกติสามารถวัดอุณหภูมิได้ต่ำถึง -184°C แต่อุณหภูมิทางบวกวัดได้ต่ำกว่าแบบอื่นๆ คือประมาณ 370°C เท่านั้น เพราะที่อุณหภูมิสูงกว่า 370°C อัตราการเกิด Oxidizing ของโลหะเทอร์โมคัปเปิลจะเพิ่มมากขึ้น เป็นแบบที่ทนการกัดกร่อนในบรรยากาศที่มีความชื้น ได้ดีเป็นพิเศษ และสามารถใช้งานในสถานะที่เป็น Vacuum, Reducing, Oxidizing หรือ Inert ได้ดี

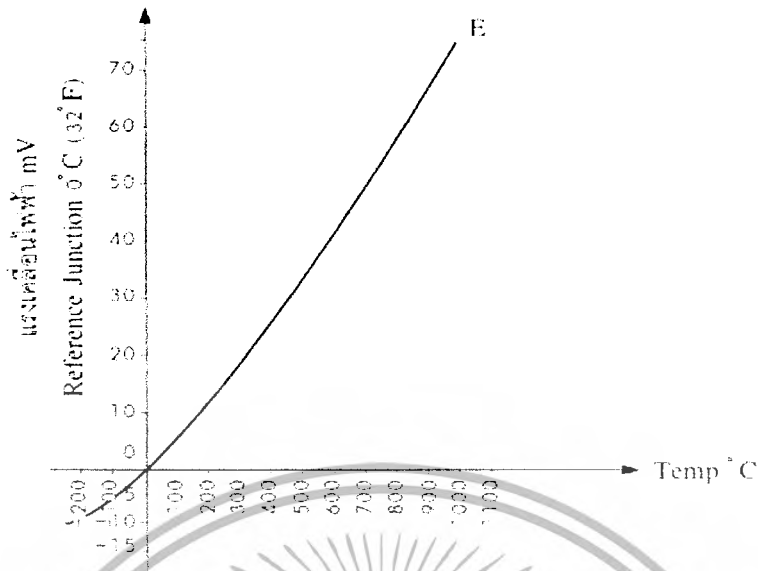
การใช้งานที่ต้องสัมผัสกับการแผ่รังสีโดยตรงจะทำให้ส่วนผสมของเทอร์โมคัปเปิลเปลี่ยนไปได้ จึงไม่เหมาะกับงานลักษณะนี้



รูปที่ 2-26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ T

2.2.3.7 เทอร์โมคัปเปิลแบบ E (Type E Chromel vs Constantan)

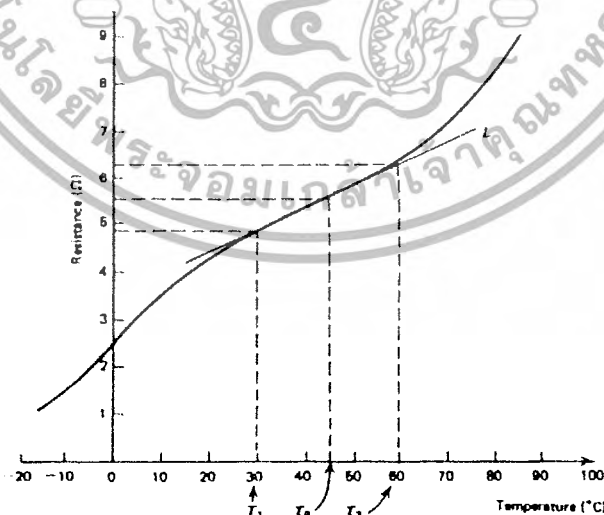
เทอร์โมคัปเปิลแบบ E สายบวกทำจากส่วนผสมระหว่าง 10% ของโครเมียม + 90% ของนิกเกิล และสายลบทำจาก Constantan อุณหภูมิใช้งานปกติอยู่ระหว่าง -250°C ถึง 871°C เหมาะกับสภาพงานที่เป็น Oxidizing คุณสมบัติด้านอื่นๆ คล้ายกับเทอร์โมคัปเปิลแบบ K แต่ให้แรงดันเอาต์พุตสูงกว่า



รูปที่ 2-27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ E

2.2.4 Resistance Temperature Detectors (RTD)

RTD เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางไฟฟ้า นั่นคือ ค่าความต้านทานจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ค่าความต้านทานจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน และอุณหภูมิสามารถแสดงได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 2-28



รูปที่ 2-28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความต้านทานและอุณหภูมิ

จากกราฟในรูปที่ 2-28 หากเราต้องการหาค่าความต้านทานที่อุณหภูมิใดๆ ก็สามารถทำได้โดย

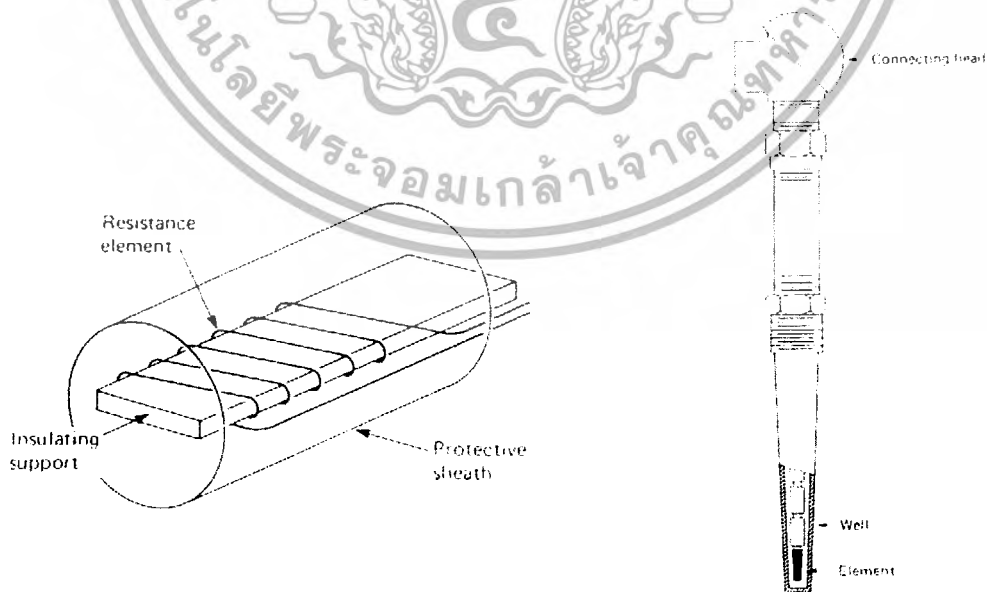
เอกซารนี้กำหนดจุดลงบนกราฟแล้วทำการลากเส้นก็จะได้ค่าความต้านทาน ณ จุดที่อุณหภูมินั้นๆ แต่โดยทั่วไปแล้วงานการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะนิยมใช้วิธีคำนวณกัน ทั้งนี้เนื่องจากหากย่านในการวัดอุณหภูมิมีช่วงกว้างมากๆ จะไม่มีกราฟที่ให้หาความสัมพันธ์ดังกล่าว หรือหากถ้ามีก็จะมีค่าซึ่งความละเอียด สมการที่ใช้ในการหาค่าความต้านทานแสดงได้ดังนี้

$$R = R_0(1 + \gamma_0 \Delta T) \tag{2-4}$$

- โดยที่ R = ความต้านทานที่อุณหภูมิ T ใดๆ
- R_0 = ความต้านทานที่อุณหภูมิ T_0 หรืออุณหภูมิอ้างอิง
- γ_0 = สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิที่ T_0

RTD ทำด้วยลวดโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดค่าความต้านทานที่ต้องการ ณ อุณหภูมิ 0°C ลวดโลหะนั้นจะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้า และมีคุณสมบัติทนต่อความร้อน แกนที่ใช้ส่วนมากจะทำมาจากสารประเภทเซรามิกหรือแก้ว สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นพิเศษในกระบวนการผลิต RTD ก็คือ ขณะใช้งานขดลวดนี้ต้องทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ รวมทั้งความสั่นสะเทือนได้ ทั้งนี้ก็เนื่องจากเมื่อขดลวดได้รับความร้อนจะขยายตัวและเมื่อเย็นลงจะหดตัว พร้อมกันนี้แกนที่ใช้พันขดลวดก็ต้องมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่สัมพันธ์กับการขยายตัวของขดลวด การพันขดลวดเขาจะทำการในขณะที่ยังร้อนจนอ่อนตัว หลังจากนั้นต้องผ่านกรรมวิธีการอบร้อนคลายความเครียดที่มีอยู่ในขดลวดด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า 500°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง RTD โดยทั่วไปจะถูกบรรจุอยู่ในฝักโลหะ ฉนวนที่ใช้ก็เป็นพวกแมกนีเซียมออกไซด์หรืออลูมิเนียมออกไซด์ ช่วงที่มีผลต่อการวัดโดยตรงจะอยู่ตรงส่วนปลาย ซึ่งอาจมีความยาว 0.5 ถึง 2.5 นิ้ว



รูปที่ 2-29 แสดงโครงสร้างและการติดตั้งใช้งาน RTD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้ว RTD จะทำมาจากโลหะที่มีความต้านทานสูง ตัวอย่างเช่น พลาตินัม ทองแดง นิกเกิล สำหรับทั้งสแตนเลสใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิที่ต้องการย่านวัดสูงๆ แต่เนื่องจากมันเปราะและแตกหักง่าย จึงทำให้ไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งาน ส่วนโลหะที่นิยมนำมาใช้ทำ RTD และให้ผลในการตอบสนองค่อนข้างเป็นเส้นตรงก็คือ พลาตินัม

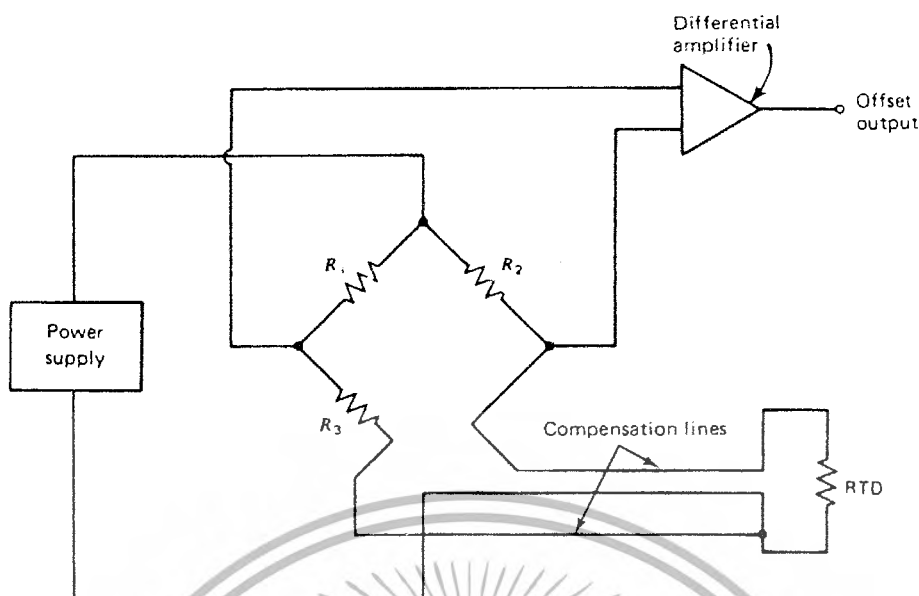
การใช้งาน RTD

ในการที่จะนำ RTD ไปใช้งานนั้น จำเป็นที่จะต้องต่อร่วมกับแหล่งจ่ายไฟ ดังนั้น จึงเป็นเหตุให้มีกระแสจำนวนหนึ่งสร้างความร้อนขึ้นในตัว RTD ซึ่งมีค่าเท่ากับ i^2R จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจำกัดค่ากระแสจำนวนนี้ไม่ให้มีค่าสูงเกินไป โดยปกติ RTD แบบพลาตินัมจะเกิดค่าผิดพลาดขึ้น 0.5°C ต่อค่ากระแสเลี้ยง 1mA ในบรรยากาศปกติที่ไม่มีกระแสไหล แต่ในสภาวะการใช้งานที่ต้องจุ่มลงไปของเหลว ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจะกระจายออกสู่ของเหลว ทำให้ค่าผิดพลาดนี้ต่ำลง ซึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการไหล ความหนาแน่นของตัวกลาง แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอันเนื่องมาจากความร้อนนี้สามารถแสดงได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$\Delta T_{sh} = F_{sh} P_T \quad (2-5)$$

โดยที่ ΔT_{sh} = อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความร้อนในตัว RTD ($^{\circ}\text{C}$)
 F_{sh} = แฟกเตอร์ของการเกิดความร้อนในตัวเอง ($^{\circ}\text{C}/\text{mW}$)
 P_T = กำลังความร้อนใน RTD จากวงจร (W)

วงจรต่อใช้งานพื้นฐานของ RTD ก็คือวงจรบริดจ์ RTD จะติดตั้งอยู่ในจุดที่ต้องการตรวจจับอุณหภูมิ ตัวต้านทานที่เหลืออีก 3 ตัว ที่ใช้จะต้องเป็นแบบที่มีความถูกต้องเที่ยงตรงสูง การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่ออุณหภูมิบรรยากาศเปลี่ยนต้องต่ำมากๆ และในการใช้งาน RTD ร่วมกับวงจรบริดจ์นี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาสายที่ต่อระหว่าง RTD กับวงจรบริดจ์มากเป็นพิเศษ กล่าวคือ หากสายที่ใช้ต่อค่อนข้างยาวจะทำให้มีผลต่ออุณหภูมิ และค่าความต้านทานที่จะเกิดขึ้นกับวงจรทำให้ผลของการวัดผิดพลาดไป จึงจำเป็นที่จะต้องมีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อชดเชยค่าความผิดพลาด ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน แต่การต่อวงจร RTD แบบ 3 สาย เป็นแบบมาตรฐานที่มีผู้นิยมใช้กันมากที่สุด ทั้งนี้สายตัวนำทั้งสามจะต้องมีขนาดและความยาวเท่ากัน รวมทั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเดียวกันตลอด ซึ่งการต่อวงจร RTD แบบ 3 สายร่วมกับวงจรบริดจ์นี้สามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 2-30



รูปที่ 2-30 แสดงการต่อวงจร RTD แบบ 3สายร่วมกับวงจรบริดจ์

2.2.5 ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์

ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์ คือ เซ็นเซอร์กลุ่มที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และสัญญาณลม

ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์มีหลายประเภทด้วยกัน เช่น

- เซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ
- เซ็นเซอร์ชนิดเก็บประจุ
- เซ็นเซอร์ชนิดใช้แรง
- เซ็นเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง
- แม็กเนติกเซ็นเซอร์

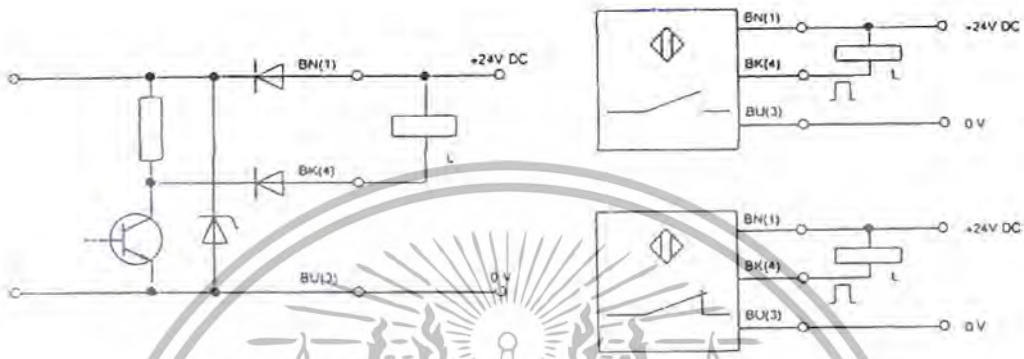
ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์กับการต่อใช้งาน

ในการประยุกต์ใช้งานฟร็อกซิมิตีประเภทต่างๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกและพิจารณาในเรื่องของลักษณะงานที่จะนำไปใช้ ชนิดและระดับ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ รวมทั้งความสามารถในการจ่ายกระแสให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาต่อร่วมกับเซ็นเซอร์

ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น ให้สัญญาณแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (on-off) ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดลองเท่านั้น

เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น เซ็นเซอร์แบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง มีทั้งแบบปกติทำงานและปกติไม่ทำงาน นอกจากนี้สายสัญญาณที่จะต่อเข้า โหลดหรืออุปกรณ์ต่างๆ ก็มีให้เลือกทั้งที่เป็นไฟบวกและไฟลบ เซ็นเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้น โดยทั่วไป จะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือแบบ PNP และ NPN ซึ่งแบ่งตามชนิดของทรานซิสเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่อยู่ภายใน

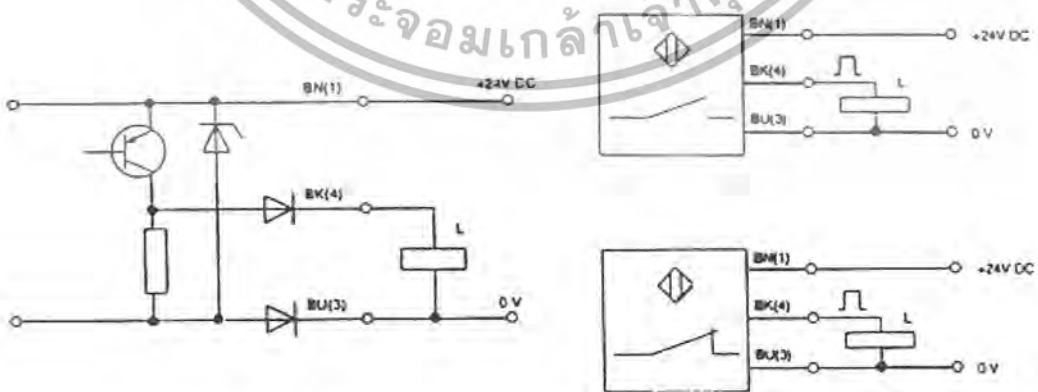
2.2.5.1 เอาท์พุทต่อใช้งานแบบ PNP



รูปที่ 2-31 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาท์พุท ที่มีทรานซิสเตอร์แบบ PNP

จากรูปที่ 2-31 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาท์พุท ซึ่งจะมีทรานซิสเตอร์แบบ PNP ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสั่งให้ทำงานหรือไม่ทำงาน เซ็นเซอร์ ไดโอดที่ต่อคร่อมอยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ จะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายให้คงที่ ไดโอดที่สายสัญญาณหมายเลข 3 หรือขั้วลบ ทำหน้าที่ป้องกันการต่อผิดขั้ว ส่วนไดโอดที่สายสัญญาณหมายเลข 4 หรือสัญญาณเอาท์พุทจะทำหน้าที่ป้องกันการกระแสไหลย้อนกลับซึ่งเนื่องมาจากกรต่อ โหลด

2.2.5.2 เอาท์พุทต่อใช้งานแบบ NPN



รูปที่ 2-32 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาท์พุท ที่มีทรานซิสเตอร์แบบ NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

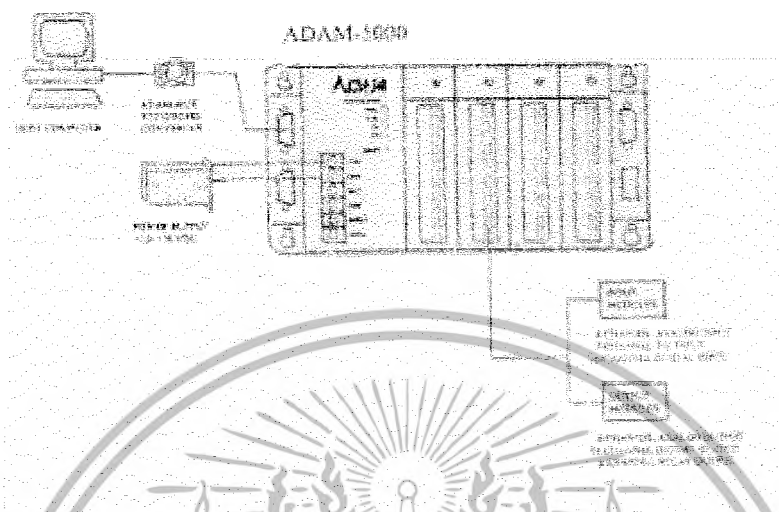
ในการจะเลือกใช้งานเซ็นเซอร์แบบ PNP หรือ NPN นั้น ถ้าหากโหลดเป็นอุปกรณ์พวกรีเลย์ หลอดไฟ โซลีนอยด์นั้น จะเลือกแบบไหนไปใช้งานก็ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติพอๆ กัน แต่หากนำสัญญาณที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ควบคุม เช่น PLC ต้องพิจารณาให้ดี เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นมีทิศทางกรไหลของกระแสไฟ ซึ่งการจะเลือกแบบไหนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความต้องการของอุปกรณ์ควบคุมเป็นสำคัญ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบ ADAM-5000 (ADAM-5000 System)



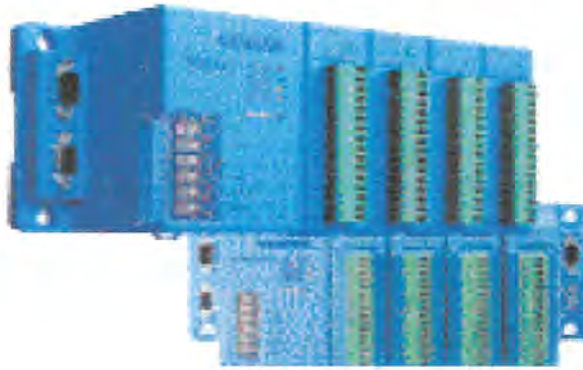
รูปที่ 3-1 ระบบ ADAM-5000

3.1 ADAM-5000

ADAM-5000 เป็นอุปกรณ์ซึ่งสามารถส่งถ่ายข้อมูลและประยุกต์ใช้ข้อมูลต่างๆ ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์กับชุดคำสั่งและชุดส่งถ่ายกับระบบเครือข่าย ADAM-5000 ประกอบด้วย CPU card, 4-slot สำหรับหน่วยสัญญาณเข้า-ออก, power regulator, RS-232 port และ RS-485 port สำหรับเชื่อมโยงข้อมูลกับคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย ADAM-5000 CPU สามารถปรับขึ้นเป็น 64 หน่วยสัญญาณเข้า-ออก จาก 4-slot แต่ละหน่วยของสัญญาณสามารถระบุว่าเป็นสัญญาณเข้าหรือสัญญาณออกได้ ชนิดของสัญญาณที่รับจะขึ้นอยู่กับความสามารถของหน่วยสัญญาณเข้า-ออก (I/O Modules) แต่ละตัวซึ่งจะแบ่งออกเป็น ADAM-5013, ADAM-5017H, ADAM-5018

โปรแกรมที่สามารถรองรับระบบ ADAM-5000 ได้มีดังนี้

- DLL (Dynamic Link Library)
- DDE (Dynamic Data Exchange)
- FIX DMACS
- Advantech GenIDAQ



รูปที่ 3-2 ADAM-5000

ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5000 มีดังนี้

Processor

CPU	80188, 16-bit microprocessor
RAM	32 kB
ROM (Flash)	128 kB
I/O Capacity	4 slots (ADAM-5000) 8 slots (ADAM-5000E)
Power Consumption	1.0 W (ADAM-5000) 4.0 W (ADAM-5000E)

Communication

RS-485 Ports	2, 1 each for input and output
Extended RS-233 Ports	1
Wiring	RS-485, twisted pair
Speed	1200 bps to 115.2 Kbps
Max. Communication Distance	4000 ft (1.2 km)
Network Expansion	Up to 256 ADAM-5000 system per host serial port over twisted pair wires.

