ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

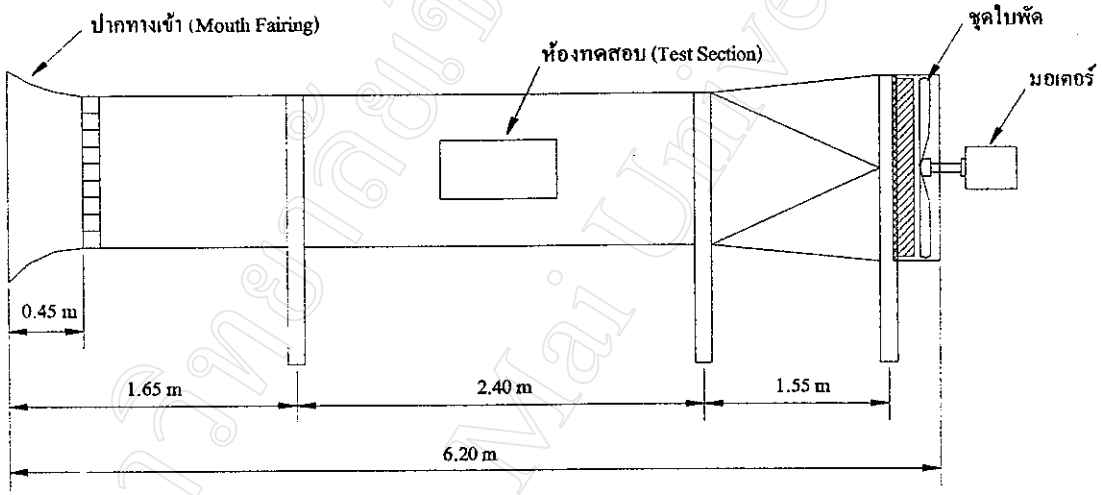
ภาคผนวก ก

การปรับเทียบเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดกับเครื่อง Manometer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การปรับเทียบเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดกับเครื่อง Manometer

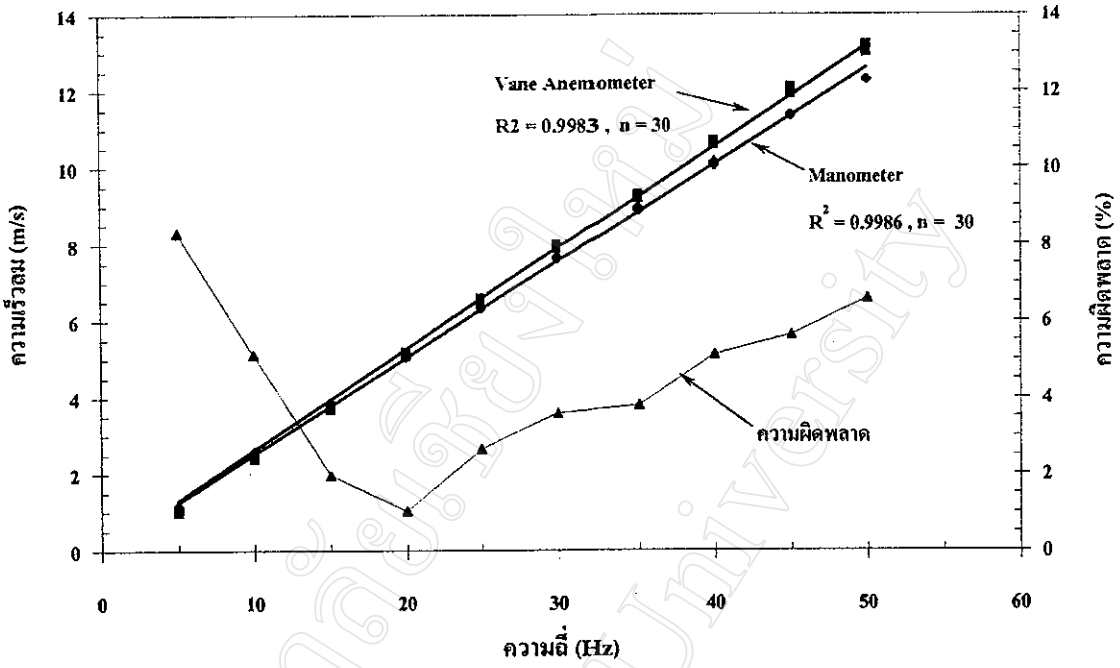
การปรับเทียบเครื่องมือวัดความเร็วลมจะทดสอบในอุโมงค์ลมความเร็วต่ำแบบเปิด อุโมงค์ลมเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความเร็วลม สำหรับอุโมงค์ลมที่ใช้ในการปรับเทียบนี้จะมีขนาดหน้าตัดของห้องทดสอบ 0.9×1.2 เมตร คงที่ตลอด โดยใช้มอเตอร์ 3 เฟส 3.7 กิโลวัตต์ เป็นแหล่งต้นกำลังขับชุดใบพัด ใบพัดเป็นหน้าตัดแบบ NACA 0012B จำนวน 6 ใบ มุมพิทช์ 30 องศา ชุดใบพัดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร ในการปรับเทียบจะเปลี่ยนขนาดของความเร็วลมด้วยเครื่องปรับรอบมอเตอร์แบบเปลี่ยนความถี่เพื่อช่วยในการเปลี่ยนรอบการหมุนของชุดใบพัด