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Communication

Protection	Transient suppression on RS-485 Communication lines.
Protocol	ASCII Command/response
Asynchronous Data Format	1 start bit, 8 data bits, 1 stop bit, on parity (1 start, 8-w-1)
Communication Error Check	With checksum

Isolation

Connection power	3000 Vdc
Input/output	3000 Vdc
Communication	2500 Vdc (ADAM-5000/485) 3000 Vdc (ADAM-5000E)

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5000 (ต่อ)**3.2 หน่วยสัญญาณเข้า-ออก (I/O Modules)****3.2.1 ADAM-5013**

ADAM-5013 มีความจุ 16-bit มีช่องสัญญาณ 3 ช่อง ซึ่งมีข้อมูลทางเทคนิคดังนี้

**รูปที่ 3-3 A DAM-5013**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analog input channels	three
Input type	Pt or Ni RTD
RTD type and temperature range	Pt-100 to 100°C a = 0.00385 Pt 0 to 100°C a = 0.00385 Pt 0 to 200°C a = 0.00385 Pt 0 to 600°C a = 0.00385 Pt -100 to 100°C a = 0.00392 Pt 0 to 100°C a = 0.00392 Pt 0 to 200°C a = 0.00392 Pt 0 to 600°C a = 0.00392 Ni -80 to 100°C Ni 0 to 100°C
Isolation voltage	3000 Vdc
Sampling rate	10 samples per 1 sec (total)
Input impedance	2 MΩ
Bandwidth	13.1 Hz@50Hz, 15.72 Hz@60Hz
Input connection	2, 3 or 4 wire
Accuracy	±0.1% or better
Zero drift	±0.015% °C/°C
Span drift	±0.01 °C/°C
CMR@50/60 Hz	150 dB
NMR@ 50/60 Hz	100 dB
Power consumption	1.2 w

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5013

3.2.2 ADAM-5017H

ADAM-5017H มีความจุ 12-bit มีช่องสัญญาณ 8 ช่องสัญญาณ ชนิดของสัญญาณที่ยอมรับ ยอมรับสัญญาณเข้าเป็น millivolt (± 500 mV, 0-500 mV) ยอมรับสัญญาณเข้าเป็น voltage (± 1 V, 0-1 V, ± 2.5 V, 0-2 V, ± 5 V, 0-5 V, ± 10 V และ 0-10 V) และยอมรับสัญญาณเข้าเป็นกระแสที่ต่อเนื่อง (0-20 mA และ 4-20 mA) ซึ่งมีข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-4 ADAM-5017H

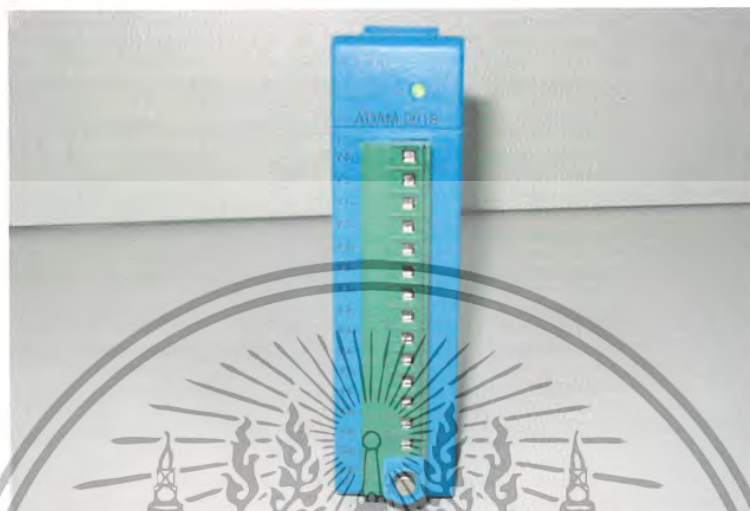
Analog Input Channels	8 differential
ADC Resolution	12 bits, plus sign bit
Type of ADC	Successive approximation
Isolation Voltage	3000 Vdc
Sampling Rate	100 Hz
Input Impedance	20 M Ω (voltage inputs) 125 Ω (current inputs)
Signal Input Bandwidth	100 Hz for both voltage inputs and current inputs
Analog Signal Range	± 15 V max.
Analog Signal Range for any two measured Pins	± 15 V max.
Power Requirements	+10 to +30 Vdc (non-regulated)
Power Consumption	1.8 W

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5017H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ADAM-5018

ADAM-5018 มีความจุ 16-bit มีช่องสัญญาณ 7 ช่อง ชนิดของสัญญาณเข้าที่ขอมรับ ขอมรับสัญญาณเข้าเป็น millivolt (± 15 mV, ± 50 mV, ± 100 mV, ± 500 mV) ขอมรับสัญญาณเข้าเป็น Voltage (± 1 V, ± 2.5 V) ขอมรับสัญญาณเข้าเป็นกระแสที่ต่อเนื่อง (± 20 mA) ซึ่งมีข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคดังนี้



รูปที่ 3-5 ADAM-5018

Analog Input Channels	Seven differential
Input type	mV, V, mA, Thermocouple
Input Range	± 15 mV, ± 50 mV, ± 100 mV, ± 500 mV, ± 1 V, ± 2.5 V and ± 20 mA
T/C type and Temperature Range	J 0 to 760 °C K 0 to 1370 °C T -100 to 400 °C E 0 to 1400 °C R 500 to 1750 °C

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T/C type and Temperature Range	S 500 to 1750°C B 500 to 1800°C
Isolation Voltage	3000 Vdc
Sampling Rate	10 samples/sec (total)
Input Impedance	2 MΩ
Bandwidth	13.1 Hz@50Hz, 15.72 Hz@60Hz
Accuracy	±0.1% or better
Zero Drift	±0.3 μV/°C
Span Drift	±25 ppm/°C
CMR@50/60 Hz	92 dB min
Power Consumption	1.2 W

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิคของ ADAM-5018 (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรม Advantech VisiDAQ

โปรแกรม VisiDAQ เป็นการเขียนโปรแกรมใช้ในการแสดงค่าทางกลของเครื่องมือวัดในสภาวะต่างๆ โดยโปรแกรมนี้สามารถรับค่าได้ทั้ง Analog และ Digital สัญญาณนี้ส่งมาจาก ชุดรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 ดังรายละเอียดของ Advantech VisiDAQ ดังนี้

3.3.1 เครื่องมือในการเขียนโปรแกรมรับค่าของ Program VisiDAQ



รูปที่ 3-6 เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมรับข้อมูล

3.3.1.1 สัญญาณเข้า (Analog Input)



รูปที่ 3-7 แสดงสัญลักษณ์ของ สัญญาณเข้า

สัญญาณเข้า มีความสามารถรับสัญญาณเข้าโดยรองรับค่าจากตัวรับข้อมูล รุ่น ADAM 5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-8 การตั้งค่าสัญญาณเข้า

การเทียบค่าสัญญาณเข้า (Scaling) ใช้ในการเทียบค่าของสัญญาณเข้ากับสัญญาณออกโดยมีปริมาณเทียบค่าตามสมการ ดังนี้

$$\text{result} = n2 + \{ \text{input} - n1 \} \times \{ (m2 - n2) / (m1 - n1) \}$$

รูปที่ 3-9 แสดงหน้าต่างการเทียบค่าสัญญาณเข้า

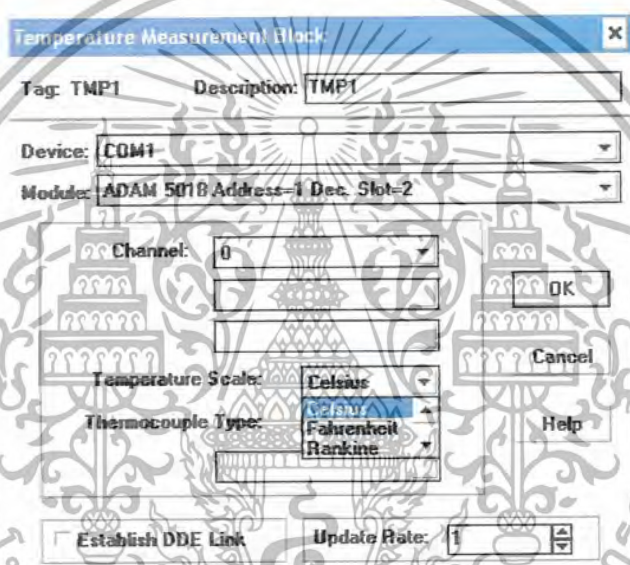
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ตัวรับสัญญาณเข้าทางอุณหภูมิ (Temperature Measurement)



รูปที่ 3-10 แสดงสัญลักษณ์ของตัวรับสัญญาณเข้าทางอุณหภูมิ

การใช้งานคล้ายกับสัญญาณเข้า เป็นการรับสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 ที่เป็นแบบการรับค่าทางอุณหภูมิในแบบของศาเซลเซียส ฟาห์เรนไฮต์ เคลวิน หรือ เรนคิน โดยรับค่าจากเทอร์โมคัปเปิลชนิด J, K, S, T, R, E



รูปที่ 3-11 แสดงการตั้งค่าของตัวรับสัญญาณเข้าทางอุณหภูมิ

3.3.1.3 ตัวรับคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Working with Calculation Blocks)



รูปที่ 3-12 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบคำสั่งการคำนวณ เป็นคำสั่งสำหรับการคำนวณ โดยรับค่าจากตัวรับสัญญาณ รุ่น ADAM-5000 มาคำนวณระหว่าง 2 ค่าที่ได้จากการรับสัญญาณ ตัวที่หนึ่งและตัวที่สอง หรือกับค่าคงที่ที่กำหนด

Operator	Function (Output)
+	OP 1 + OP 2
-	OP 1 - OP 2
*	OP 1 * OP 2
/	OP 1 / PO 2
Pow	OP 1 ^ OP 2
* mod	Outputs remainder of OP 1 / OP 2
* and	Logical AND of OP 1 and OP 2
* or	Logical OR of OP 1 and OP 2
exp	Output $e^{OP 1}$
max	Output the maximum of OP 1 and OP 2
min	Output the minimum of OP 1 and OP 2
$\square \geq$	Output 1 if OP 1 \geq OP 2, 0 otherwise
$\square \leq$	Output 1 if OP 1 \leq OP 2, 0 otherwise
>	Output 1 if OP 1 > OP 2, 0 otherwise
<	Output 1 if OP 1 > OP 2, 0 otherwise
equ	Output 1 if OP 1 = OP 2, 0 otherwise
neq	Output 1 if OP 1 is not equal to OP 2, 0 otherwise
abs	Output the absolute value of OP 1
* not	Logical NOT of OP 1
inv	Output $1 / OP 1$ (inverse of OP 1)
sprt	Output the square root of OP 1
Iog	Output the log of OP 1 (base 10)
In	Output the natural log of OP 1 (base e)

ตารางที่ 3-5 แสดงเครื่องมือการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

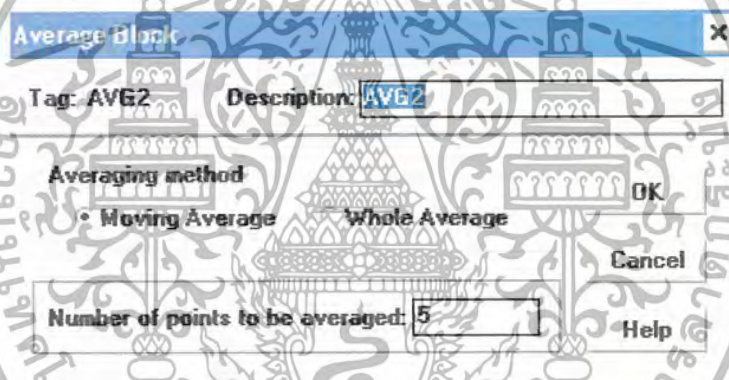
3.3.1.4 ตัวรับคำสั่งการหาค่าเฉลี่ย (Average Block)



รูปที่ 3-13 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งการหาค่าเฉลี่ย

มีความสามารถในการหาค่าเฉลี่ยจากตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 โดยมีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 แบบของการเฉลี่ยค่า

- Moving Average : เป็นการหาค่าเฉลี่ยตามจำนวนครั้งที่ต้องการ โดยกำหนดจำนวนครั้งของการเฉลี่ยค่า
- Whole Average : เป็นการหาค่าเฉลี่ยตามจำนวนครั้งของค่าที่รับจากตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 ทั้งหมด



รูปที่ 3-14 แสดงการตั้งค่าของ ตัวรับคำสั่งการหาค่าเฉลี่ย

3.3.1.5 ตัวรับคำสั่งบันทึกค่า (Log File Blocks)



รูปที่ 3-15 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวรับคำสั่งบันทึกค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการรับค่าจากตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 มาบันทึกค่าลงคอมพิวเตอร์ได้ทั้งหมด 16 ค่าและมีการกำหนดการบันทึกค่าลงในคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 4 แบบ

Log File Block

Tag: LOG3 Description: LOG3

File Name: C:\WISIDAQ\FATIGUE\S-N1.xls Browse...

Save and restore the previous file name

Storage Type: ASCII Update Method: Overwrite Delimiter: Space

Comments: (For ASCII file only)

Stress Mpa	Cycle N	Time
Col No.	Input	
1	AVG10:AVG10	
2	AVG13:AVG13	
3	AVG6:AVG6	

OK Cancel Help Advanced...

(Double click to change column number.)

Log On/Off from: TAGS: BBTN2

Open/Close from:

รูปที่ 3-16 แสดงการตั้งค่าของ ตัวรับค่าถังบันทึกค่า

วิธีเริ่มการบันทึก

- เริ่มต้นการบันทึกค่าทันทีเมื่อ โปรแกรมเริ่มทำงาน
- เริ่มต้นการบันทึกค่าหลังจากการเจอคำสั่งที่กำหนด
- เริ่มต้นการบันทึกค่าเมื่อมีสัญญาณเข้าและปิดการบันทึกเมื่อ ไม่มีสัญญาณ
- เริ่มการบันทึกค่าตามที่กำหนดเป็นวินาที

วิธีหยุดการบันทึก

- หยุดการบันทึกค่าทันทีเมื่อ โปรแกรมหยุดทำงาน
- หยุดการบันทึกค่าหลังจากเจอคำสั่งที่กำหนด
- เริ่มต้นการบันทึกค่าเมื่อมีสัญญาณเข้าและปิดการบันทึกเมื่อ ไม่มีสัญญาณ
- หยุดการบันทึกค่าตามที่กำหนดเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.6 ตัวแสดงเวลา (Timer Block)



รูปที่ 3-17 แสดงสัญลักษณ์ของ ตัวแสดงเวลา

เป็นตัวแสดงเวลาและจับเวลาของโปรแกรม โดยแสดงเวลาเป็นแบบครบรอบของเวลาในแต่ละช่วงเวลา

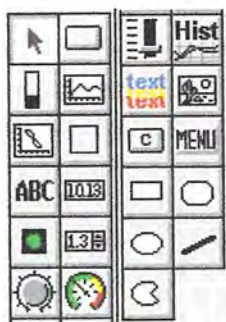


รูปที่ 3-18 แสดงการตั้งค่าของ ตัวแสดงเวลา

3.3.2 การสร้างเครื่องมือแสดงผล (Display Designer)

เป็นการสร้างเครื่องมือเพื่อรับค่าจากส่วนรับข้อมูล เพื่อนำไปแสดงผลและมีการควบคุม ข้อมูลที่จะแสดงผลโดยแบ่งข้อมูลเป็น 4 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-19 แสดงสัญลักษณ์ของ เครื่องมือแสดงผล

3.3.2.1 เครื่องมือการแสดงผลเป็นตัวเลข (Numeric/string Display)

เป็นการแสดงผลทางตัวเลขที่รับข้อมูลทางตัวเลขมาจากส่วนรับข้อมูล จำนวนเต็มหรือค่าที่เป็นทศนิยมก็ได้ มีความไวในการอ่านข้อมูลที่ส่งมา 20 Hz

โดยแสดงทั้งค่าที่เป็น



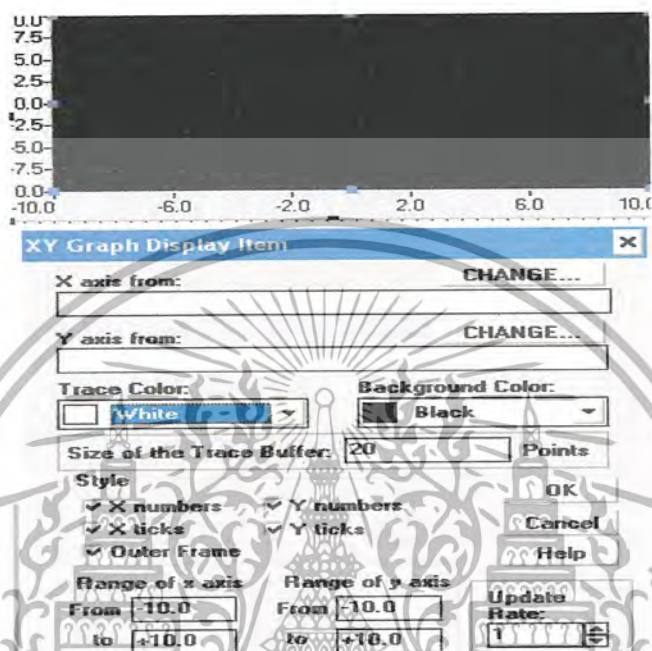
รูปที่ 3-20 แสดงการตั้งค่าของเครื่องมือการแสดงผลเป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 เครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟ (Graph Display Item)

1) การแสดงผลในรูปของกราฟเส้น โดยกราฟนั้นจะรับข้อมูลมาจากส่วนรับข้อมูลมาแสดงในแกนที่เทียบค่าการรับข้อมูลนั้น รูปแบบของเครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟมี 2 รูปแบบ

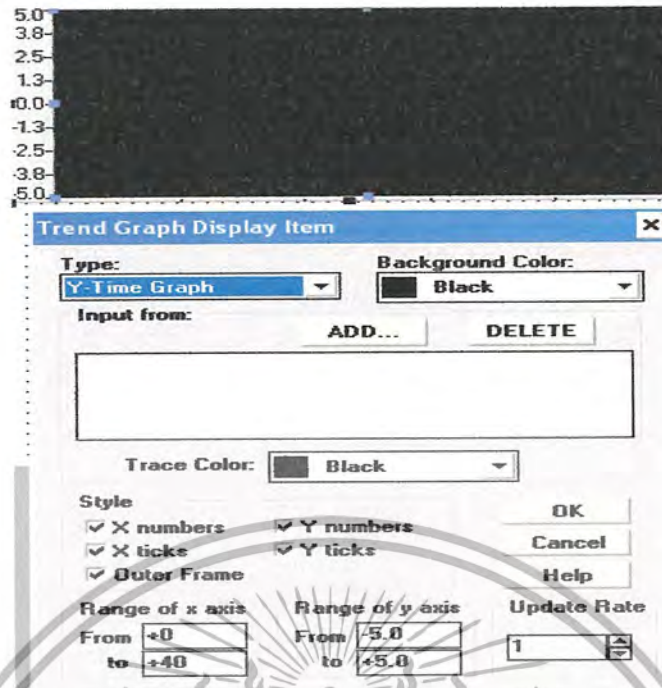
- XY Graph Display Item เป็นกราฟที่รับค่าจากส่วนรับข้อมูล มาใช้ในแกน X หรือ Y แล้วแสดงค่าเป็นกราฟ



รูปที่ 3-21 แสดงการตั้งค่าของ เครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟ ของ XY Graph Display Item

- Trend Graph Display Item เป็นกราฟที่รับค่าจากส่วนรับข้อมูล มาใช้ในแกน Y ส่วนแกน X นั้นเทียบกับเวลาที่โปรแกรมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-22 แสดงการตั้งค่าของ เครื่องมือการแสดงผลเป็นกราฟ ของ Trend Graph Display Item

2) การแสดงผลในรูปของกราฟแท่ง (Bar Graph Display Item) รับค่าจากส่วนรับข้อมูล มา แสดงในรูปความสูงหรือแกน Y ของกราฟ โดยสามารถรับข้อมูลได้ 1 ช่องข้อมูลเท่านั้น



รูปที่ 3-23 แสดงสัญลักษณ์ของ การแสดงผลในรูปของกราฟแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การแสดงผลแบบมิเตอร์ (Anameter Display Item) เป็นการแสดงผลจากส่วนรับข้อมูล ในรูป เข็มที่บอกขนาดคั่งรูป 3-24 โดยมีการตั้งค่าสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับของสี



รูปที่ 3-24 แสดงสัญลักษณ์ของการแสดงผลในรูปของมิเตอร์

3.3.2.3 เครื่องมือควบคุมการแสดงผลทางตัวเลข (Control Display Item)

เป็นเครื่องมือสำหรับการควบคุมตัวเลข โดยค่าจะเปลี่ยนตามการปรับค่าของ Mouse หรือ Keyboard ข้อมูลทางตัวเลขนี้สามารถนำไปใช้ในสมการคำนวณ ในการเปลี่ยนแปลงค่านี้มีอยู่ 3 แบบดังนี้

- Numeric Control
- Knob Control
- Slider Control

3.3.2.4 เครื่องมือควบคุมการเปิด-ปิด การทำงาน (Binary Button Display Item)

เป็นเครื่องมือสำหรับการใช้เปิด-ปิด การทำงานใน โปรแกรม ซึ่งเป็นตัวส่งส่วนของส่วนรับข้อมูล ทางเครื่องรับคำสั่งทำงาน (Tag Block)

on/off

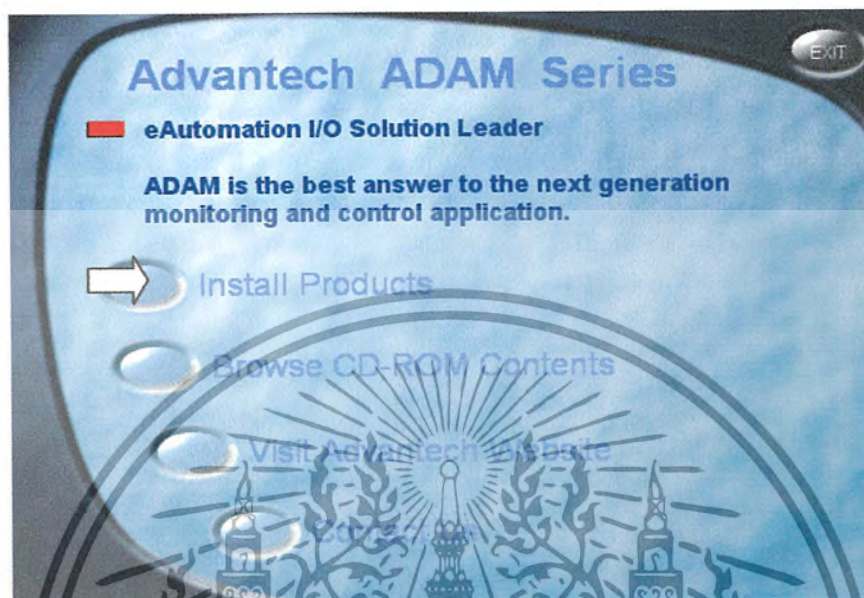
รูปที่ 3-25 แสดงสัญลักษณ์ของ เครื่องมือควบคุมการเปิด-ปิด การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การติดตั้ง Drivers ADAM-5000 และโปรแกรม VisiDAQ

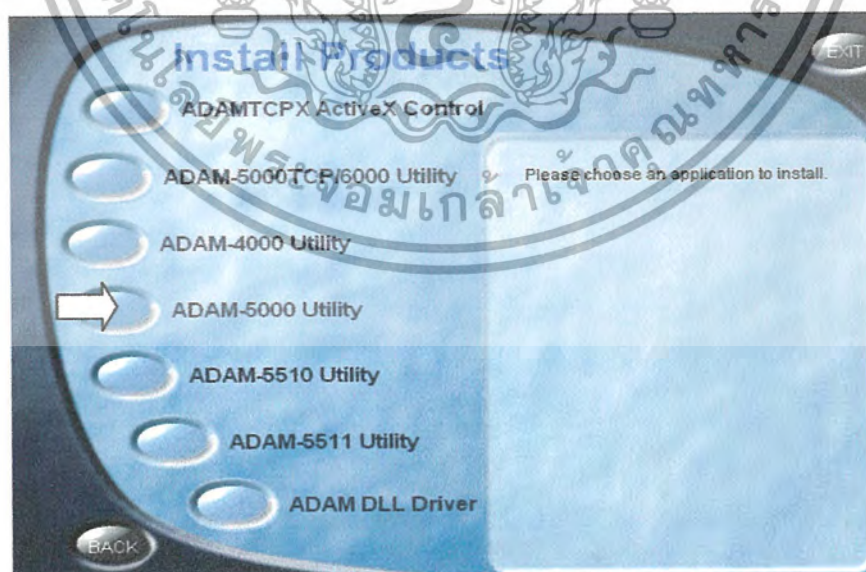
3.3.3.1 การติดตั้ง Drivers ADAM-5000

1) คลิกเลือกที่การติดตั้ง (Install products) ดังรูปที่ 3-26



รูปที่ 3-26 แสดงการเลือกที่การติดตั้ง

2) คลิกที่ ADAM-5000 Utility ดังรูปที่ 3-27



รูปที่ 3-27 แสดงการเลือกที่ ADAM-5000 Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

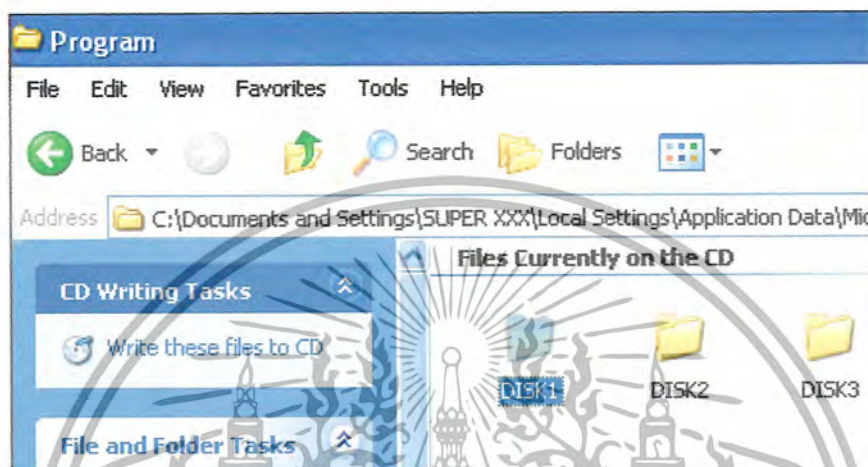
3) คลิกที่ ถัดไป (Next) โปรแกรมจะทำการลง Divers ADAM-5000 จนเสร็จ

4) ทำการ Restart เครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่

3.3.3.2 การติดตั้ง โปรแกรม VisiDAQ

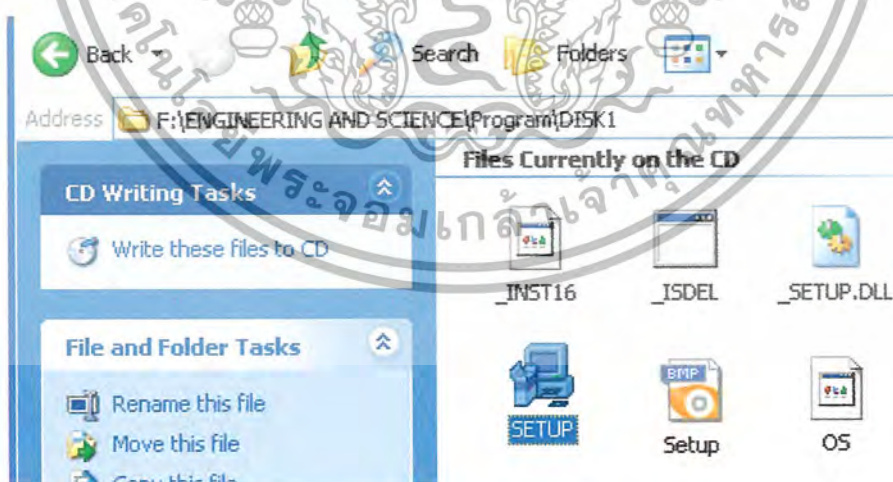
1) เลือกโฟลเดอร์ โปรแกรม

2) เลือกโฟลเดอร์ DISK1 ดังรูปที่ 3-28



รูปที่ 3-28 แสดงการเลือกโฟลเดอร์ DISK1 ในการติดตั้งโปรแกรม VisiDAQ

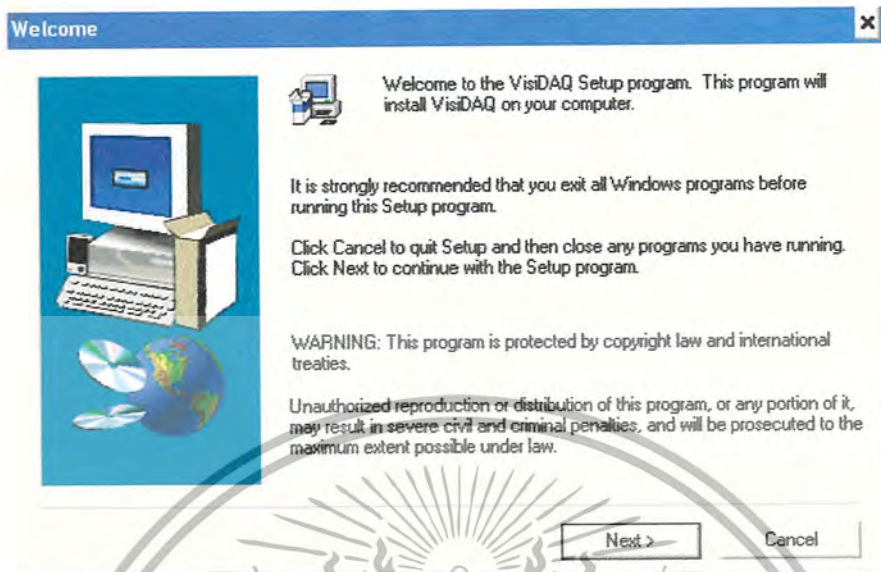
3) เลือกโฟลเดอร์ SETUP ดังรูปที่ 3-29



รูปที่ 3-29 แสดงการเลือกโฟลเดอร์ SETUP ในการติดตั้งโปรแกรม VisiDAQ

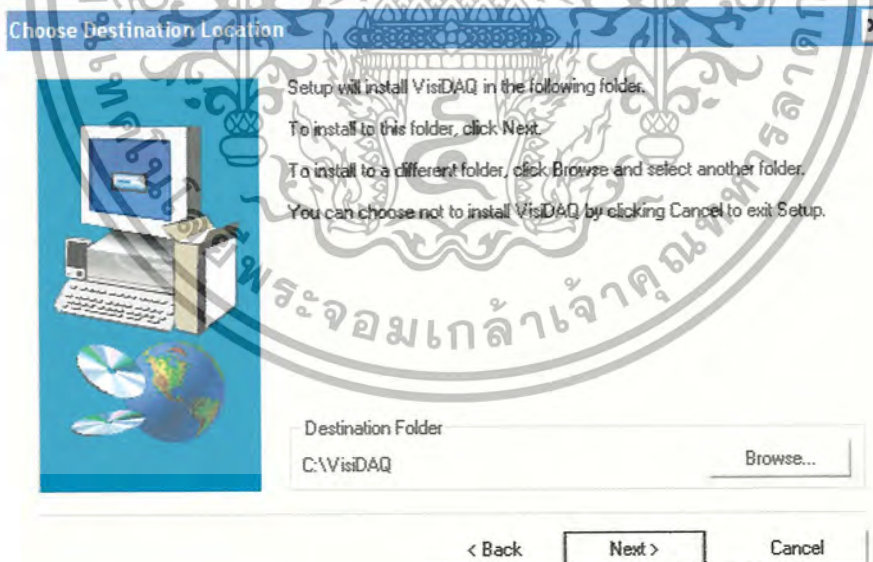
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คลิกที่ ถัดไป ด้านล่าง ดังรูปที่ 3-30



รูปที่ 3-30 แสดงการเลือกคลิกที่ ถัดไป (Next)

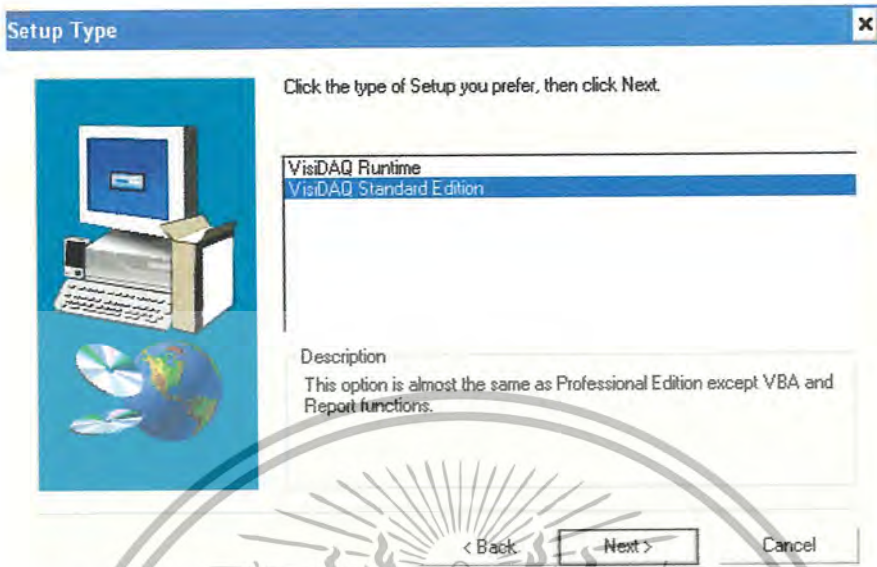
5) เลือกลงโปรแกรม VisiDAQ ในพื้นที่ C : ของคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-31



รูปที่ 3-31 แสดงการลงโปรแกรม VisiDAQ ในพื้นที่ C : ของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เลือกลงโปรแกรม VisiDAQ standard Edition แล้วคลิก ถัดไป ดังรูปที่ 3-32



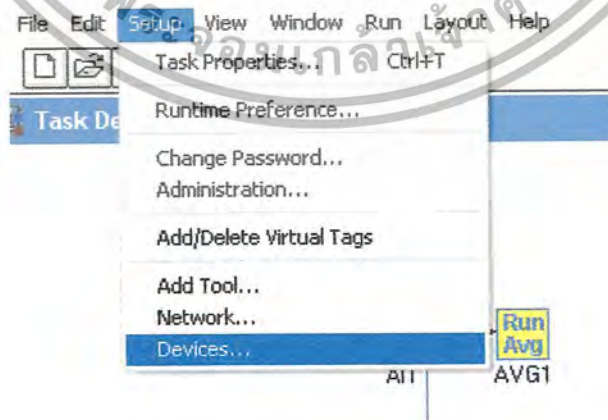
รูปที่ 3-32 แสดงการลงโปรแกรม VisiDAQ standard Edition

7) เมื่อลงโปรแกรม VisiDAQ เสร็จแล้วทำการกดคลิก Fatigue test engines และ Solar energy test ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้ออกแนบไว้แล้ว ลงในพื้นที่ C:\VisiDAQ

3.3.4 การติดต่อกับอุปกรณ์

การติดตั้งและการแก้ไข อุปกรณ์เพื่อติดต่อกับการใช้งานของโปรแกรม เพื่อทำการสื่อสารข้อมูลต่างๆในเครื่องรับข้อมูล ADAM-5000 ที่รับคำสั่งจากเครื่องมือ โดยมีการต่อข้อมูลดังนี้

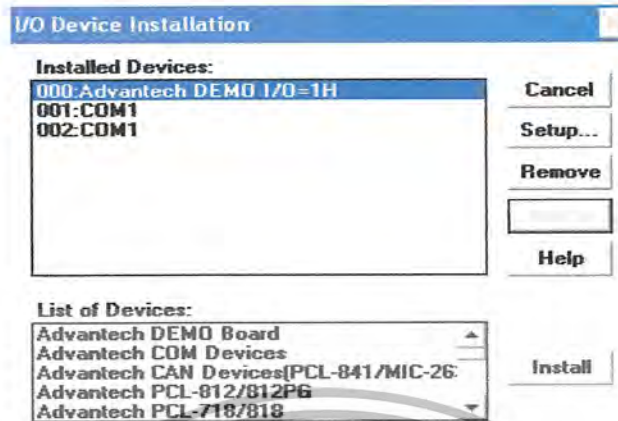
1) เลือกการติดตั้งที่ Setup > Devices ดังรูปที่ 3-33



รูปที่ 3-33 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ Setup>Devices

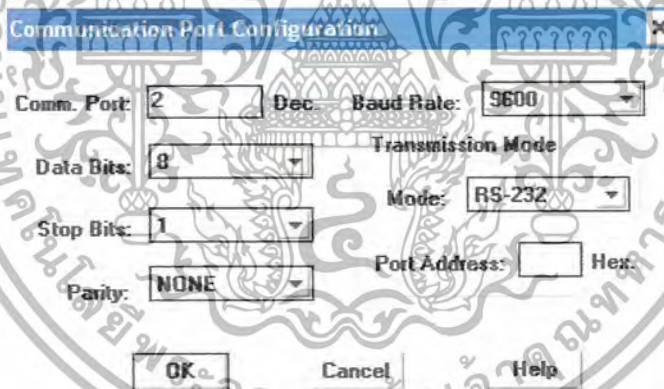
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เลือกการติดตั้งที่ Add > Advantech com devices > Install > Port ดังรูปที่ 3-34



รูปที่ 3-34 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ Add > Advantech com devices > Install > Port

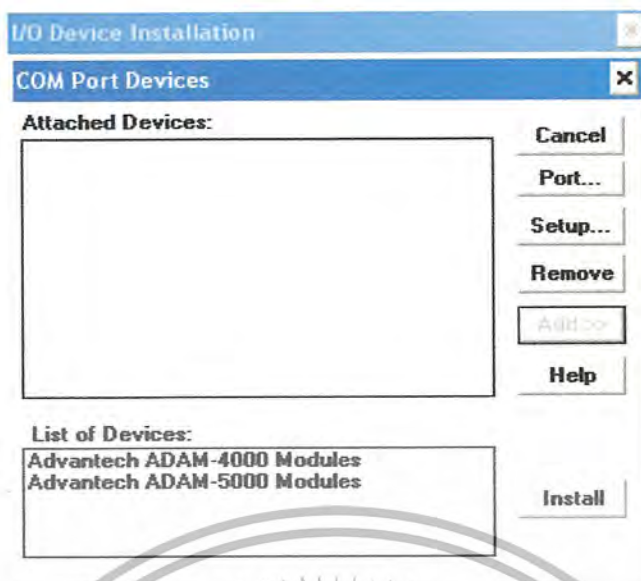
3) เลือกการติดตั้งที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ Port 1 > ok ดังรูปที่ 3-35



รูปที่ 3-35 แสดงการเลือกการติดตั้งที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ Port 1 > ok

4) เลือกการติดตั้งอุปกรณ์การติดต่อกับ ADAM-5000 ดังรูปที่ 3-36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-36 แสดงเลือกการติดตั้งอุปกรณ์การติดต่อกับ ADAM-5000

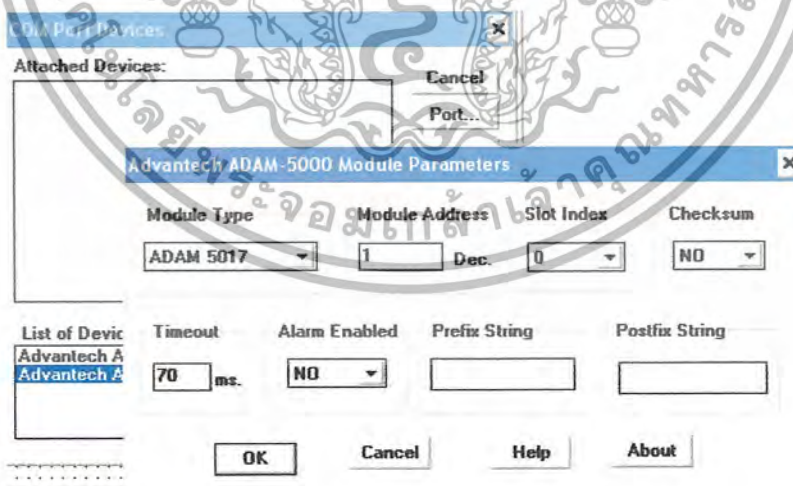
5) เลือกการติดตั้งอุปกรณ์หน่วยรับสัญญาณ ดังรูปที่ 3-37

5.1) Module Type เลือกชนิดของหน่วยรับสัญญาณเข้าสัญญาณออกสำหรับ ADAM-5000

- ADAM-5013

- ADAM-5017H

- ADAM-5018



รูปที่ 3-37 แสดงการติดตั้งหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2) Module Address แสดงหน่วยรับข้อมูล รุ่น ADAM-5000 โดย ADAM-5000 มีตามจำนวนที่ใช้งาน

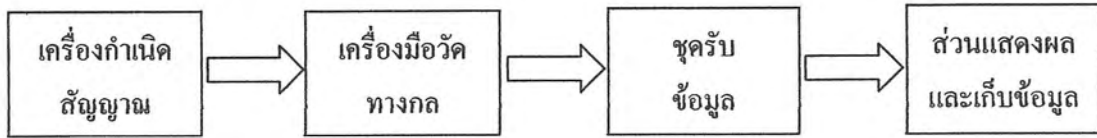
5.3) Slot Index แสดงหน่วยรับข้อมูลตามลำดับของข้อมูล ในแต่ละตำแหน่งการทำงานของหน่วยรับข้อมูล ADAM-5000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการศึกษาระบบในการเก็บข้อมูลจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 ระบบในการเก็บข้อมูล

4.1 หลักการทำงานของระบบ

เครื่องมือวัดทางกล จะทำการวัดค่าต่าง ๆ ที่ต้องการจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วส่งสัญญาณต่อไปยังชุดรับข้อมูล ซึ่งจะมีหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก (I/O Modules) ข้อมูลต่าง ๆ จากชุดรับข้อมูลจะถูกส่ง ไปแสดงผลเป็นตัวเลข ของค่าที่วัดได้ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์

4.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ ประกอบด้วย

4.2.1 เครื่องทดสอบความถี่หมุน-คัต แบบปลายหมุนอิสระดังรูปที่ 4-2

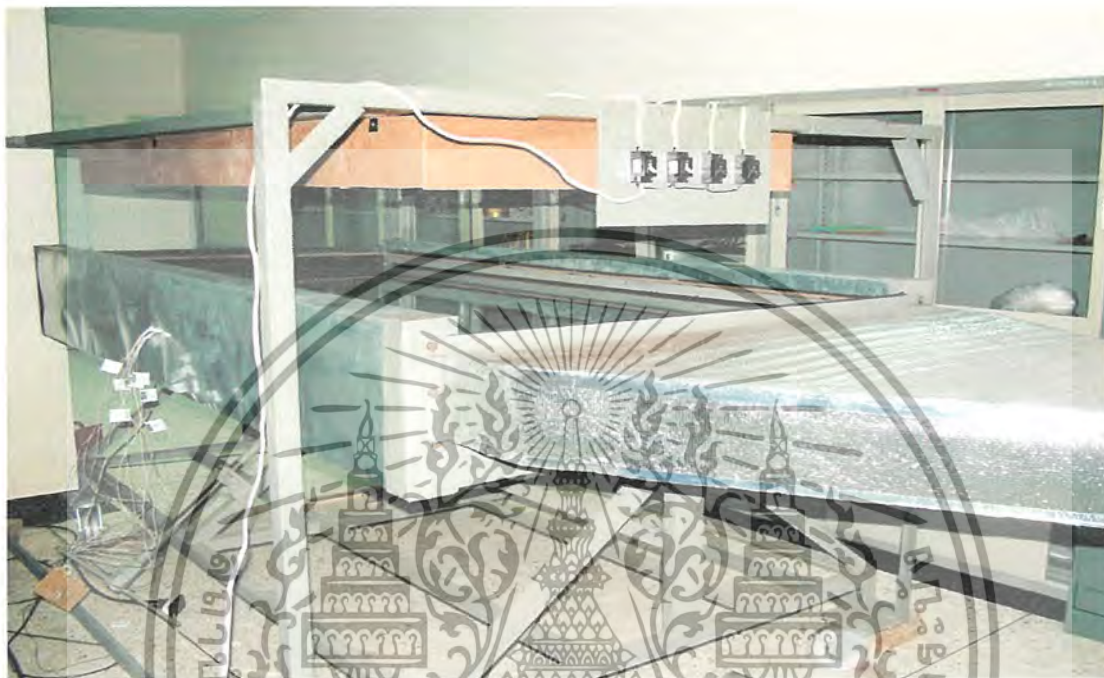
จะทำการบันทึกค่าจำนวนรอบในการหมุนขึ้นทดสอบ แรงที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้โหลดเซลล์ และพรีอักษิมิตี เซนเซอร์ ในการวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles ดังรูปที่ 4-3

จะทำการบันทึกค่าอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของแผ่นรับความร้อน (plate absorber) และอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่าน แผ่นรับความร้อน (plate absorber) ในแต่ละจุด โดยใช้ RTD และเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ในการวัด



รูปที่ 4-3 แสดงเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

หมายเหตุ เนื่องจาก เครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles เป็นหัวข้องานวิจัยของ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จึงขอเสนอในส่วนขอการใช้เครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM-5000 ในการรับค่า และบันทึกค่าเท่านั้นจะไม่ขอลำถึงหลักการทำงานของเครื่องและส่วนประกอบของเครื่องแต่อย่างใด

4.3 หลักการทำงานของเครื่องทดสอบความล้า

ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ จะถูกส่งไปเลี้ยงมอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า กำลังงานจากมอเตอร์จะถูกส่งไปขับเพลลา เพื่อหมุนชิ้นทดสอบ โดยมีคัปปลิง เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างเพลลา กับมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์หมุนทำให้ชิ้นทดสอบ ซึ่งปลายด้านหนึ่งยึดติดกับเพลลาอีกด้านจะปล่อยให้หมุนอิสระหมุน ปลายด้านที่หมุนอิสระจะได้รับแรงดึงในแนวตั้งฉากค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้ชิ้นทดสอบเกิดการคดจากนั้นชิ้นทดสอบจะถูกหมุนไปเรื่อย ๆ จนขาด ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าความเค้นคดสลับ (Alternating bending stress) ของชิ้นทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

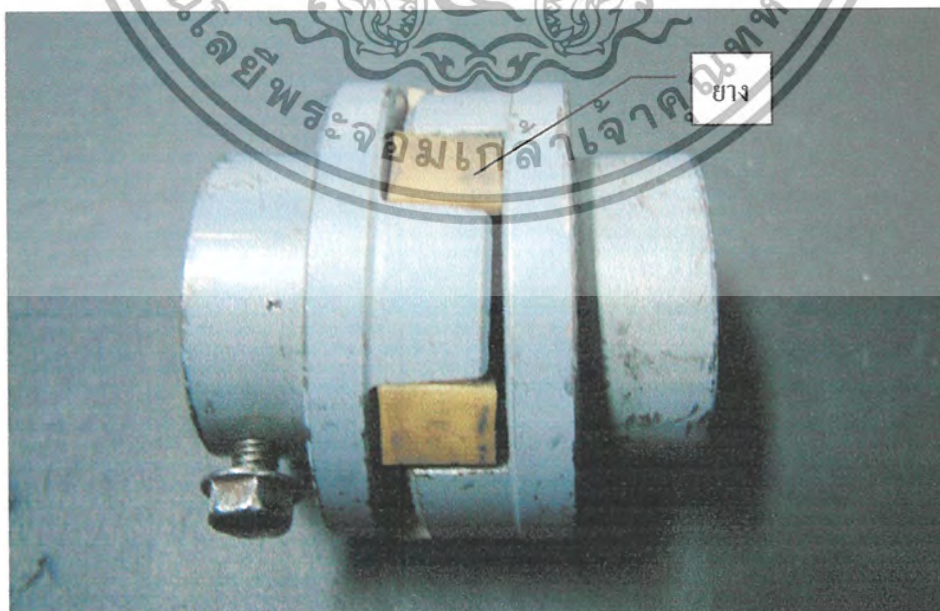
4.4 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความถี่