รูปที่ ก.1 อุโมงค์ลมความเร็วต่ำแบบเปิด

เครื่อง Manometer เป็นเครื่องที่ใช้วัดความดันภายในห้องทดสอบ ความดันที่วัดนี้จะเป็น Dynamic pressure (ΔP) แล้วนำค่า Dynamic pressure มาคำนวณหาค่าความเร็วของอากาศภายในห้องทดสอบ โดยหัววัดที่ใช้เป็นแบบ Pitot tube มีหน่วยการวัดเป็น millibar ตำแหน่งของหัววัดจะอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของห้องทดสอบ โดยจะทดสอบที่ละเครื่อง โดยที่หัววัดทั้งสองจะติดตั้งในตำแหน่งและสภาพแวดล้อมเดียวกัน ค่าความเร็วของอากาศภายในห้องทดสอบ สามารถอธิบายได้

$$V_T = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_{air}}} \qquad \text{(ก1)}$$



รูปที่ ก.2 ความเร็วลมภายในห้องทดสอบ

จากกราฟในรูปที่ ก.2 โดยที่แกน X เป็นความถี่ของเครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ และจากการทดสอบเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดกับเครื่อง Manometer จะเห็นได้ว่าความเร็วของอากาศภายในห้องทดสอบจากเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดมีความผิดพลาดไปประมาณ 4.38 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย เมื่อเทียบกับเครื่อง Manometer

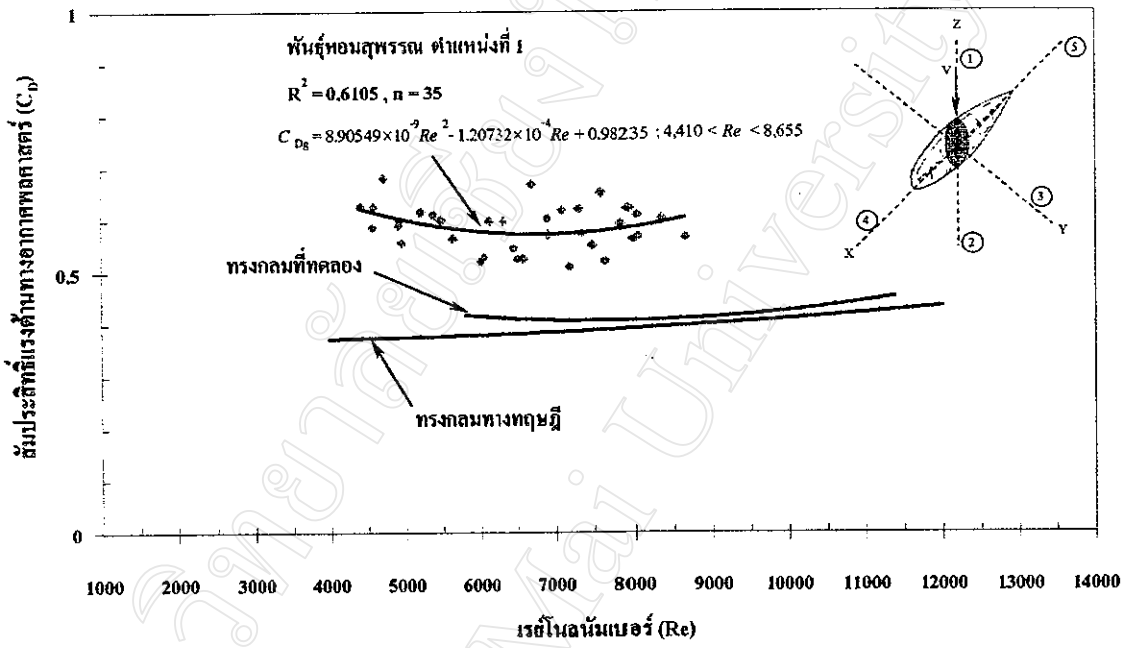
ภาคผนวก ข

การสร้างสมการเส้นแนวโน้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การสร้างสมการเส้นแนวโน้ม