4.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1/3 แรงม้า หมุนด้วยความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที สำหรับส่งกำลังขับเคลื่อน



รูปที่ 4-4 มอเตอร์ต้นกำลัง

4.4.2 คัปปลิง เป็นตัวส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลาเพื่อลดการสั่น และการคั่นของเพลา กับมอเตอร์ขนาดของคัปปลิงที่ใช้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโอดูด 2 นิ้ว และขนาดรูตาม 15 มิลลิเมตร



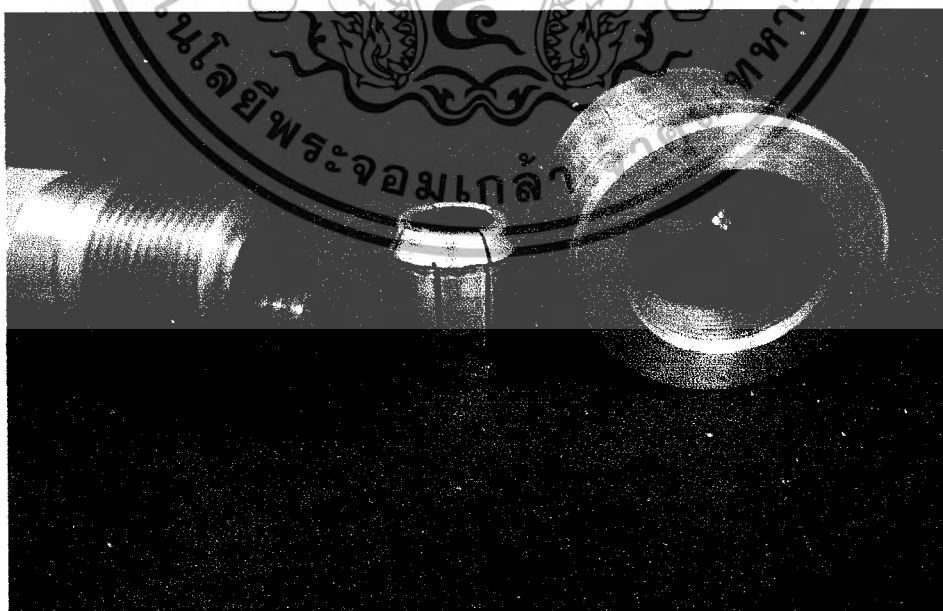
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 4-5 คัปปลิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 เพลลาและชุดจับยึดชิ้นทดสอบ เพลลาทำจากเหล็ก ST 40 ซึ่งมีความแข็งกว่าชิ้นทดสอบ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ส่วนปลายของเพลลาจะถูกออกแบบให้สามารถจับยึดชิ้นทดสอบได้



รูปที่ 4-6 เพลลาส่งกำลัง

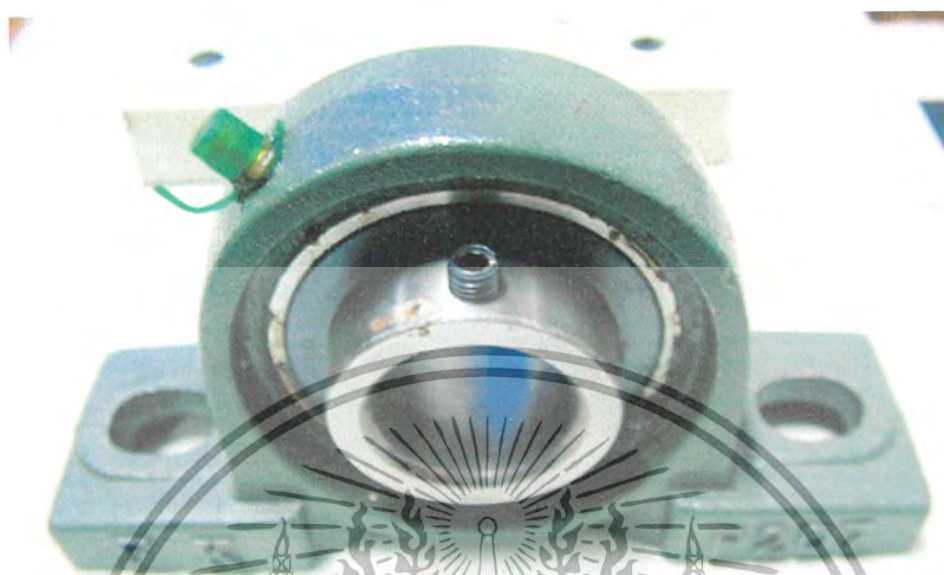
4.4.4 หัวจับของชุดจับยึดจะถูกออกแบบให้มีมุมเอียง เพื่อไม่ให้เกิดการลื่นไถลระหว่างชิ้นทดสอบกับเพลลา ในขณะที่ทำการทดสอบ เพื่อความถูกต้อง ของค่าจำนวนรอบในการหมุนของชิ้นทดสอบ



รูปที่ 4-7 ชุดจับยึดชิ้นทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 แบร์ริง เป็นตัวรองรับเพลลาและรับแรงค้ดจากจิ้นทดสอบ ซึ่งเป็นแบร์ริงชนิด Deep groove โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูสวม 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 4-8 แบร์ริงรองรับเพลลา

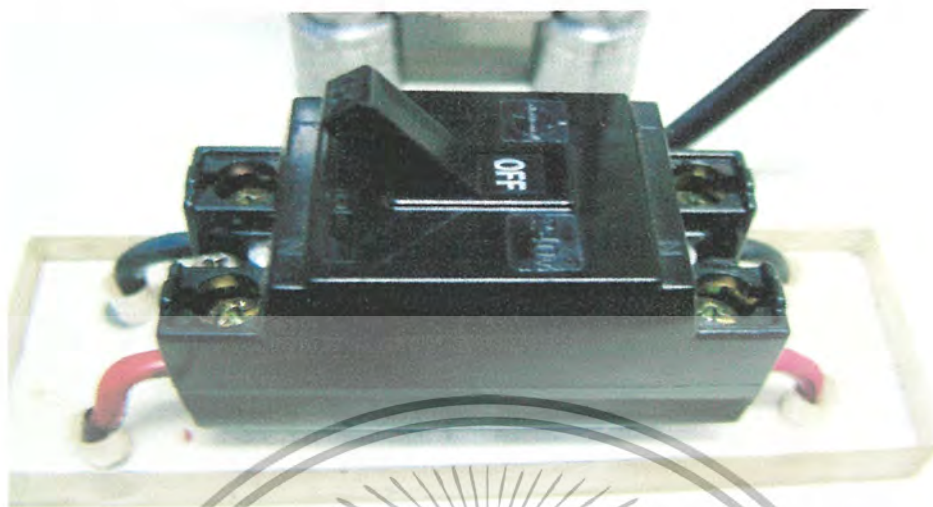
4.4.6 ลิ้มิตสวิตซ์ ทำหน้าที่ค้ดกระแสไฟฟ้ที่ส่งไปยังมอเตอร์ เมื่อจิ้นทดสอบเกิดการขาด สามารถรับแรงเคลื่อนไฟฟ้อยู่ในช่วงระหว่าง 110-250 VAC และรับค้ดกระแสที่ 15 A



รูปที่ 4-9 ลิ้มิตสวิตซ์

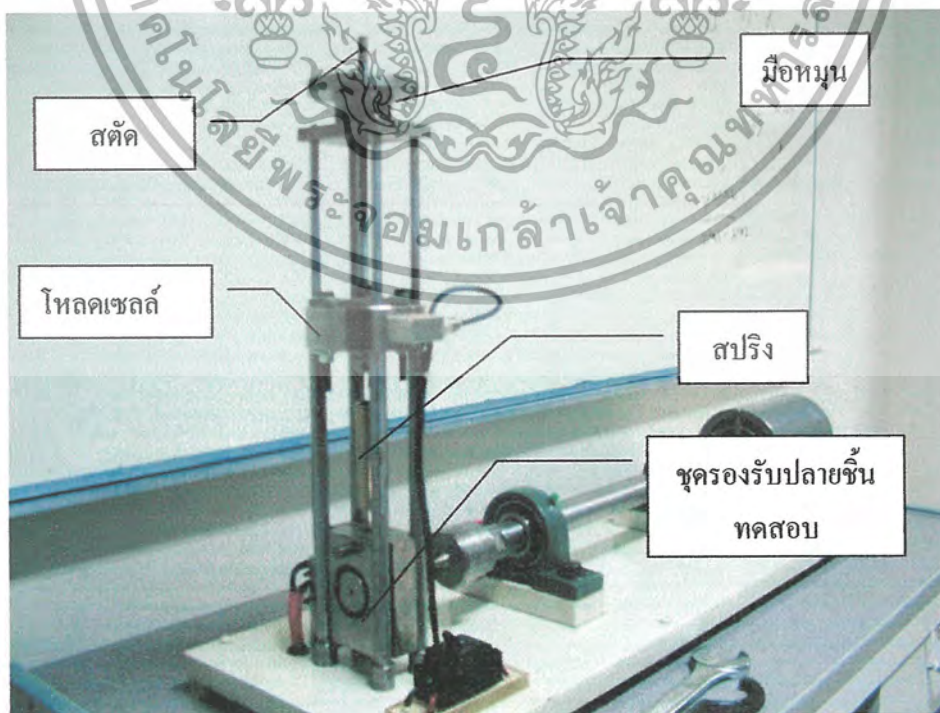
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 เบรกเกอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า ที่ส่งไปเลี้ยงระบบ



รูปที่ 4-10 เบรกเกอร์

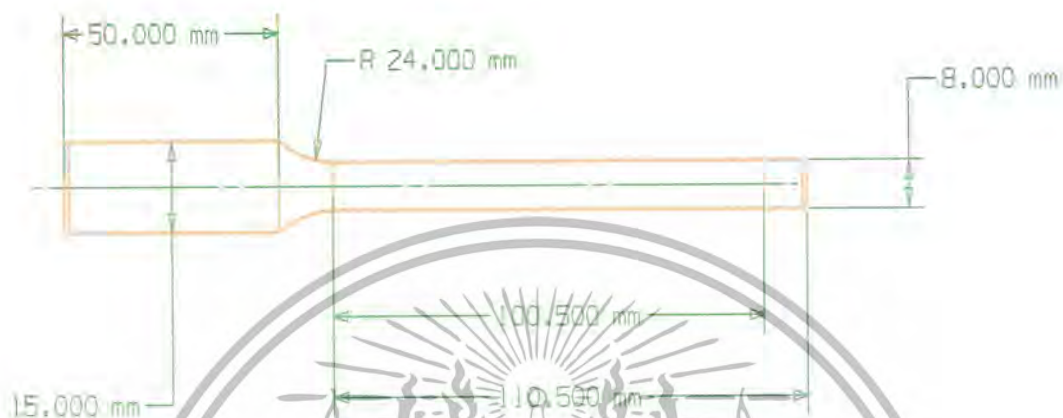
4.4.8 ชุดแรงกระทำสำหรับขึ้นทดสอบซึ่งมีส่วนประกอบดังรูปที่ 4-11 โดยมีหลักการคือ โทลคเซลล์ จะได้รับแรงดึงในแนวตั้งฉาก โดยการหมุนมือหมุนตามเข็มนาฬิกา แรงจะถูกส่งผ่านไปยัง สปริง และตัวรองรับปลายขึ้นทดสอบ ทำให้ขึ้นทดสอบเกิดการคด ซึ่งแรงที่ใช้ดึงนี้สามารถวัดค่าได้ด้วย โทลคเซลล์และ แสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูปที่ 4-11 ชุดแรงกระทำสำหรับขึ้นทดสอบ** กรุณาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ชั้นทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

ชั้นทดสอบที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้ใช้เหล็กเพลลาขาวหรือเหล็ก ST 37 เป็นชั้นทดสอบ โดยทำการกลึงจนมีขนาดดังรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-12 ขนาดของชั้นทดสอบความล้าแบบปลายหมุนอิสระที่ใช้ในการทดลอง

4.6 เครื่องมือวัด

4.6.1 เครื่องมือวัดสำหรับเครื่องทดสอบความล้า จะทำการเก็บค่า 2 ค่า คือ จำนวนรอบที่ชั้นทดสอบขาด และแรงที่กระทำกับชั้นทดสอบ

โดยแรงที่กระทำกับชั้นทดสอบ จะถูกวัดค่าด้วย โหลดเซลล์แบบเซอร์-เวป ซึ่งโหลดเซลล์ที่ใช้รับโหลดได้ 25 kN หรือ 2.5 ตัน มีค่าความถี่ธรรมชาติ ของทรานสดิวเซอร์ อยู่ที่ 4.8 kHz และมีสัญญาณออกที่ 2 มิลลิโวลต์ต่อ 1 โวลต์ โหลดเซลล์แบบนี้จะใช้เกจออกตีฟ 4 ตัว ต่อเข้ากับแอมป์ริคิจ์

จำนวนรอบที่ขาด จะถูกวัดค่าด้วย พร็อกซิมิตี้ เซนเซอร์ ซึ่งใช้เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) มีสายสัญญาณสามเส้น ให้สัญญาณแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (on-off)

4.6.2 เครื่องมือวัดสำหรับเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของแผ่นรับความร้อน (plate absorber) และอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่าน แผ่นรับความร้อน (plate absorber) ในแต่ละจุดนั้นจะใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด J ซึ่งมีช่วงการวัดอยู่ที่ 0 ถึง 760 องศาเซลเซียส

อาร์ทีดี (RTD) ที่ใช้วัดอุณหภูมิทางเข้า ทางออกของเครื่องและอุณหภูมิห้องจะใช้อาร์ทีดีชนิด PT ซึ่งมีช่วงการวัดอยู่ที่ 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือวัดทางกลต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐานหรือเรียกง่าย ๆ ว่า การสอบเทียบมาตรฐาน (Calibration) ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลของการวัดที่ถูกต้องตามต้องการและได้ค่าที่เป็นมาตรฐาน โดยในการศึกษานี้ได้ทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด ดังนี้

1. การสอบเทียบมาตรฐาน โหลดเซลล์

ทำการสอบเทียบโดยการนำโหลดเซลล์ที่ใช้ในการทดลองสอบเทียบกับโหลดเซลล์ของเครื่องทดสอบแรงดึงซึ่งมีความมาตรฐานแล้ว ขั้นตอนการสอบเทียบมีดังนี้

1.1 ต่อไฟเข้าโหลดเซลล์ 15 VDC

1.2 อ่านแรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะที่ยังไม่มีแรงกระทำกับโหลดเซลล์

1.3 นำโหลดเซลล์คึงกับเครื่องทดสอบแรงดึง

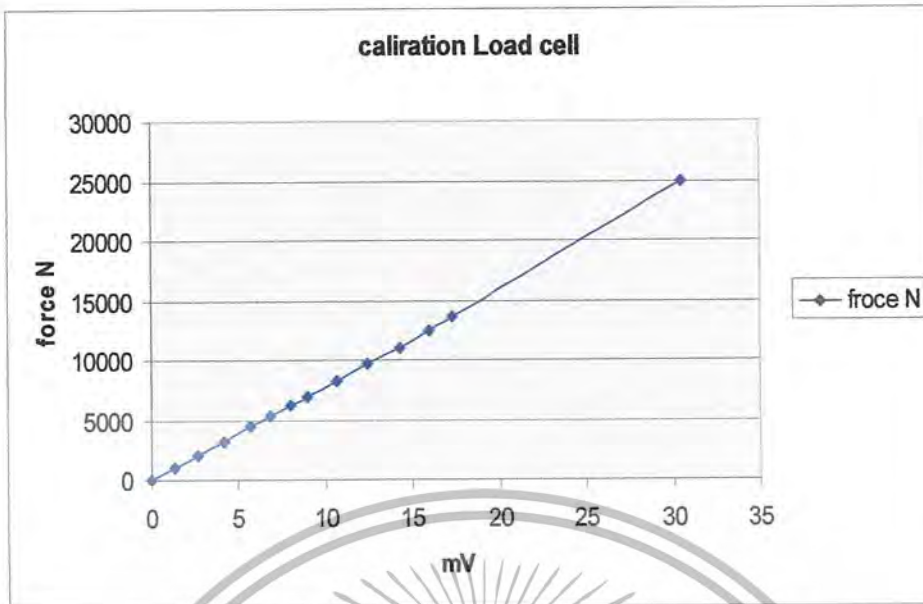
1.4 อ่านค่าแรงเทียบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 4-1

แรง F (N)	แรงเคลื่อนไฟฟ้า (mV)
0	0
1000	1.373
2000	2.641
3200	4.174
4450	5.712
5350	6.834
6200	7.932
7000	8.929
8300	10.592
9700	12.448
11000	14.238
12500	15.900
13600	17.319
25000	30.500

ตารางที่ 4-1 ค่าการสอบเทียบมาตรฐาน โหลดเซลล์

ค่าที่ได้ตามตารางที่ 4-1 สามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-13 กราฟแสดงการสอบเทียบมาตรฐาน โหลดเซลล์

2. การสอบเทียบมาตรฐาน เซนเซอร์วัดรอบ (พรีอักษิมิตี เซนเซอร์)

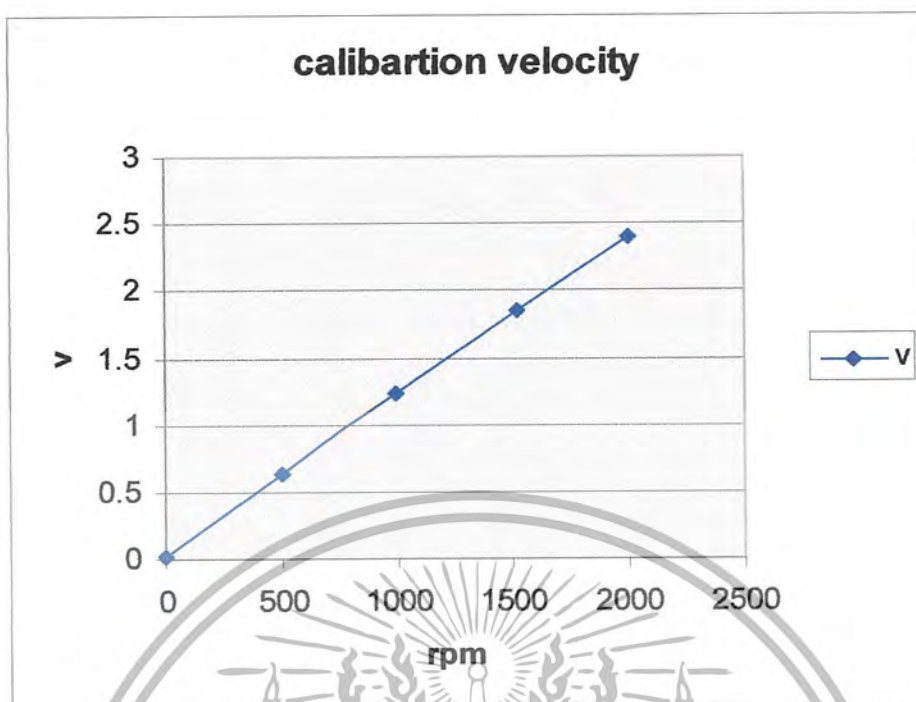
- 2.1 นำพรีอักษิมิตี เซนเซอร์ติดตั้งกับเครื่องวัดรอบ
- 2.2 อ่านแรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะที่ยังไม่มีภาระหมุนของเพลลา
- 2.3 อ่านค่าความเร็วรอบเทียบกับแรงเคลื่อน ไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 4-2

ความเร็วรอบ (RPM)	แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)
0	0.0030
500	0.5545
1004	1.0750
1499	1.5950
2006	2.1300

ตารางที่ 4-2 ค่าการสอบเทียบมาตรฐาน เซนเซอร์วัดรอบ (พรีอักษิมิตี เซนเซอร์)

ค่าที่ได้ตามตารางที่ 4-2 สามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



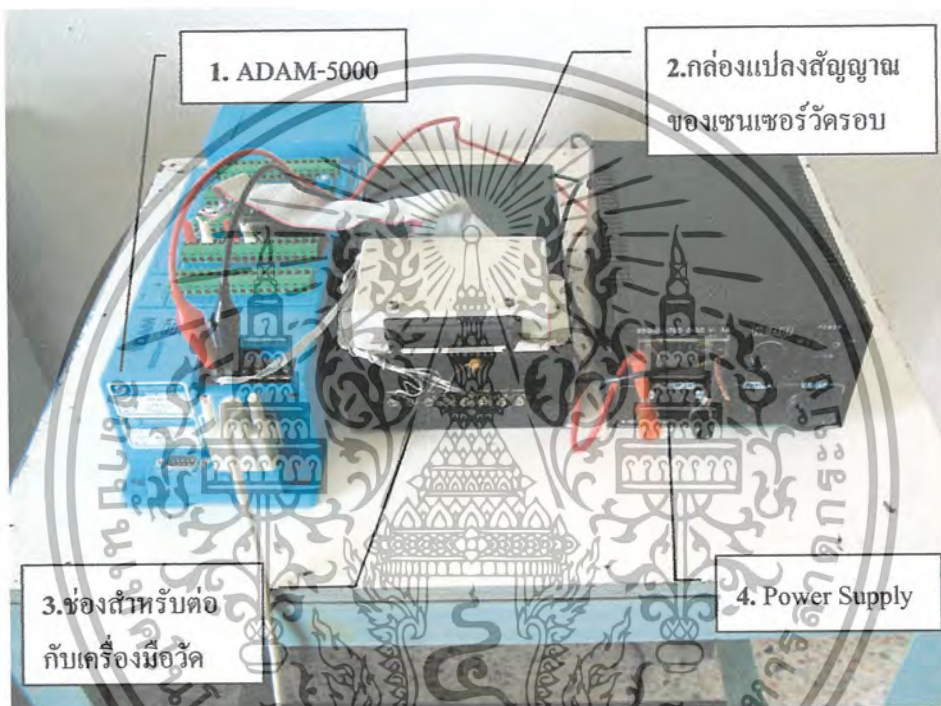
รูปที่ 4-14 กราฟแสดงการสอบเทียบมาตรฐาน เซนเซอร์วัดรอบ (หรือกิมมิตี เซนเซอร์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ชุดรับข้อมูล

ในการรับสัญญาณต่าง ๆ จากเครื่องมือวัดทางกล ในการทดลองนี้จะใช้ ADAM-5000 คังหมายเลข (1) ในรูปที่ 4-15 เป็นตัวรับค่า ซึ่งจะรับสัญญาณจากโพลคเชลต์ เซนเซอร์วัดรอบ เทอร์โมคัปเปิลและ อาร์ทีดี โดยมี Power Supply หมายเลข (4) สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า 15 VDC ให้กับ ADAM-5000 หน่วยรับสัญญาณเข้า-ออกของ ADAM-5000 ที่ใช้ในการรับข้อมูลคือ ADAM-5018 และ ADAM-5013 ซึ่งจะต่อเข้ากับช่องสำหรับต่อกับเครื่องมือวัด หมายเลข (3) เพื่อให้สะดวกในการต่อใช้งาน และสำหรับหมายเลข (2) จะเป็นกล่องแปลงสัญญาณของเซนเซอร์วัดรอบก่อนที่จะเข้า ADAM-5000



รูปที่ 4-15 ชุดรับข้อมูล

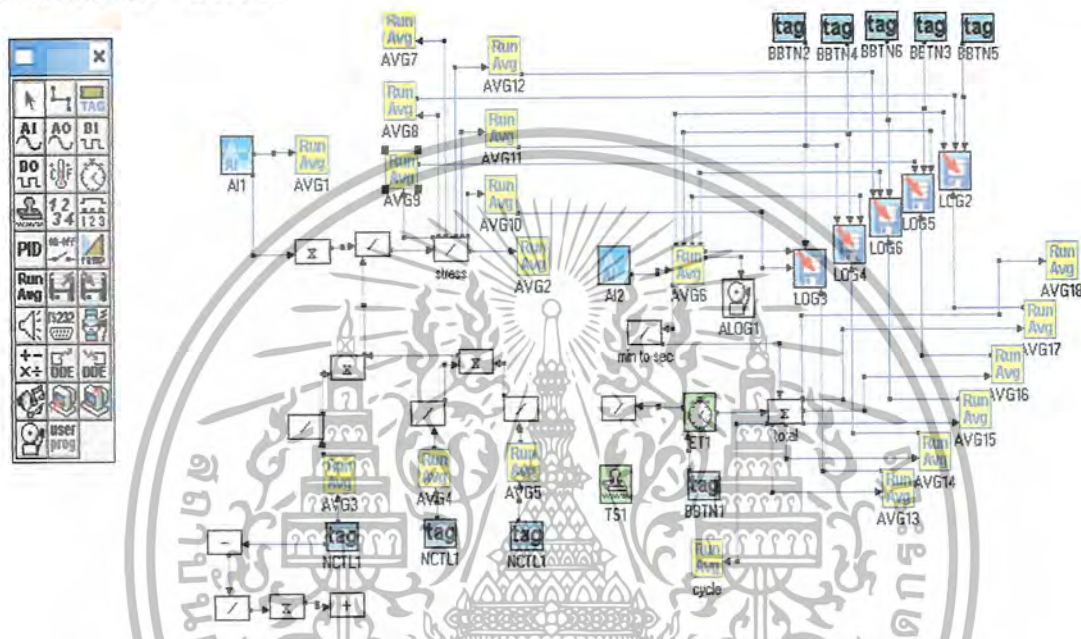
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูล

ส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูลนี้จะใช้คอมพิวเตอร์ในการแสดงผลและเก็บข้อมูล โดยมีโปรแกรม VisiDAQ เป็นตัวรองรับข้อมูลที่ส่งมาจาก ADAM-5000 ซึ่งค่าจะถูกแสดงออกมาเป็น ค่าของตัวเลขที่ต้องการตามการเขียนโปรแกรม ดังตัวอย่างในรูปที่ 4-16

4.8.1 ส่วนรับค่าและเก็บข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบความถี่

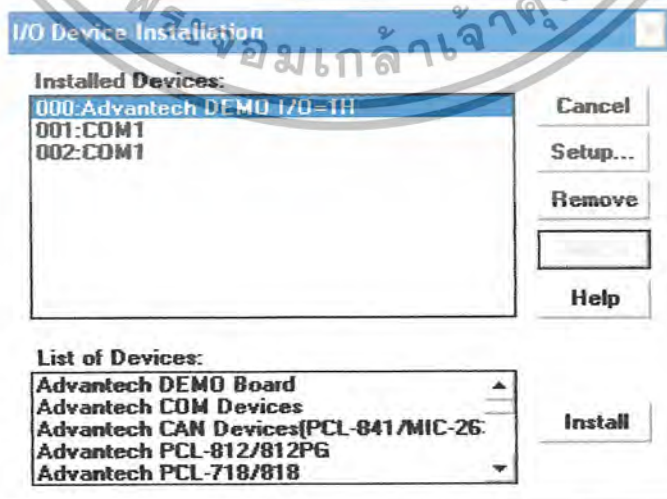
ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมรับค่าและเก็บค่าด้วยโปรแกรม VisiDAQ สำหรับเครื่องทดสอบความถี่แบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้



รูปที่ 4-16 โปรแกรมรับค่าสำหรับเครื่องทดสอบความถี่

4.8.1.1 ส่วนการรับข้อมูลจากโหนดเซลล์

- 1) ติดตั้งตัวรับข้อมูล รุ่น ADAM-5000 (Add >>) ดังรูปที่ 4-17 ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3



รูปที่ 4-17 การติดตั้งตัวรับข้อมูล รุ่น ADAM-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สร้างเครื่องมือสำหรับรับสัญญาณเข้า(AI) โดยโพลคเซลล์ส่งสัญญาณมาที่สัญญาณเข้าตัวที่ 1 (AI) ดังรูปที่ 4-18 โดย

รูปที่ 4-18 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับรับสัญญาณเข้า(AI)

- เลือกการติดต่อที่ช่อง (Device) COM 1
- อุปกรณ์รับสัญญาณ ADAM-5018 Address = 1-Dec, Slot 2
- จากช่องของอุปกรณ์รับข้อมูล 1
- ถึงช่องของอุปกรณ์รับข้อมูล 1
- Scaling ดังรูปที่ 4-19

รูปที่ 4-19 แสดงค่าช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูลและค่าที่ต้องการของโพลคเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูล ค่าเริ่มต้น ($n1$) เท่ากับ 0.023 ค่าสุดท้าย ($m1$) เท่ากับ 30.25 และ
ต้องการค่าที่ต้องการในช่วง ค่าเริ่มต้น ($n2$) เท่ากับ 0 และค่าสุดท้าย ($m2$) เท่ากับ 24525

ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\text{ค่าที่ต้องการ} = n2 + [\text{ค่าที่รับจากตัวรับสัญญาณ} - n1] \times [(m2-n2) / (m1-n1)] \quad (4-1)$$

3) สร้างเครื่องมือสำหรับการคำนวณค่าที่รับจากตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 ทางสัญญาณเข้า

(A1) ดังรูปที่ 4-20 และ 4-21

การคำนวณใช้สูตรหาความเค้นในวัสดุทดสอบ (stress)

$$\text{ความเค้นคัต} \left(N / mm^2 \right) = \frac{Mc}{I} = 32 \frac{FL}{\pi D^3} \cdot \frac{1}{1000} \quad (4-2)$$

F = แรงที่กระทำกับชิ้นทดสอบ โดยได้จากการรับสัญญาณเข้าจากโหนดเซลล์

L = ความยาวของชิ้นทดสอบเป็นค่าคงที่ = 100.5 mm

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ

Single Operator Calculation Block

Tag: SOC1 Description:

First Operand:

Operator:

Second Operand:

Result Data Type:

OK Cancel Help

รูปที่ 4-20 แสดงการป้อนค่าตามสูตรความเค้นคัต

Single Operator Calculation Block

Tag: SOC2 Description:

First Operand:

Operator:

Second Operand:

Result Data Type:

OK Cancel Help

รูปที่ 4-21 แสดงการป้อนค่าตามสูตรความเค้นคัตในส่วน of เส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท ออมเกล้า เทคโนโลยี จำกัด ขอสงวนสิทธิ์ในชื่อและเครื่องหมายการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สร้างเครื่องมือสำหรับเฉลี่ยค่า(Average Block) นำไปเฉลี่ยค่าที่ได้จากการคำนวณจากข้อที่ (3)

รูปที่ 4-22 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับเฉลี่ยค่า(Average Block)

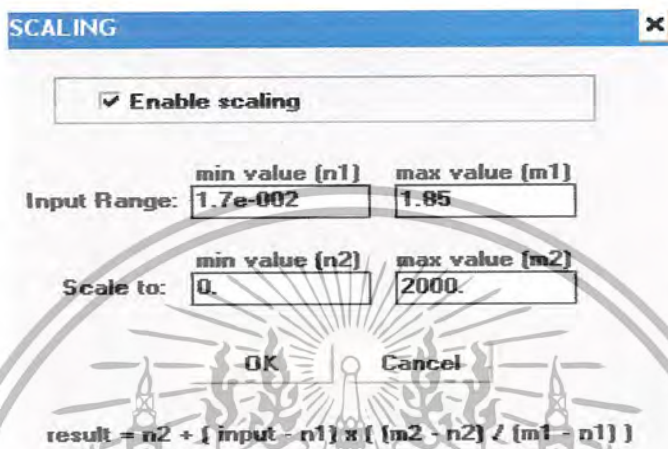
4.8.1.2 ส่วนการรับข้อมูลจากพรีอักษิมิตี เซนเซอร์

1) สร้างเครื่องมือสำหรับรับสัญญาณเข้า (AI) ที่รับจากกล่องแปลงสัญญาณวัดรอบของพรีอักษิมิตี โดยกล่องแปลงสัญญาณวัดรอบนี้จะแปลงความถี่ของการวัดรอบของพรีอักษิมิตี ให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่เป็นเส้นตรงคังกราฟในรูปที่ 4-14 สำหรับการรับสัญญาณเข้ามีการตั้งค่าในเครื่องมือรับสัญญาณเข้า (AI) ดังรูปที่ 4-23

รูปที่ 4-23 แสดงการตั้งค่าในเครื่องมือรับสัญญาณเข้า (AI) สำหรับการรับค่าจากพรีอักษิมิตี เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกการติดต่อที่ช่อง (Device) COM 1
- อุปกรณ์รับสัญญาณ ADAM-5018 Address = 1 Dec. Slot = 3
- จากช่องของอุปกรณ์รับข้อมูล 1
- ถึงช่องของอุปกรณ์รับข้อมูล 1
- Scaling ดังรูปที่ 4-24



SCALING

Enable scaling

Input Range: min value (n1) 1.7e-002 max value (m1) 1.85

Scale to: min value (n2) 0. max value (m2) 2000.

OK Cancel

result = n2 + [input - n1] x [(m2 - n2) / (m1 - n1)]

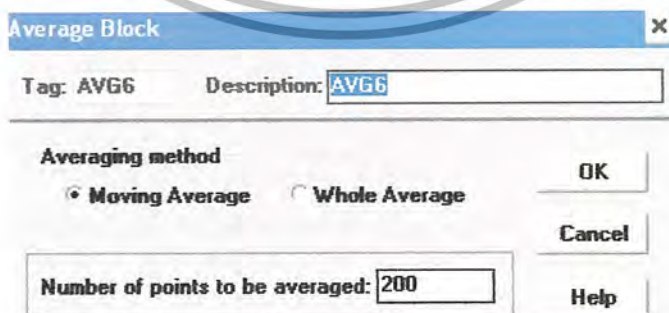
รูปที่ 4-24 แสดงค่าช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูลและค่าที่ต้องการของพรีอักษิมีตี้ เซนเซอร์

ช่วงสัญญาณเข้าจากตัวรับข้อมูล ค่าเริ่มต้น (n1) เท่ากับ 0.0017 ค่าสุดท้าย (m1) เท่ากับ 1.85 และต้องการค่าที่ต้องการในช่วง ค่าเริ่มต้น (n2) เท่ากับ 0 RPM ค่าสุดท้าย (m2) เท่ากับ 2006 RPM

ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\text{ค่าที่ต้องการ} = n2 + [\text{ค่าที่รับจากตัวรับสัญญาณ} - n1] \times [(m2 - n2) / (m1 - n1)]$$

2) สร้างเครื่องมือเฉลี่ยค่า (Average Block) เฉลี่ยค่าของการวัดรอบเพื่อทำให้ได้ค่าที่คงที่มากขึ้น โดยทำการเฉลี่ยทั้งหมด 200 ค่า ดังรูปที่ 4-25



Average Block

Tag: AVG6 Description: AVG6

Averaging method

Moving Average Whole Average

Number of points to be averaged: 200

OK Cancel Help

รูปที่ 4-25 แสดงการสร้างเครื่องมือเฉลี่ยค่า (Average Block) สำหรับค่าของพรีอักษิมีตี้ เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สร้างเครื่องมือการคำนวณ(Single Operator Calibration Block) ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยค่า (Average Block) จะเป็นค่าที่เป็นรอบต่อนาทีทำการหารด้วย 60 จะเท่ากับรอบต่อวินาที ดังรูปที่ 4-26

รูปที่ 4-26 แสดงค่าที่ได้จากการเฉลี่ยค่า (Average Block) สำหรับนาทีเป็นวินาที

4) สร้างเครื่องมือสำหรับจับเวลา โดยการจับเวลาเป็นวินาที เพื่อนำไปคำนวณหาจำนวนรอบของการหมุนของชั้นทดสอบ

รูปที่ 4-27 แสดงการสร้างเครื่องมือสำหรับจับเวลา

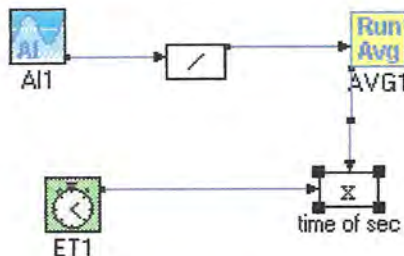
- Elapsed time การจับเวลา เป็นการนับแบบครบรอบเวลา

- Resolution of second การจับเวลาที่ละ 1 วินาที

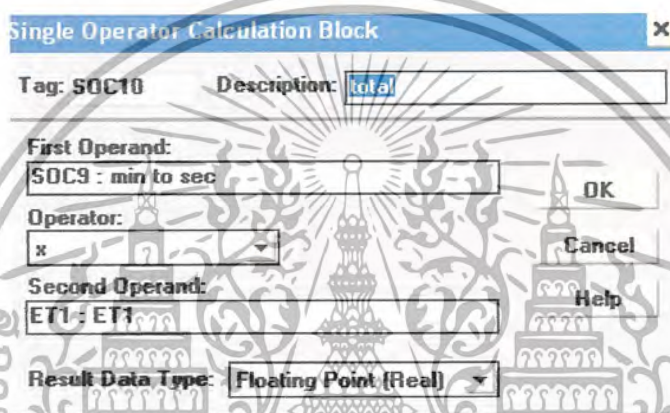
Cycle of Daily การจับเวลาเป็น 24 ชั่วโมงหรือ 1 วัน อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) สร้างเครื่องมือสำหรับการคำนวณ (Single Operator Calibration Block) คำนวณระหว่าง ค่าของรอบต่อวินาทีจากข้อ (3) คูณกับเวลาเป็นวินาทีจากข้อ (4)



รูปที่ 4-28 แสดงรูปโปรแกรมของการคำนวณ ค่าของรอบต่อวินาที คูณกับเวลาเป็นวินาที



รูปที่ 4-29 แสดงค่าการสร้างเครื่องมือสำหรับการคำนวณ ค่าของรอบต่อวินาที คูณกับเวลาเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.1.3 ส่วนของการบันทึกข้อมูลทั้งหมด

Log File Block

Tag: LOG3 Description: LOG3

File Name: C:\VISIDAQ\FATIGUE\S-N1.log Browse...

Save and restore the previous file name

Storage Type: ASCII Update Method: Overwrite Delimiter: Space

Comments: (For ASCII file only)

Stress Mpa	Cycle N	rpm	time min

Col No.	Input		
1	AVG10:AVG10		
2	AVG13:AVG13		
3	AVG6:AVG6		
4	SOC15		

(Double click to change column number.)

Log On/Off from: TAG6 : BBTN2

Open/Close from:

OK
Cancel
Help
Advanced...

รูปที่ 4-30 แสดงส่วนของการบันทึกข้อมูล

1) ค่าที่ทำการบันทึก

- ความเค้นในชิ้นทดสอบ (MPa)
- จำนวนรอบของการหมุนของชิ้นทดสอบ (N)
- ความถี่ของการหมุนของชิ้นทดสอบ (RPM)
- เวลาในการทดสอบ (min)

2) ค่าที่ถูกรับบันทึกคอมพิวเตอร์จะถูกเก็บไว้ในพื้นที่ C: ของคอมพิวเตอร์

- C:\VisiDAQ\FATIGUE\S-N.LOG

4.8.1.4 ส่วนการรับคำสั่งของการทำงาน (Tag Block)

1) รับคำสั่งเปิดปิด การบันทึกค่าโดยการรับคำสั่งมาจากส่วนแสดงผลข้อมูล 2 (Display Designer : DISP2) โดยมีสัญญาณเปิด-ปิด มาจากเครื่องมือควบคุมการเปิด-ปิด (Binary Button Display Item : BBTN)

2) รับคำสั่งการเพิ่ม-ลดค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางโดยการรับคำสั่งมาจากส่วนแสดงผลข้อมูล 1 (Display Designer : DISP1) โดยมีสัญญาณการเพิ่ม-ลดค่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง มาจากเครื่องมือควบคุมทางตัวเลข (Numeric Control Display Item : NCTI)

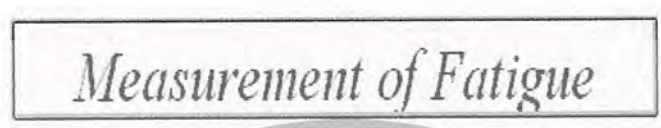
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 ส่วนแสดงข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบความล้า

ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมการแสดงผลข้อมูลด้วยโปรแกรม VisiDAQ แบ่งเป็นสองหน่วยของการแสดงผล

4.8.2.1 ส่วนแสดงผลหน้าที่ 1

1) การเปลี่ยนเมนูการแสดงผล (MENU Button Display Item) เป็นการเปลี่ยนหน้าต่างการแสดงผลหน้าที่ 1 ไปหน้าที่ 2 โดยการตั้งค่าดังรูปที่ 4-32



รูปที่ 4-31 แสดงหน้าต่างแสดงผลของ Measurement of Fatigue



รูปที่ 4-32 แสดงการตั้งค่าการเปลี่ยนหน้าต่างการแสดงผลหน้าที่ 1 ไปหน้าที่ 2

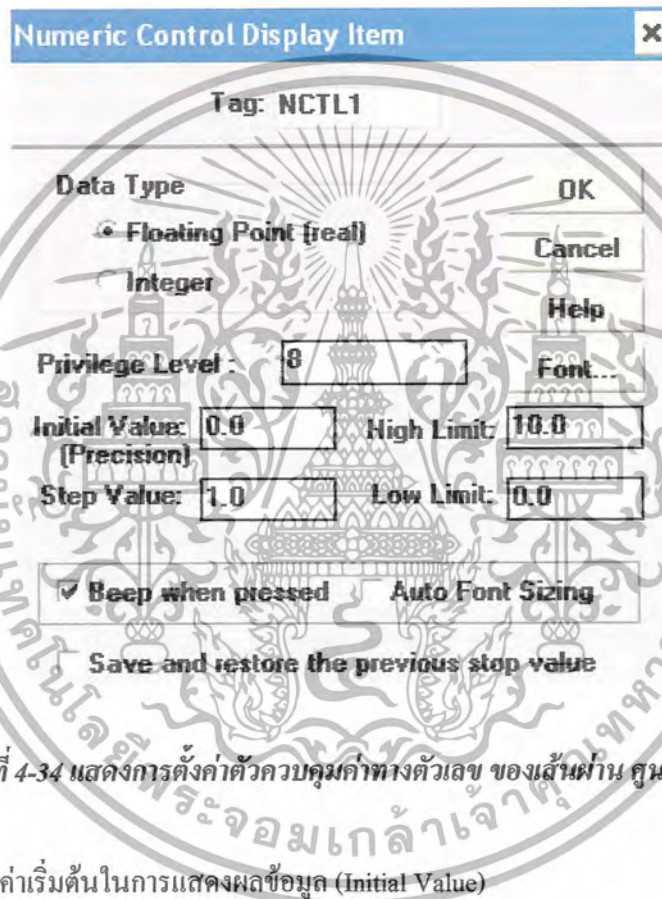
- ชื่อในการแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Label :)
- สวิตช์กำหนดการเข้าถึงหน้าที่ 2 (Display Switch) โดยเลือก DISP2
- สวิตช์กำหนดการส่งทำงานบนคีย์บอร์ด (Keyboard shortcut)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตัวควบคุมค่าทางตัวเลข (Numeric Control Display Item) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพื่อไปคำนวณในส่วนของการรับค่าและบันทึกค่า



รูปที่ 4-33 แสดงหน้าต่างแสดงผลของเส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ 4-34 แสดงการตั้งค่าตัวควบคุมค่าทางตัวเลข ของเส้นผ่าน ศูนย์กลาง

- ค่าเริ่มต้นในการแสดงผลข้อมูล (Initial Value)
- อัตราการเพิ่มของการแสดงผล (Step Value)
- การแสดงผลสูงสุด (High Limit)
- การแสดงผลต่ำสุด (Low Limit)

3) เป็นตัวแสดงผลทางตัวเลขที่ทำการรับค่าการแสดงผลมาจาก เครื่องมือการแสดงผลเวลาปัจจุบัน (Time Stamp Block)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4-35 แสดงหน้าต่างแสดงผลของการรับค่าเวลา... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Numeric/String Display Item [X]

Input from: **SELECT**

[151 151]

Data Type: **String** [v]

Display Format (Precision):

[]

Justification: **Right** [v]

Update Rate: **1** [v]

Foreground Color: **Black** [v]

Background Color: **Lt Gray** [v]

Auto Font Sizing [v] Font ...

OK

Cancel

Help

รูปที่ 4-36 แสดงการตั้งค่าตัวควบคุมค่าเครื่องมือการแสดงผลเวลาปัจจุบัน (Time Stamp Block)

4.8.2.2 ส่วนแสดงผลหน้าที่ 2

มีส่วนแสดงผลทั้งหมด 7 ส่วน ประกอบด้วย

Fatigue test engine		Stress MAX		
			0.000 Mpa	
Force	0.000	N	0	RPM
			CYCLE	0
Stress	0.000	MPa	Time	0.00
			TIME	0.0
		LOG S-N 1	LOG S-N 4	
		LOG S-N 2	LOG S-N 5	
		LOG S-N 3	[]	

รูปที่ 4-37 ส่วนแสดงผลหน้าที่ 2 ของการรับข้อมูลจากเครื่องทดสอบความล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) แรง (N) รับค่ามาจากส่วนรับค่าและบันทึกค่าที่สัญญาณเข้า 1 (AI)
- 2) ความเค้นในวัสดุทดสอบ (Stress) MPa รับค่ามาจากส่วนรับค่า (Task Designer 1) เครื่องมือสำหรับคำนวณตัวที่ 8 (Single Operator Calculation Block 8)
- 3) ความเค้นในวัสดุทดสอบสูงสุด (Stress Max) MPa รับค่ามาจากส่วนรับค่า (Task Designer 1) เครื่องมือสำหรับคำนวณตัวที่ 14 (Single Operator Calculation Block 14) SOC 14
- 4) ความเร็วรอบ รอบต่อชั่วโมง (RPM) รับค่ามาจากส่วนรับค่าและบันทึกค่า (Task Designer 1) เครื่องมือหาค่าเฉลี่ย 6 (Average Block 6) AVG 6
- 5) จำนวนรอบของการทดสอบ (Cycle n) ได้รับความจากส่วนรับค่าและบันทึกค่าที่คำนวณระหว่างเวลาเป็นวินาที กับ ความเร็วรอบเป็นรอบต่อวินาที มาแสดงที่ค่าเฉลี่ยที่ 19 (Average Block 19) AVG 19
- 6) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ (Diameter mm) รับค่าจากเครื่องมือควบคุมทางตัวเลข (Numeric Control Display Item) ของการเปลี่ยนค่าในส่วนแสดงข้อมูล หน้าที 1 (Display Designer : DISP1)
- 7) สวิตช์ควบคุมการเปิดปิด (Binary Button Display Item)
 - ตัวจับเวลาในการทดสอบ (TIME on/off) เป็นตัวส่งสัญญาณในการเริ่มจับเวลาในการทดสอบความล้า สัญญาณนี้จะส่งไปที่ส่วนรับข้อมูลและบันทึกข้อมูล (task Designer : TASK 1) ที่รับค่าการทำงาน (tag Block) ของเครื่องมือการรับเวลา (timer Block)
 - ตัวเริ่มการบันทึกค่าการทดสอบ (LOG S-N) เป็นตัวส่งสัญญาณการบันทึกค่าการทดสอบความล้า สัญญาณนี้จะส่งไปที่ ส่วนรับข้อมูลและบันทึกข้อมูล (task Designer : TASK 1) ที่รับค่าการทำงาน (tag Block) ของเครื่องมือการบันทึกค่า (Log File Block)

Binary Button Display Item

Tag: BBTN1 Label: TIME on/off

Operating style: On-Off

Keyboard mapping: B

Privilege Level: 0

Normal label color: Black

Depressed label color: Red

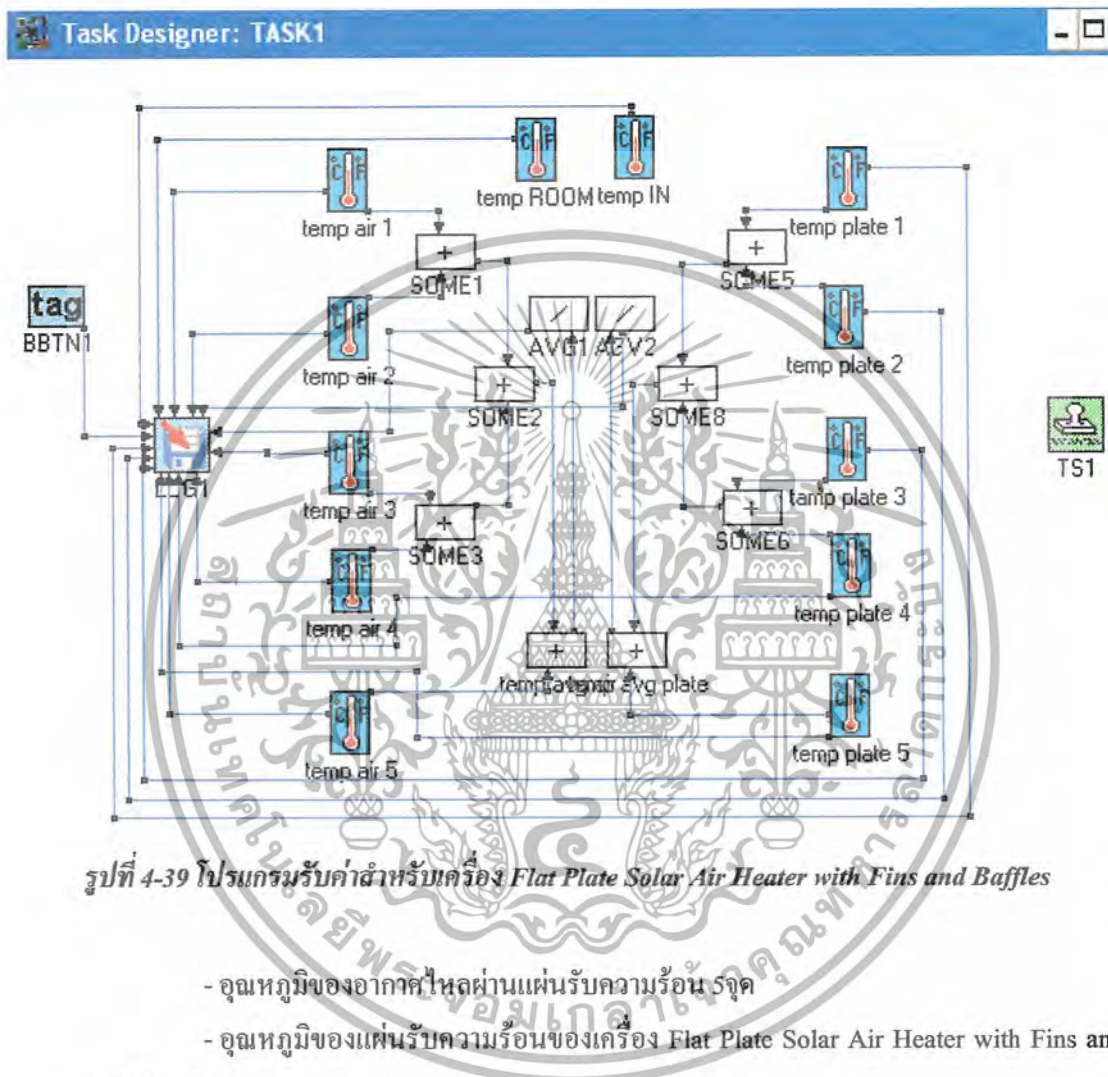
OK Cancel Help Font ...