ในการทดลองข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จะนำมาสร้างกราฟ และสร้างสมการเส้นแนวโน้ม ซึ่งสมการที่สร้างจะอยู่ในรูปของโพลิโนเมียลดีกรีสอง ดังตารางที่ 4.2



รูปที่ ข.1 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ ตำแหน่งที่ 1 ที่มาตราส่วนปรกติ

เมื่อทำการสร้างสมการเส้นแนวโน้มและทราบสมการที่ค่า $C_{Dg} = f(Re)$ แล้วก็จะทำการจัดสร้างกราฟให้อยู่ในรูปของมาตราส่วนลอการิทึมเพื่อแสดงให้อยู่ในรูปแบบเช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของทรงกลมทางทฤษฎี [Daugherty et al., 1989] ดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.33

ภาคผนวก ค

ตารางการปรับตั้งเครื่อง Weight Transmitter (WT 95)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ค.1 การปรับสวิทช์ Span coarse [บริษัท Wisco]

Sence.	Span Coarse						Sence.	Span Coarse						Sence.	Span Coarse					
mV/V	1	2	3	4	5	6	mV/V	1	2	3	4	5	6	mV/V	1	2	3	4	5	6
3.003							0.912		X	X		X		0.544	X	X		X		X
2.754	X						0.884	X	X	X		X		0.532			X	X		X
2.514		X					0.850				X	X		0.524	X		X	X		X
2.320	X	X					0.828	X				X		0.514		X	X	X		X
2.130			X				0.804		X			X		0.506	X	X	X	X		X
1.990	X		X				0.784	X	X			X		0.496					X	X
1.860		X	X				0.760			X	X	X		0.488	X				X	X
1.754	X	X	X				0.742	X		X	X	X		0.480		X			X	X
1.624				X			0.724		X	X	X	X		0.472	X	X			X	X
1.542	X			X			0.706	X	X	X	X	X		0.464			X		X	X
1.462		X		X			0.688						X	0.458	X		X		X	X
1.396	X	X		X			0.672	X					X	0.450		X	X		X	X
1.324			X	X			0.658		X				X	0.444	X	X	X		X	X
1.628	X		X	X			0.644	X	X				X	0.434				X	X	X
1.214		X	X	X			0.628			X			X	0.428	X			X	X	X
1.168	X	X	X	X			0.614	X		X			X	0.422		X		X	X	X
1.124					X		0.602		X	X			X	0.416	X	X		X	X	X
1.084	X				X		0.590	X	X	X			X	0.410			X	X	X	X
1.044		X			X		0.574				X		X	0.404	X		X	X	X	X
1.010	X	X			X		0.564	X			X		X	0.398		X	X	X	X	X
0.972			X		X		0.554		X		X		X	0.394	X	X	X	X	X	X
0.942	X		X		X															

ความหมายของ X = ON

ตารางที่ ค.2 การปรับสวิทช์ Tare coarse [บริษัท Wisco]

% Tare	Tare Coarse 1	2	3	4	5	6	% Tare	Tare Coarse 1	2	3	4	5	6	% Tare	Tare Coarse 1	2	3	4	5	6
0							176		X	X		X		344	X	X		X		X
8	X						184	X	X	X		X		352			X	X		X
16		X					192				X	X		360	X			X	X	
24	X	X					200	X			X	X		368		X	X	X		X
32			X				208		X		X	X		376	X	X	X	X		X
40	X		X				216	X	X		X	X		384					X	X
48		X	X				224			X	X	X		392	X				X	X
56	X	X	X				232	X		X	X	X		400		X			X	X
64				X			240		X	X	X	X		408	X	X			X	X
72	X			X			248	X	X	X	X	X		416			X		X	X
80		X		X			256						X	424	X		X		X	X
88	X	X		X			264	X					X	432		X	X		X	X
96			X	X			272		X				X	440	X	X	X		X	X
104	X		X	X			280	X	X				X	448				X	X	X
112		X	X	X			288			X			X	456	X			X	X	X
120	X	X	X	X			296	X		X			X	464		X		X	X	X
128					X		304		X	X			X	472	X	X		X	X	X
136	X				X		312	X	X	X			X	480			X	X	X	X
144		X			X		320				X		X	488	X		X	X	X	X
152	X	X			X		328	X			X		X	496		X	X	X	X	X
160			X		X		336		X		X		X	504	X	X	X	X	X	X
168	X		X		X															

ความหมายของ X = ON

ภาคผนวก ง

การใช้งานโปรแกรมของเครื่อง Online Excel Datalogger (OD 95)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