รูปที่ 4-38 แสดงการตั้งค่าสวิตช์ควบคุมการเปิดปิด (Binary Button Display Item)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.3 ส่วนรับค่าและเก็บข้อมูลสำหรับ เครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

การเขียนโปรแกรมของเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles ดังรูปที่ 4-39 ในการบันทึกค่าของแผ่นรับความร้อนและความร้อนของอากาศที่ไหลผ่านโดยมีการวัดอุณหภูมิทั้งหมด 10 จุดใน Flat Plate และ 2 จุด สำหรับอากาศภายนอก



รูปที่ 4-39 โปรแกรมรับค่าสำหรับเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

- อุณหภูมิของอากาศไหลผ่านแผ่นรับความร้อน 5 จุด
- อุณหภูมิของแผ่นรับความร้อนของเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles 5 จุด
- อุณหภูมิทางเข้าแผ่นรับความร้อนและอุณหภูมิทางออก รวม 2 จุด

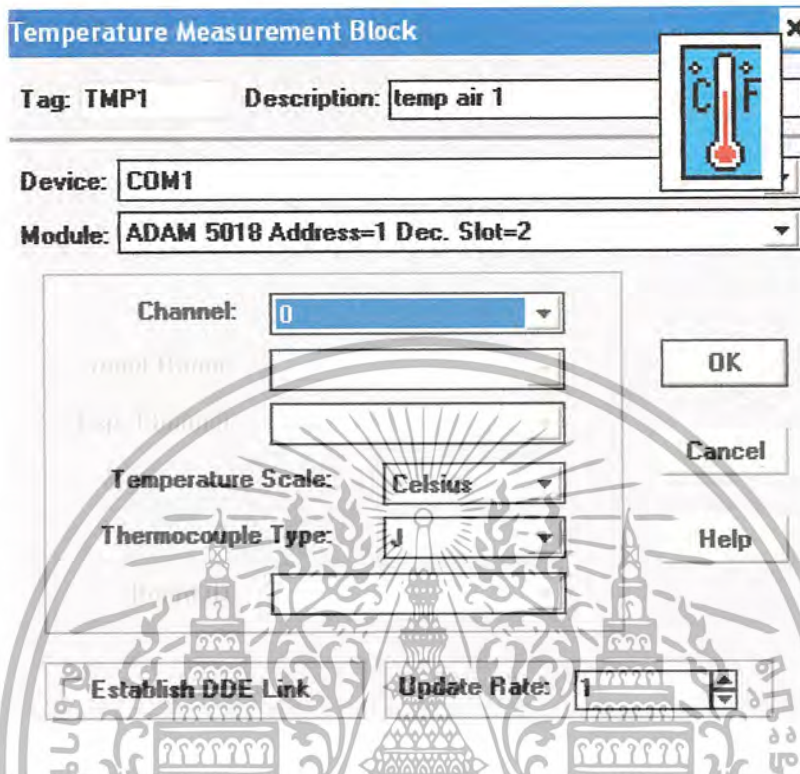
4.8.3.1 ส่วนรับข้อมูล(Task Designer : TASK1)

1) การรับค่าอุณหภูมินั้นใช้เครื่องมือรับค่าอุณหภูมิ (Temperature Measurement Block) โดยเลือก การสื่อสารกับตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 ดังนี้

- การติดต่อทาง COM1 ใช้ช่อง RS-232
- ใช้หน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก รุ่น ADAM-5018 Address =1 slot =2 ,3
- ใช้หน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก รุ่น ADAM-5013 Address =1 slot =1 (สำหรับ RTD)
- ช่องรับข้อมูลของแผ่นรับความร้อน 5 ตัว เลือกช่องอุณหภูมิ 0 ถึง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกหน่วยในการวัดของอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส
- เลือกใช้ชนิดของเทอร์โมคัปเปิลชนิด J



รูปที่ 4-40 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับค่าอุณหภูมิ (Temperature Measurement Block)

2) ใช้เครื่องมือการคำนวณ Single Operator Calculation Block โดยทำการรับค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านแผ่นรับความร้อน 5 จุด บวกกันแล้วหารด้วย 5 และ อุณหภูมิของแผ่นรับความร้อน มา 5 จุด บวกกันแล้วหารด้วย 5 เพื่อหาค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของ

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ

$$= [(TEMP\ air\ 1+ TEMP\ air\ 2+ TEMP\ air\ 3+ TEMP\ air\ 4+ TEMP\ air\ 5)/5] \quad (4-3)$$

อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นรับความร้อน

$$= [(TEMP\ Plast1+ TEMP\ Plast2+ TEMP\ Plast3+ TEMP\ +Plast4+ TEMP\ Plast5)/5] \quad (4-4)$$

3) ใช้เครื่องมือบันทึกข้อมูล Log File Block รับค่าของอุณหภูมิทั้ง 12 จุด มาบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ ใน C:\VisiDAQ\SOLAR\LOG FILE.LOG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Log File Block [X]

Tag: LOG1 Description: LOG1

File Name: C:\WISIDAQ\SOLARE~1\LOGFILE.LOG Browse...

Save and restore the previous file name

Storage Type: ASCII Update Method: Overwrite Delimiter: Space

Comments: (For ASCII file only)

AIR 1	AIR 2	AIR 3	AIR 4	AIR 5
PLATE1	PLATE2	PLATE3	PLATE4	PLATE5
IN	ROOM	AVG air	AVG plate	

Col No. Input

3	TMP3:temp air 3
4	TMP4:temp air 4
5	TMP5:temp air 5
6	TMP6:temp plate 1
7	TMP7:temp plate 2
8	TMP8:temp plate 3

(Double click to change column number.)

Log On/Off from: TAG1 : BBTN1

Open/Close from:

OK Cancel Help Advanced...

รูปที่ 4-41 แสดงการกำหนดค่าเครื่องมือบันทึกข้อมูล Log File Block

4) ใช้เครื่องมือรับคำสั่งการเปิด-ปิด (Tag Block) เป็นกรรับคำสั่งเปิด-ปิด จากส่วนแสดงผล (Display Designer DISP I) ที่ (Lag TEMP)

Tag Block [X]

Tag: TAG1 Description: BBTN1

Attaching to

Display / Virtual Tag	Tag name
DISP1	BBTN1 LOG TEMP

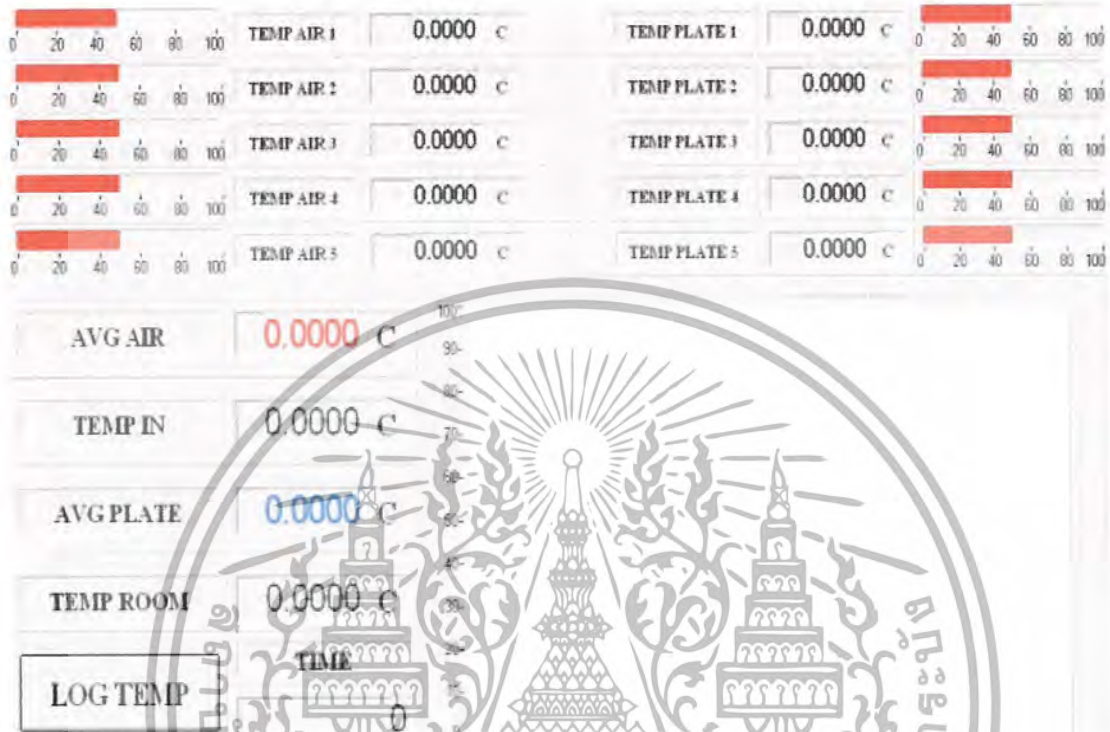
OK Cancel Help

รูปที่ 4-42 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับคำสั่งการเปิด-ปิด (Tag Block)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.3.2 ส่วนแสดงผล(Display Designer : DISP1)

โดยเป็นการรับข้อมูลทางอุณหภูมิจากส่วนรับและบันทึกข้อมูล (Task Designer : TASK1) มีการใช้คำสั่งของการรับข้อมูลมาแสดงผลดังนี้



รูปที่ 4-43 ส่วนแสดงผลหน้าจอกอนทิวเตอร์สำหรับเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

1) ส่วนแสดงผลทางตัวเลข (Numeric/String Display Item) อีกค่าของอุณหภูมิ และค่าเฉลี่ยจากส่วนรับและบันทึกข้อมูล (Task Designer : TASK1) โดยเลือกการรับข้อมูลแต่ละช่วงดังนี้

TEMP air 1	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP1
TEMP air 2	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP2
TEMP air 3	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP3
TEMP air 4	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP4
TEMP air 5	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP5
TEMP Plast1	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP6
TEMP Plast2	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP7
TEMP Plast3	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP8
TEMP Plast4	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP9
TEMP Plast5	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP10
TEMP IN	รับมาจาก	Temperature Measurement Block : TMP11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMP Room	รับมาจาก Temperature Measurement Block : TMP12
TEMP AVG AIR	รับมาจากผลการหาค่าเฉลี่ย Single Operator Calculation Block : SOC9
TEMP AVG PLATE	รับมาจากผลการหาค่าเฉลี่ย Single Operator Calculation Block : SOC10
TIME	รับมาจากการจับเวลาปัจจุบัน (Time stamp Block) : TS1

2) ส่วนแสดงข้อมูลกราฟแท่ง (Bar Graph Display Item)



รูปที่ 4-44 แสดงการกำหนดค่าในเครื่องมือรับคำสั่งส่วนแสดงข้อมูลกราฟแท่ง (Bar Graph Display Item)

3) ส่วนแสดงคำสั่ง เปิด-ปิด(ON-OFF) เป็นการคิดต่อการเปิด-ปิดของการบันทึกข้อมูลของส่วนการรับและบันทึกข้อมูล (Task Designer) ทางอุณหภูมิที่เหมาะสมที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

ในการศึกษาและประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น ADAM-5000 และ โปรแกรม Advantech VisiDAQ ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดทางกล จะเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่นั้น จำเป็นต้องมีการทดลองเก็บข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล เบื้องต้นในการดำเนินการ เพื่อใช้พัฒนาและปรับปรุงต่อไป

การทดลองใช้งานเครื่องบันทึก รุ่น ADAM-5000 และ โปรแกรม Advantech VisiDAQ ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดทางกลนั้น จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน

1. การเก็บข้อมูลจากเครื่องทดสอบความล้าหมุน-คัต แบบปลายหมุนอิสระ จะทำการบันทึกค่าจำนวนรอบในการหมุนขึ้นทดสอบ แรงที่ใช้ในการทดสอบ และค่าความเค้นดัดสลั๊บ โดยจะใช้ขึ้นทดสอบในการทดสอบจำนวน 6 ชิ้น ทำการทดสอบที่แรงแตกต่างกัน ณ อุณหภูมิทำการทดลองที่ 25 องศาเซลเซียส

2. การเก็บข้อมูลจากเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles จะทำการบันทึกค่าอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ ของเครื่อง

5.1 การทดลอง การเก็บข้อมูลจากเครื่องทดสอบความล้าหมุน-คัต

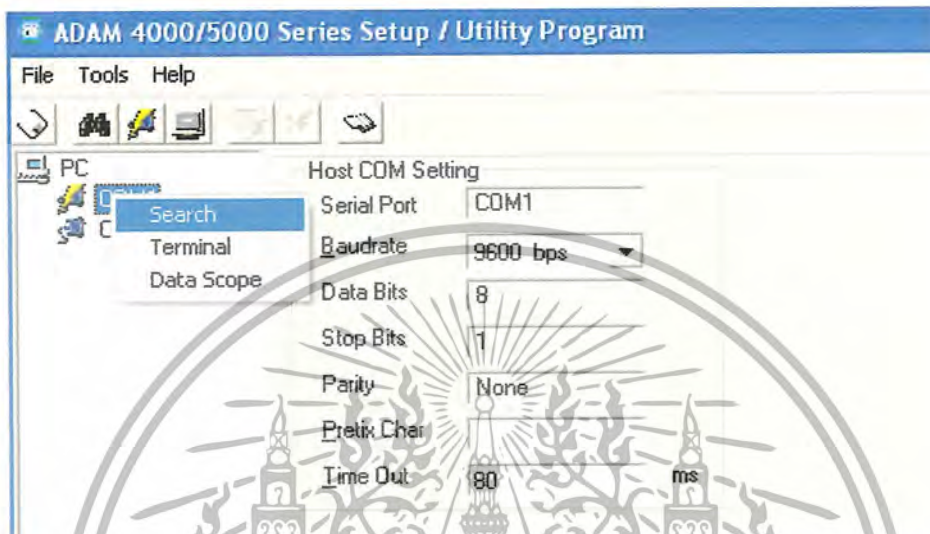
5.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบความล้า (Fatigue Test Engine) ดังรูปที่ 5-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การประกอบชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบความล้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เชื่อมต่อตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 กับคอมพิวเตอร์ด้วยช่องการสื่อสาร RS-232
3. จ่ายไฟให้กับตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 15 VDC รอประมาณ 10-15 นาที เพื่อให้เครื่องมีความพร้อมในการใช้งาน
4. เปิดโปรแกรม ADAM Utility เลือกที่ COM 1 คลิกขวาที่ Search เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบ



รูปที่ 5-2 แสดงการใช้โปรแกรม ADAM Utility

5. เลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก เป็น ADAM-5018 ตัวที่ 1 เปลี่ยนการรับข้อมูลเป็น ± 50 mV แล้วคลิก ที่ Update ดังรูปที่ 5-3

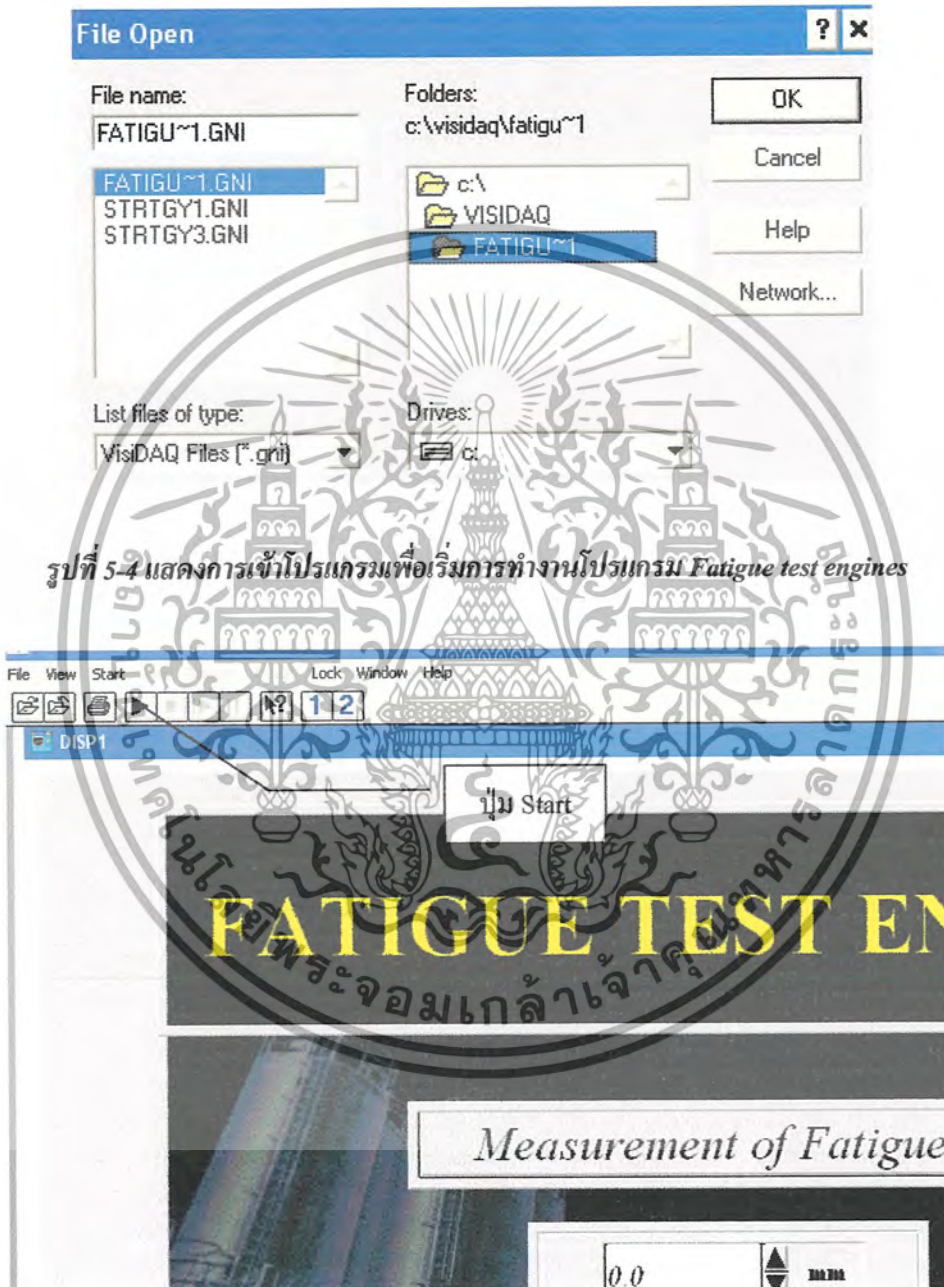


รูปที่ 5-3 แสดงการเลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออกเป็น ADAM-5018 ตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก เป็น ADAM-5018 ตัวที่ 2 เปลี่ยนการรับข้อมูลเป็น ± 2.5 V แล้วคลิกที่ Update.

7. เปิดโปรแกรม VisiDAQ Runtime คลิกที่ open แล้วเข้าไปที่ Fatigue test เริ่มการทำงานโดยการคลิกที่ Start ดังรูปที่ 5-4

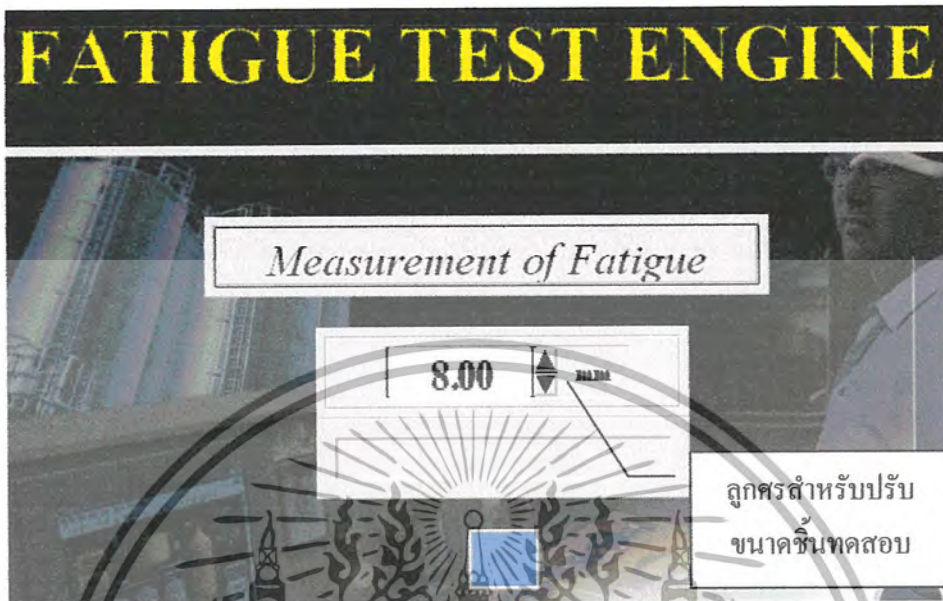


รูปที่ 5-4 แสดงการเข้าโปรแกรมเพื่อเริ่มการทำงานโปรแกรม Fatigue test engines

รูปที่ 5-5 แสดงปุ่ม Start สำหรับโปรแกรม Fatigue test engines

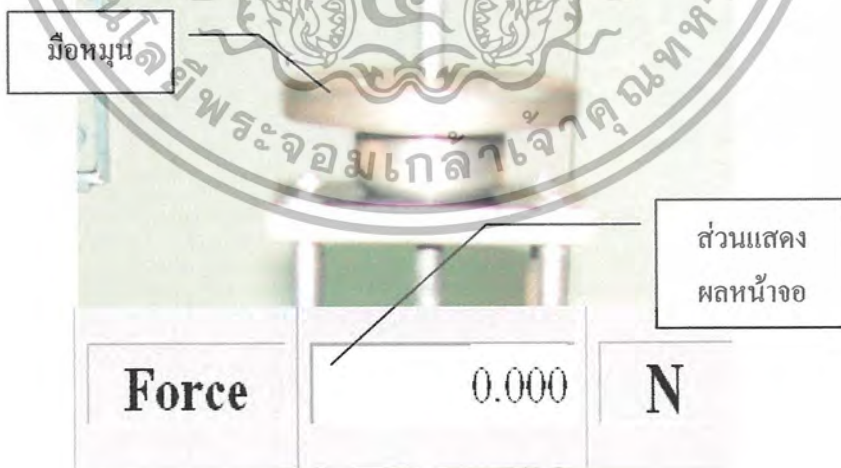
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ ที่ 8 mm ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-6 แสดงส่วนของการเลือกขนาดชิ้นทดสอบ

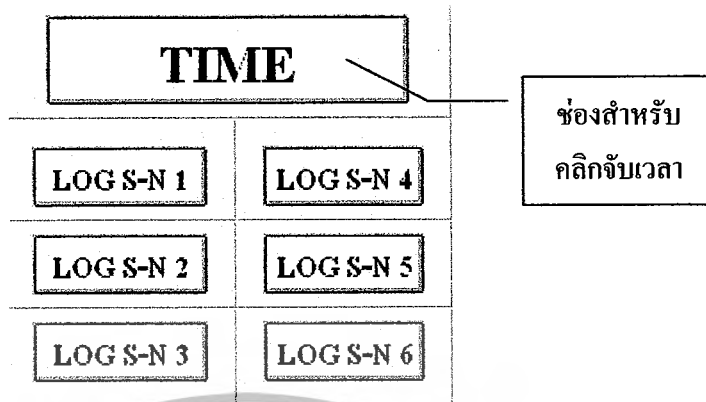
9. คลิกที่ Measurement of Fatigue ปรับขนาดของแรงที่กระทำกับชิ้นทดสอบโดยการหมุนตามเข็มนาฬิกาแล้วดูค่าของแรงในส่วนของการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5-7 แสดงมือหมุนสำหรับปรับขนาดของแรงและส่วนแสดงผลหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เริ่มเปิดเครื่องทดสอบความล้า พร้อมกับคลิกจับเวลาที่ TIME on/off ดังรูปที่ 5-8



รูปที่ 5-8 แสดงช่อง TIME และ Log S-N สำหรับการบันทึกข้อมูล (ลือคค่า)

11. สังเกตความเร็วรอบของเครื่องทดสอบความล้าที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อความเร็วรอบคงที่แล้วทำการบันทึกข้อมูล โดยการคลิกเมาส์ที่ LOG S-N 1 ดังรูปที่ 5-8

12. รอจนชั้นทดสอบขาดทำการปลด ล็อค (LOG) โดยการคลิกเมาส์ซ้ำที่ปุ่ม LOG S-N 1 และปุ่ม TIME on/off ซ้ำอีกครั้ง

13. ปิดสวิทช์เครื่องทดสอบความล้า นำชั้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบความล้า

14. ทำการทดลองซ้ำโดยทำตามหัวข้อที่ 8-11 โดยเปลี่ยนขนาดของแรงที่กระทำกับชั้นทดสอบจนครบ 6 ชั้น โดยทำการ ล็อค (LOG) ค่าตามหมายเลขคือ LOG S-N 1 ถึง LOG S-N 6 ซึ่งแสดงในรูปที่ 5-8 นำข้อมูลที่ได้นบันทึกไว้เขียนกราฟระหว่างค่า ความเค้นดัดสลั σ_{ba} กับจำนวนรอบที่ชั้นทดสอบหมุนไปจนขาดหรือ จำนวนรอบที่ขาด N

5.1.2 ผลการทดลอง

แรง F(N)	ความเค้นดัดสลั σ_{ba} (N/mm ²)	จำนวนรอบที่ขาด N(รอบ)
192.524	383.021	57725
143.759	286.000	86645
112.468	223.700	109600

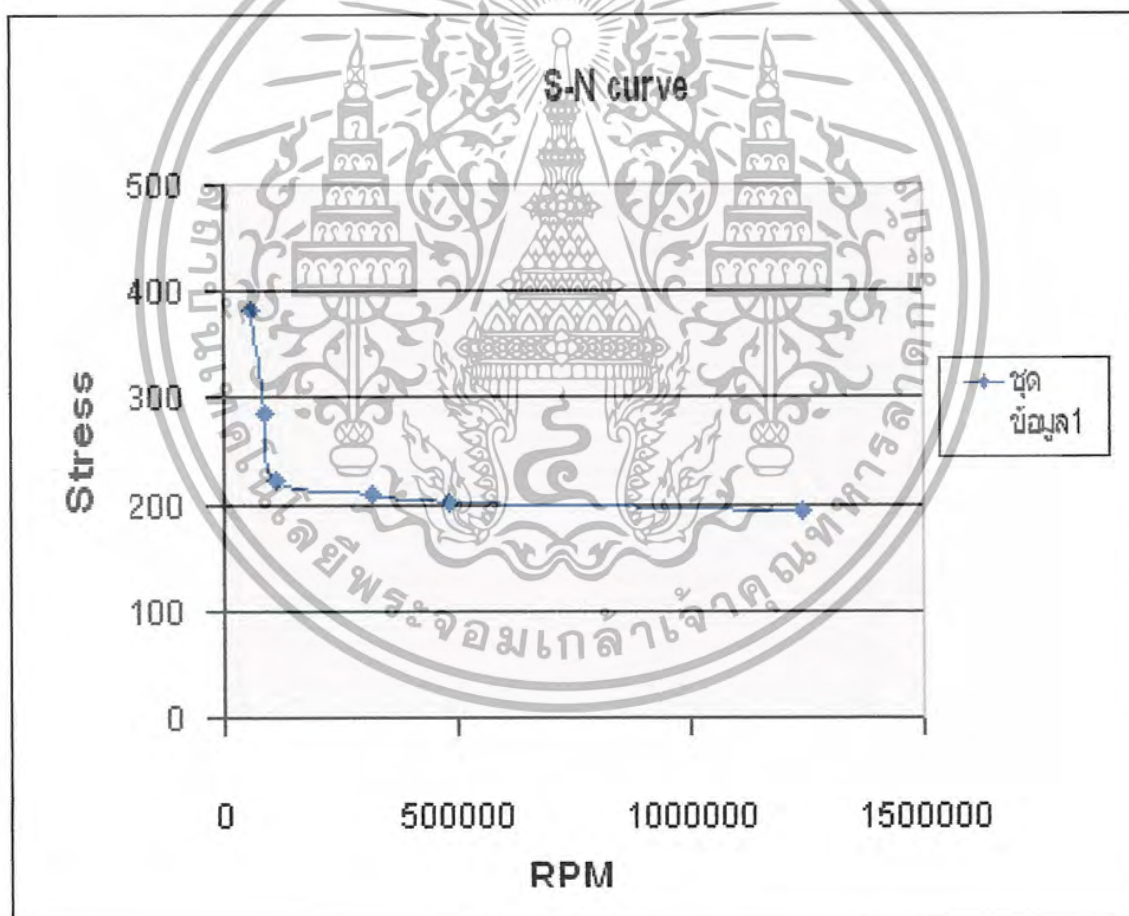
ตารางที่ 5-1 แสดงค่าที่ได้จากการทดสอบความล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรง F(N)	ความเค้นคัตตลပ် σ_{ba} (N/mm ²)	จำนวนรอบที่ขาด N(รอบ)
105.580	210.000	319783
101.558	202.000	486142
97.800	194.525	1242381

ตารางที่ 5-1 แสดงค่าที่ได้จากการทดสอบความล้า(ต่อ)

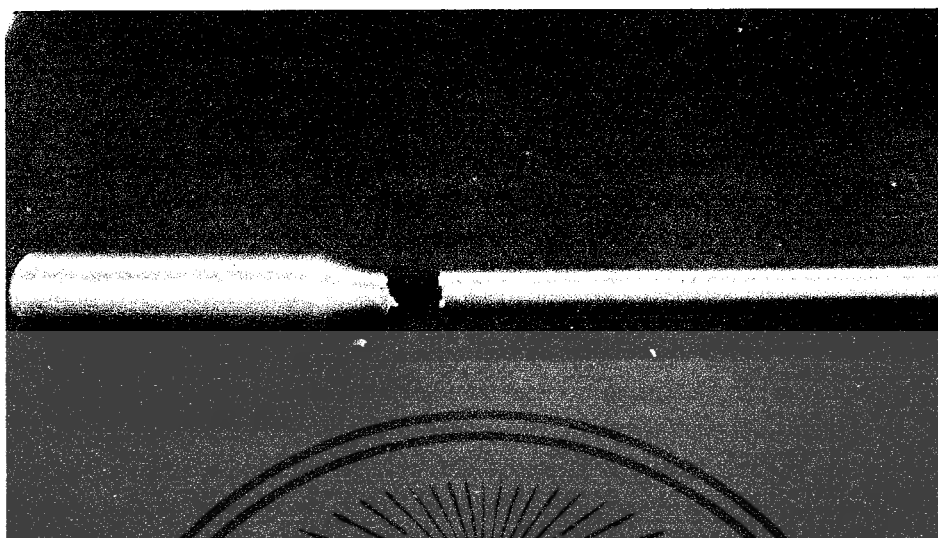
จากผลการทดลองในตารางที่ 5-1 ค่าที่ได้สามารถนำไปเขียนกราฟระหว่างค่าความเค้นคัตตลပ် σ_{ba} กับ จำนวนรอบที่ขาด N ได้ดังแสดงในรูปที่ 5-9



รูปที่ 5-9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค้นคัตตลပ်กับจำนวนรอบที่ขาด (S-N Curve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5-10 เป็นตัวอย่างลักษณะการขาดของฉนวนทดสอบ



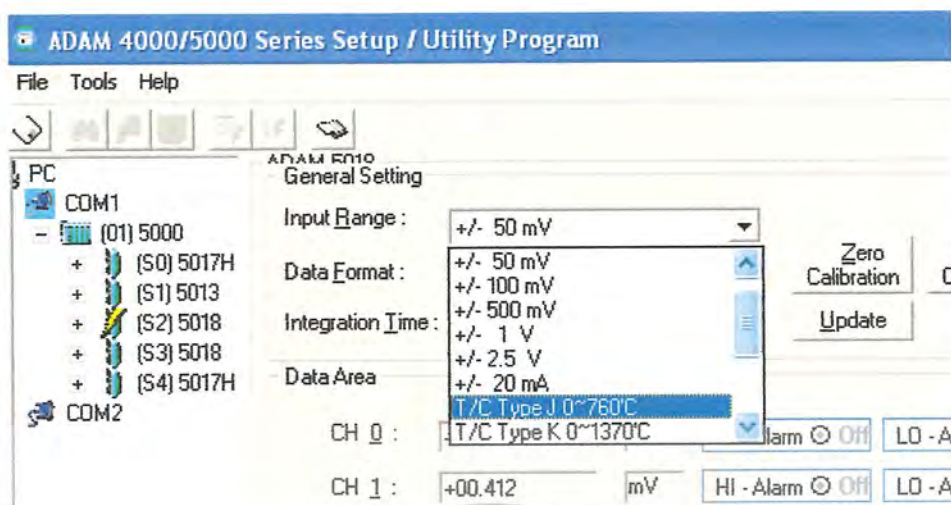
รูปที่ 5-10 ลักษณะการขาดของฉนวนทดสอบ

5.2 การทดลอง การเก็บข้อมูลจากเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles

5.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

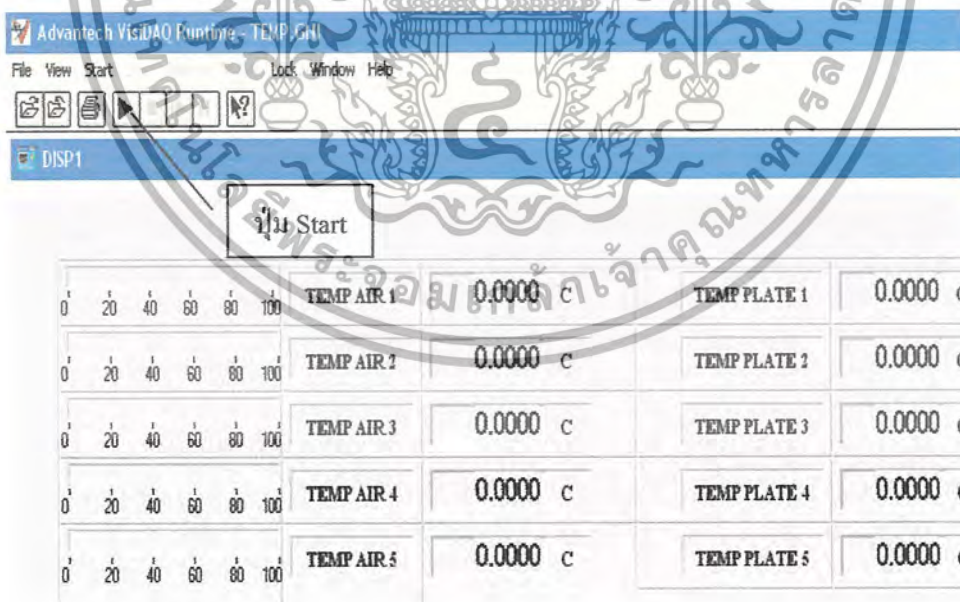
1. เชื่อมต่อตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 กับคอมพิวเตอร์ด้วยช่องการสื่อสาร RS-232 และหน่วยรับข้อมูลของ ADAM-5000 กับสายสัญญาณจากเครื่องมือวัดของเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles
2. จ่ายไฟให้กับตัวรับข้อมูลรุ่น ADAM-5000 15 VDC รอประมาณ 10 -15 นาที เพื่อให้เครื่องมีความพร้อมในการใช้งาน
3. เปิดโปรแกรม ADAM Utility เลือกที่ COM 1 คลิกขวาที่ Search เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบดังแสดงในรูปที่ 5-2
4. เลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก เป็น ADAM-5018 ตัวที่ 1 เปลี่ยนการรับข้อมูลเป็น T/C Type J0~760°C ดังแสดงในรูปที่ 5-11 แล้วคลิก ที่ Update

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-11 แสดงการเลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก และการเปลี่ยนการรับข้อมูลสำหรับการรับค่าจากเทอร์โมคัปเปิล

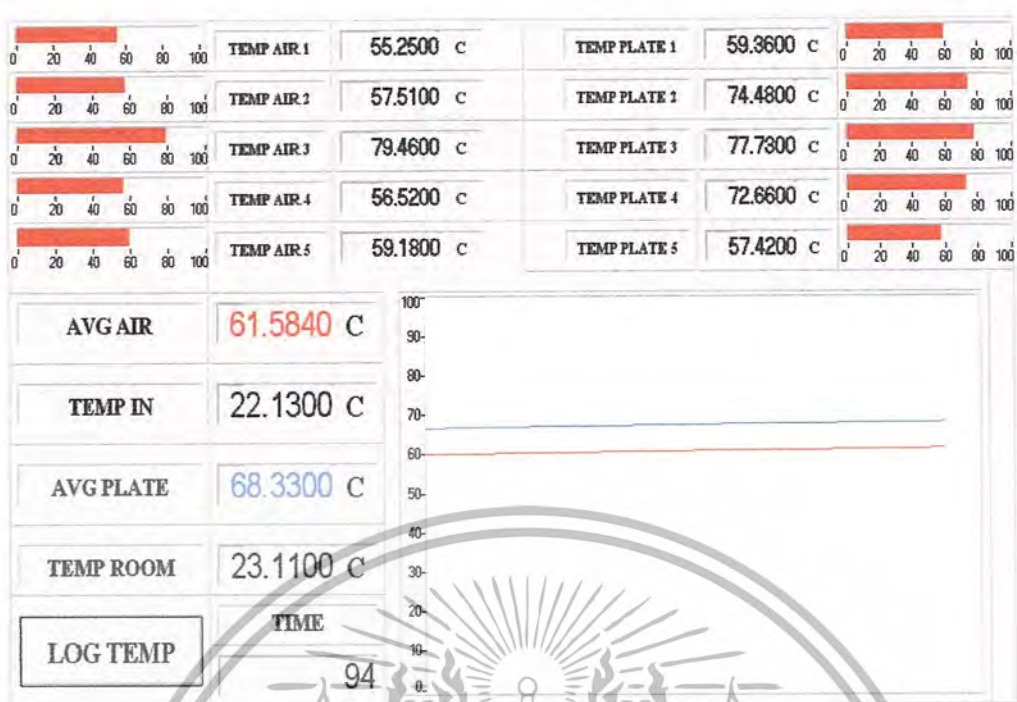
5. เลือกหน่วยรับสัญญาณเข้า-ออก เป็น ADAM-5013 เปลี่ยนการรับข้อมูลเป็น Pt 100 แล้วคลิกที่ Update.
6. เปิดโปรแกรม VisiDAQ Runtime คลิกที่ open แล้วเข้าไปที่ Solar test เริ่มการทำงาน โดยการคลิกที่ Start ดังรูปที่ 5-12



รูปที่ 5-12 แสดงปุ่ม Start สำหรับโปรแกรม Solar test engines

7. เปิดเครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles เพื่อให้ระบบทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

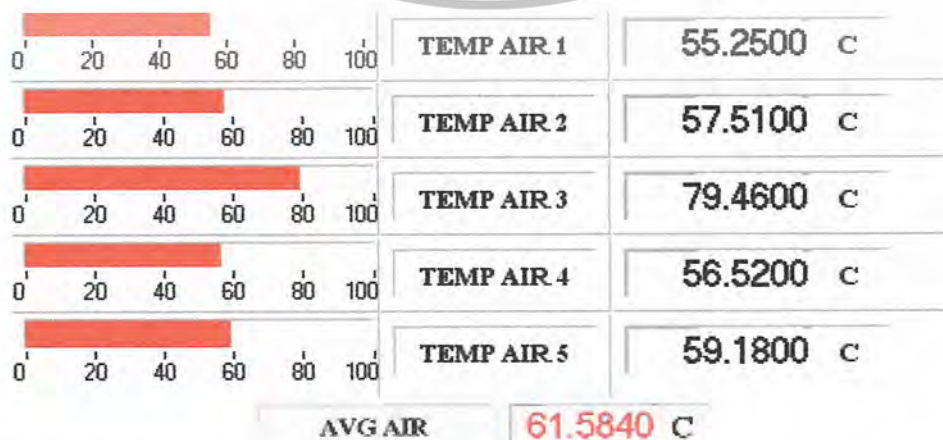


รูปที่ 5-13 แสดงส่วนแสดงผลของโปรแกรมขณะทำการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ


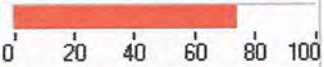



8. ในการเก็บข้อมูลให้รอจนกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นรับความร้อน (Absorber plate) คงที่เสียก่อน แล้วจึงทำการ LOG TEMP กดค้างไว้ประมาณ 15 วินาที เพื่อเก็บข้อมูลค่าต่างๆลงในโปรแกรม Excel

9. โดยที่ข้อมูลต่างๆจะถูกเก็บไว้ในโปรแกรม Excel ที่อยู่ภายใน C:\VISIDAG\ADSOFLBER\LOGFILE เมื่อต้องการเซฟข้อมูลที่ทดลองมานี้ ให้กดที่ปุ่ม แล้วดับบันทึกเพิ่มเป็น แล้วให้เปลี่ยนชื่อเป็นชื่อที่ต้องการ ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะจบการทดลอง

5.2.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 5-14 แสดงผลของการวัดอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ไหลผ่านแผ่นรับความร้อน

TEMP PLATE 1	59.3600 C	
TEMP PLATE 2	74.4800 C	
TEMP PLATE 3	77.7300 C	
TEMP PLATE 4	72.6600 C	
TEMP PLATE 5	57.4200 C	
AVG PLATE		68.3300 C

รูปที่ 5-15 แสดงผลของการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆของแผ่นรับความร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและประยุกต์ใช้เครื่องบันทึก รุ่น ADAM-5000 และโปรแกรม Advantech VisiDAQ ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดทางกลของ แรง อุณหภูมิ และความเร็วรอบพบว่า สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์กล่าวคือ สามารถเขียนโปรแกรมรับค่าและเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดทางกลได้ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลอง ได้ผลใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎีของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังนี้

1) เครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบปลายหมุนอิสระ ในการทดสอบวัสดุซึ่งเป็นเหล็ก ST37 จำนวน 6 ชิ้น โดยใช้แรงในการทดสอบที่ 192.524 N, 143.759 N, 112.468 N, 105.580 N, 101.558 N และ 97.8 N ตามลำดับ ผลการทดลองจากการเขียนโปรแกรมรับค่า และเก็บข้อมูล พบว่าขนาดของแรงที่กระทำกับชิ้นทดสอบมีค่าสูงจำนวนรอบที่ขาดของชิ้นทดสอบจะน้อย และเมื่อขนาดของแรงที่กระทำกับชิ้นทดสอบมีค่าน้อยลง จำนวนรอบที่ขาดของชิ้นทดสอบจะเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีและผลการทดลองที่ได้ซึ่งแสดงด้วยกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค้นคัตตลัดกับจำนวนรอบที่ขาด (S-N Curve) ยังเป็นไปตามทฤษฎีด้วย

2) เครื่อง Flat Plate Solar Air Heater with Fins and Baffles นั้นค่าที่ได้จากการเขียน โปรแกรมรับค่า และเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ พบว่า ผลของอุณหภูมิที่ได้เป็นไปตามหลักการถ่ายเทความร้อนของแผ่นรับความร้อน (Absorber plate) เช่นกัน

จึงพอสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เครื่องบันทึกรุ่น ADAM-5000 และโปรแกรม Advantech VisiDAQ ในการเก็บข้อมูลนั้น สามารถเก็บและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดทางกลได้อย่างถูกต้อง

6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องทดสอบความล้า

1) ฐานรองรับเครื่องควรมีเหล็กที่มีขนาดหนากว่า 4 มิลลิเมตร เพื่อลดเสียงดังขนาดทำการทดลอง

2) มอเตอร์ที่ใช้ควรมีความเร็วรอบสูง เพื่อลดเวลาในการทดสอบวัสดุต่อชิ้น

3) การนำชิ้นทดสอบออกจากเครื่อง หลังจากการขาดควรมีเครื่องมือพิเศษ เพื่อยืดอายุการใช้งานของเบร็กรองรับปลายชิ้นทดสอบ

4) มือหมุนควรมีปลาย เพื่อป้องกันการลื่นไถลขณะทำการทดลอง

ภาคผนวก ก.

CODE (Class 1)	LOAD	2A	B	C	2D	2E	F	G	n° G	H	T	f ¹¹ (kHz)
CTC45KNI15	5 kN											2.3
CTC410KNI15	10 kN	100	88	35	72	32	M20X1.5	9	6	121	7.5	2.3
CTC425KNI15	25 kN											4.0
CTC450KNI15	50 kN	127	110	35	92	47	M30X2	10.5	8	145	7.5	3.8
CTC4100KNI15	100 kN											5.7
CTC4200KNI15	200 kN	155	138	50	108	62	M42X3	17	12	189	15	7.1
CTC4300KNI15	300 kN											9.8
CTC4500KNI15	500 kN	230	195	80	147	96	M60X3	25	17	254	20	18.2
CTC41000KNI15	1000 kN											18.2

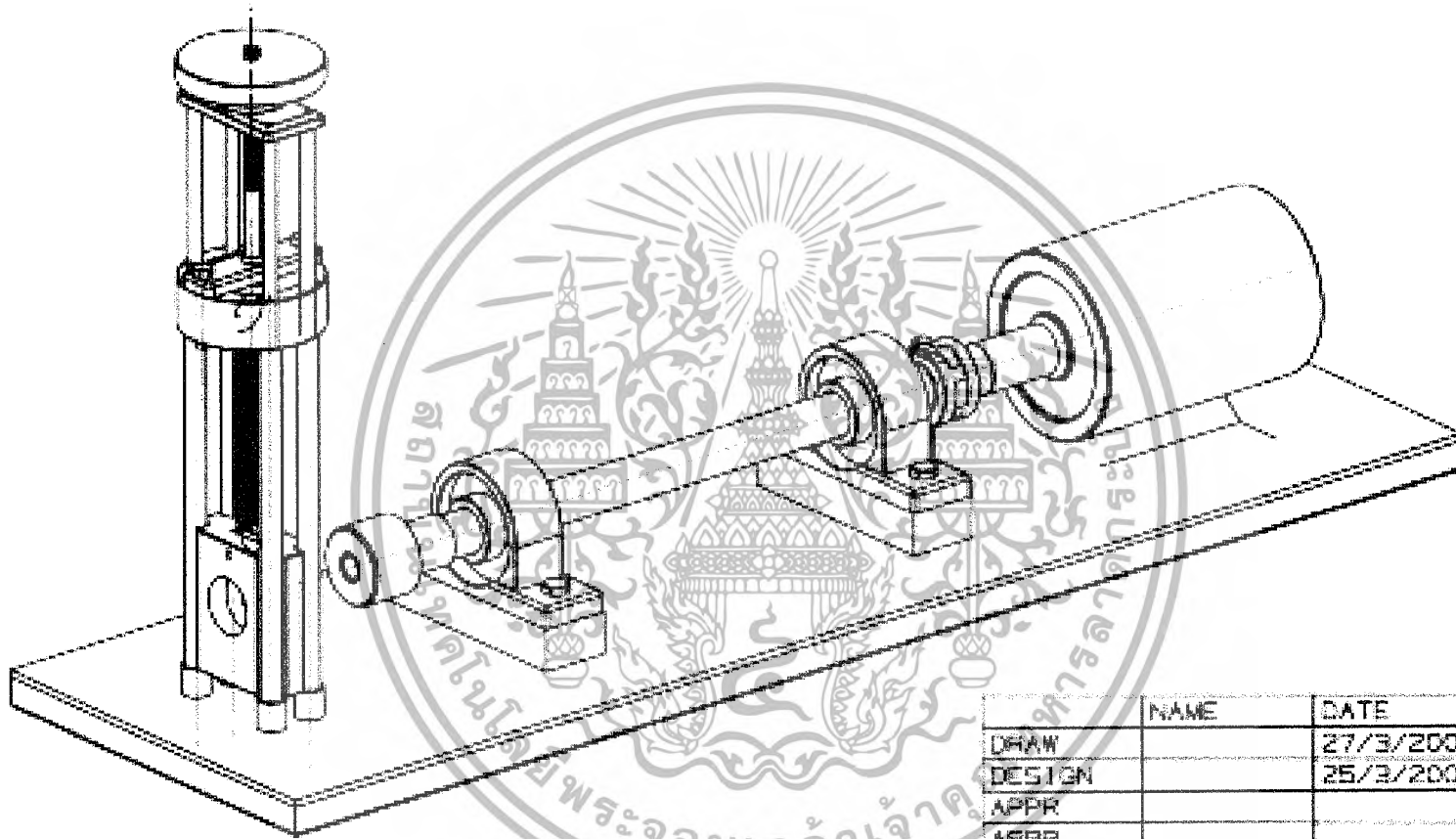
ตารางที่ ก. 1 แสดงขนาดของโหนดเซลล์ตามขนาดของแรงที่รับได้ หน่วยเป็น มิลลิเมตร



รูปที่ ก. 1 แสดงขนาดของโหนดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข. 1 แสดงภาพเครื่องทดสอบความต้านทานบิด

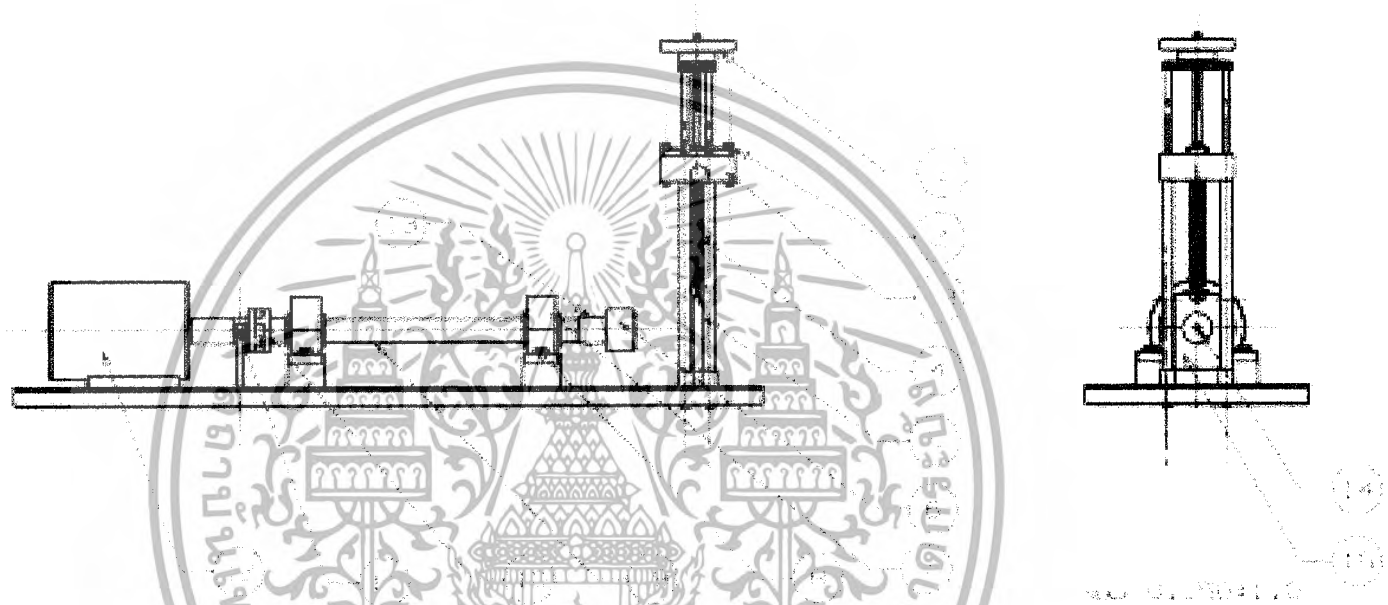


ภาคผนวก ข.

	NAME	DATE
DRAW		27/3/2005
DESIGN		25/3/2005
APPR		
APPR		

MECHANIC ENGINEERING KING
MONGKUT INSTITUTE OF
TECHNOLOGY LADKRABANG

รูปที่ ข. 2 ภาพชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบความถี่

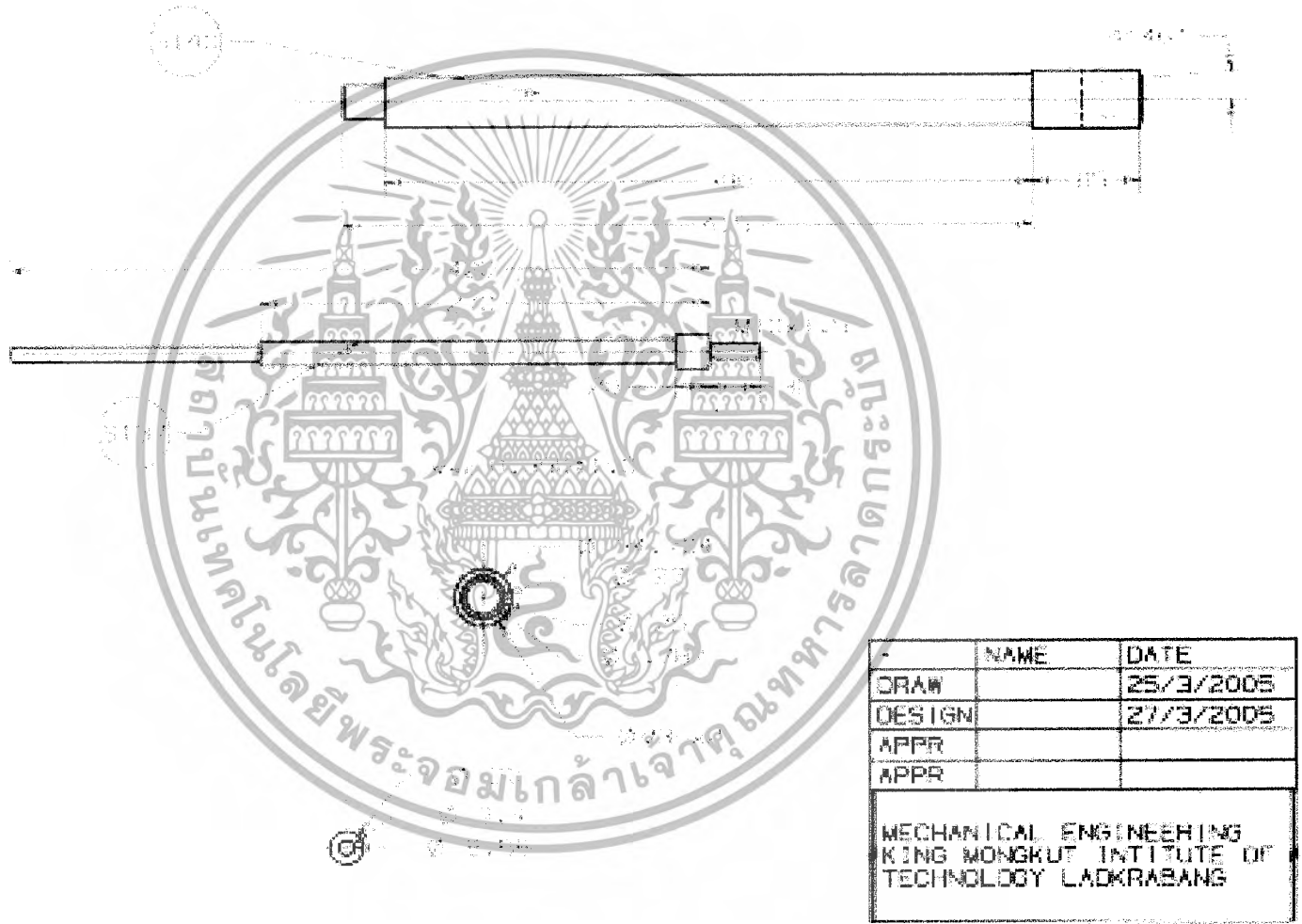


1	HAND WHEEL	ST 37	11	PROXIMITY	-
2	SOCKET SCREW M6x1	STANDARD	12	MOTOR SINGLE 220V	-
3	LOAD CELL	-	13	COLLATE ARBOUR	ST 40
4	SPRING	-	14	BALL BEARING	-
5	COLLUM	ST 37	15	BEARING HOUSING	-
6	COLLATE NUT	ST 37			
7	BALL BEARING	STANDARD			
8	SOCKET SCREW M12x1.5	STANDARD			
9	MAIN SHAFT	ST 40			
10	COUPLING	-			

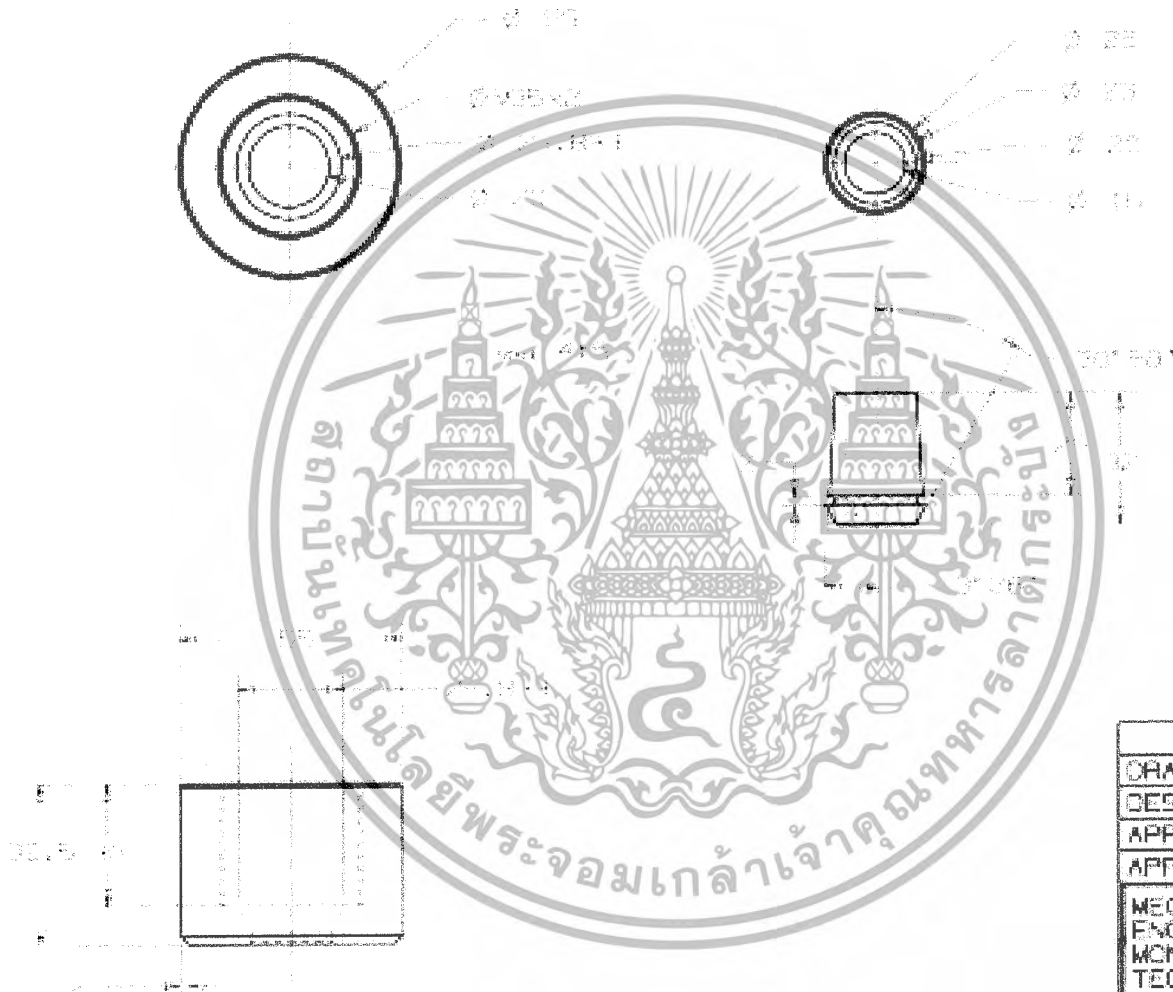
	NAME	DATE
DRAW		25/3/2005
DESIGN		27/3/2005
APPR		
APPR		

MECHANICAL ENGINEERING KLING WONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
--

รูปที่ ๓.3 เพลาส่งกำลัง และ เสารองรับโพลคพลล์

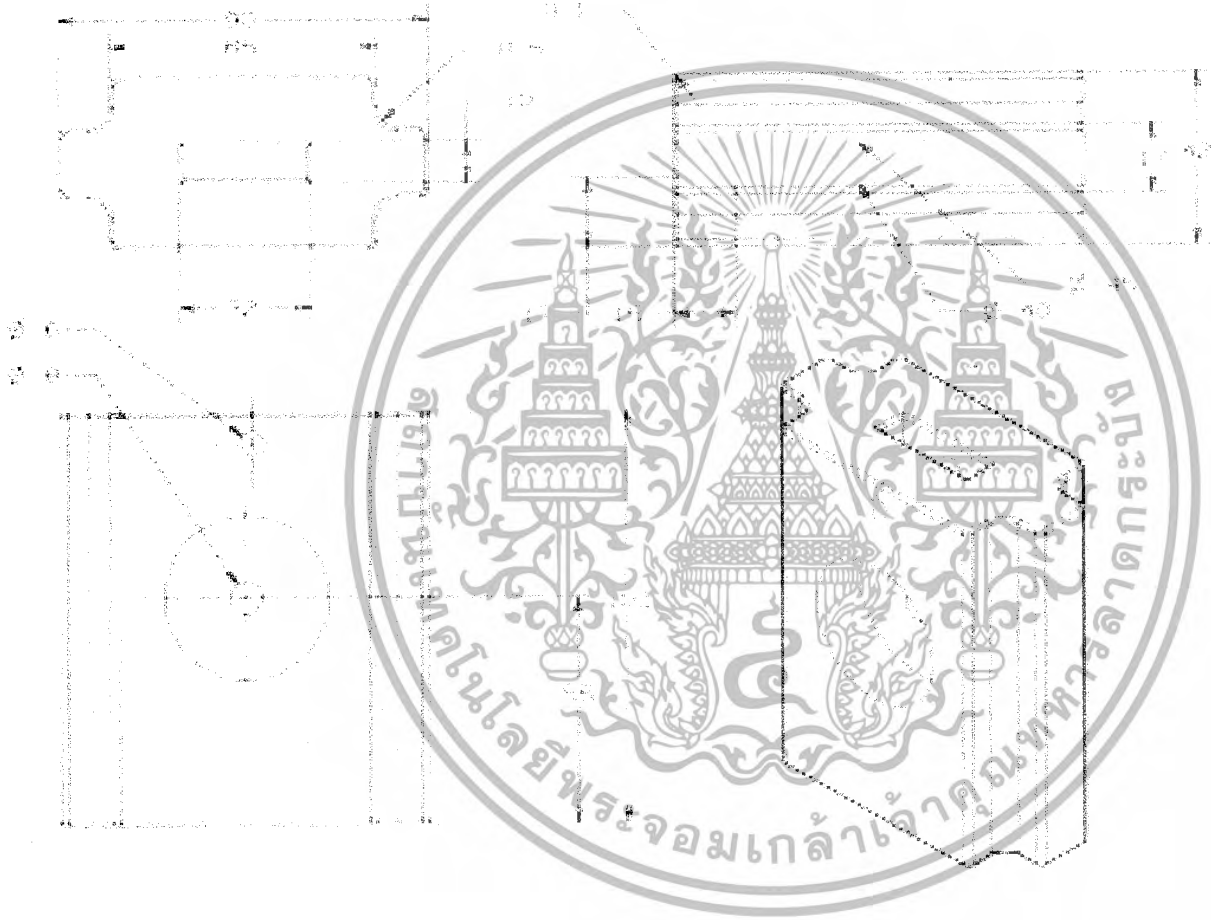


รูปที่ ข. 4 ชุดหัวปั๊มทดสอบ



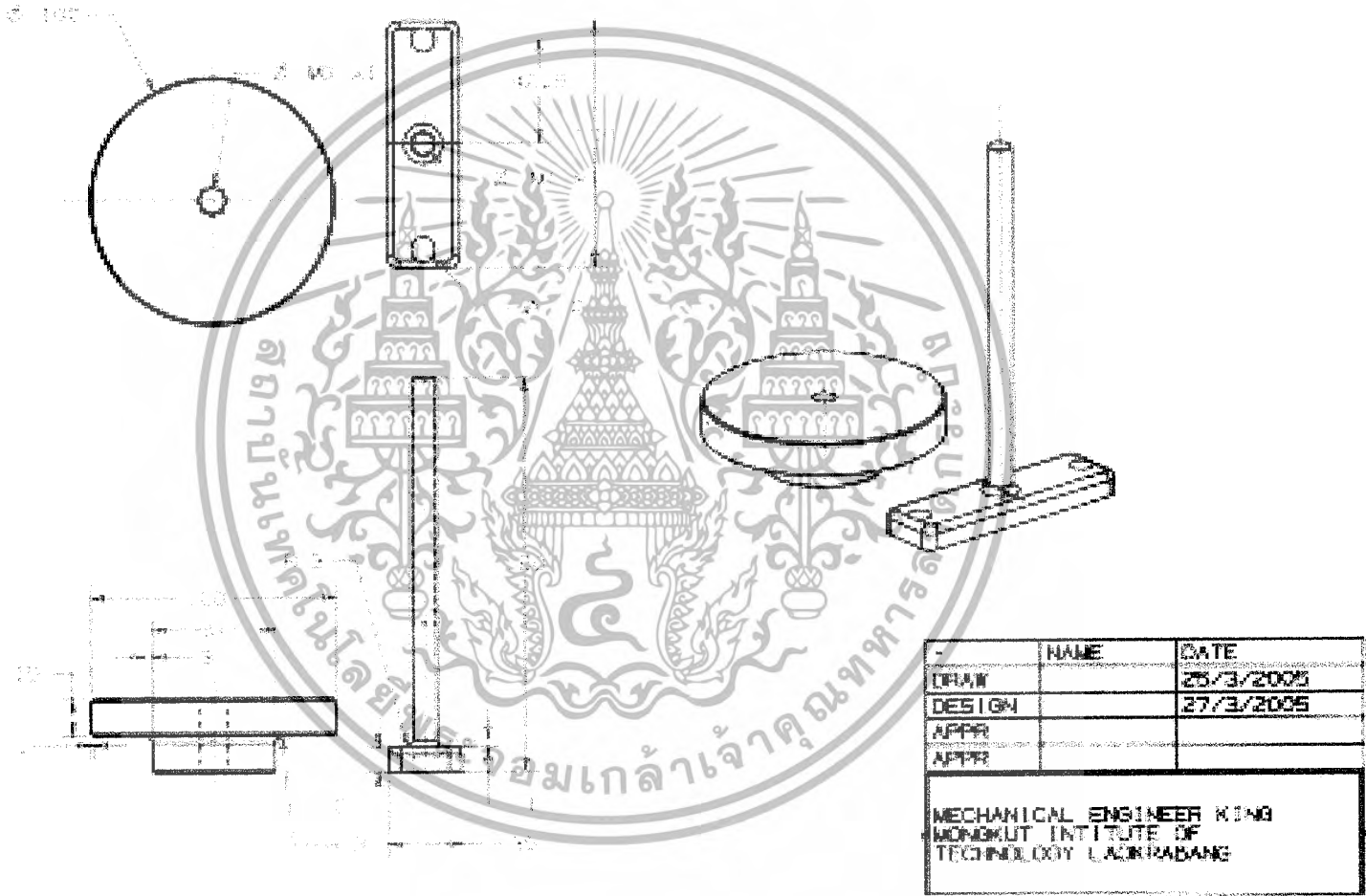
	NAME	DATE
DRAM		25/3/2005
DESIGN		27/3/2005
APPR		
APPR		
MECHANICAL ENGINEERING KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		

รูปที่ ข. 5 ชุดรองรับปลายเข็มทดสอบ



	NAME	DATE
DRAW		25/3/2005
DESIGN		27/3/2005
APPV		
APPR		
MECHANICAL ENGINEERING KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		

รูปที่ ๖ ชุดมือหมุน



บรรณานุกรม

- [1] ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น 2541, หน้า 144-167
- [2] พรจิต ประทุมสุวรรณ, เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม, สำนักพิมพ์ เรือนแก้วการพิมพ์, หน้า 11-17 และ หน้า 53-74
- [3] สมนึก บุญพาไสว, การวัดและเครื่องมือวัด, สำนักพิมพ์ ท้อป, หน้า 149-158 และ 201-216
- [4] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า, มอก. 244 เล่ม 4 ถึง 7-2525 พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ.2545, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- [5] ADAM-5000 Series Distributed Data Acquisition and Control System Based on RS-485, User's Manual
- [6] Advantech VisiDAQ, User's Manual
- [7] R. C. HIBBELER, MECHANICS OF MATERIALS
- [8] สุวิทย์ สานติพิบูล, การทดสอบความด้า, ใบความรู้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้