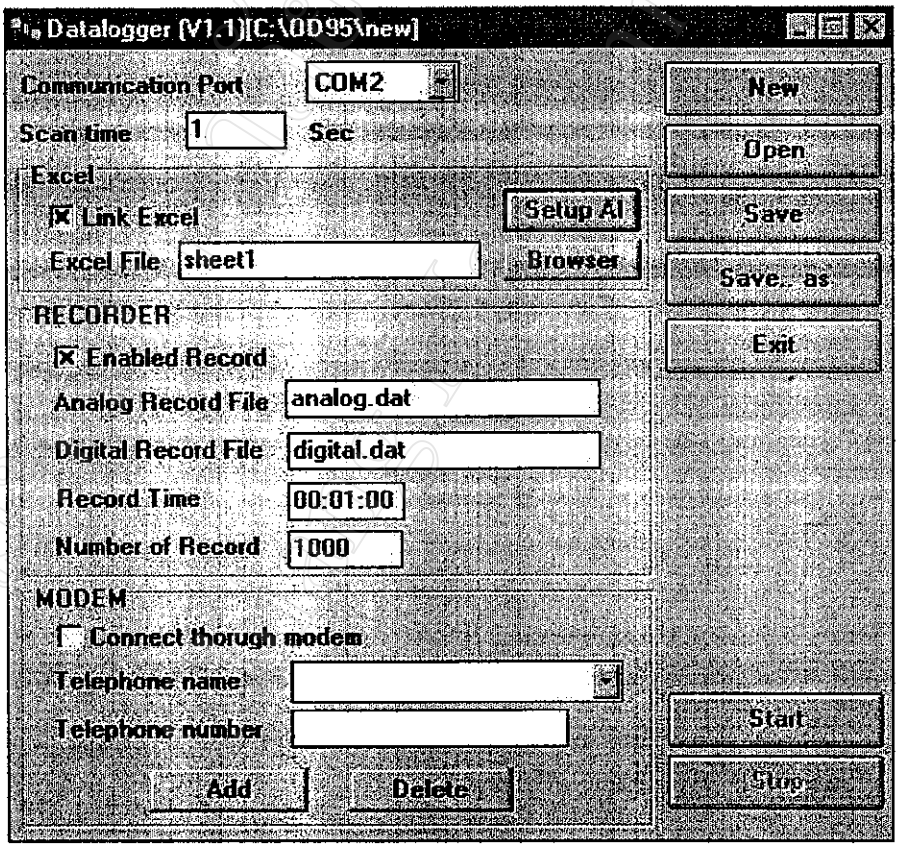
การใช้งานโปรแกรมของเครื่อง Online Excel Datalogger (OD 95) [บริษัท Wisco]

ในโปรแกรม Online Excel Datalogger มีโปรแกรมอยู่ทั้งหมด 2 โปรแกรม

1. Online Excel Datalogger เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น ในการติดต่อกับโปรแกรม Excel กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการบันทึกข้อมูล การติดต่อผ่านModem เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ เรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Start เพื่อทำการ Link Excel บันทึกไฟล์ข้อมูล และแสดงกราฟข้อมูล

เปิดโปรแกรมโดยการ Double click ที่ icon

จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูป



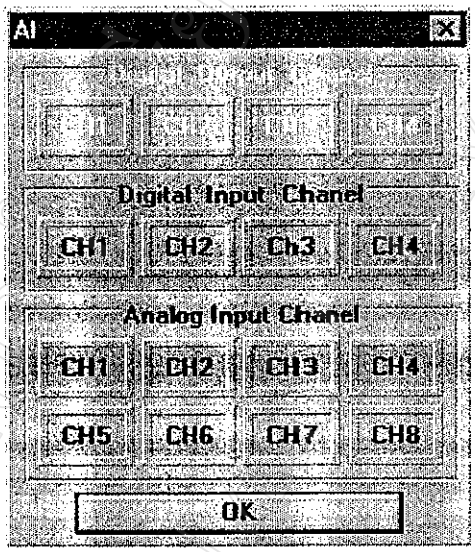
รูปที่ ง.1 หน้าต่างของโปรแกรม Online Excel Datalogger

1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้น

Communication Port	การกำหนด port ที่ใช้ในการติดต่อกับ OD95
Scan Time	การกำหนดเวลาเป็นวินาที ในการอ่านข้อมูลจาก OD95
Link Excel	เลือกให้มีการ Link ข้อมูลต่างๆ ไปยังโปรแกรม Excel

Excel File เป็นการกำหนดชื่อ Path และ File ที่ต้องการจะเปิดใน Excel เพื่อทำการเชื่อมต่อกับ OD95 เช่น c:\excel\test.xls (ถ้าไม่ต้องการเปิดไฟล์ให้กำหนด Sheet ที่ต้องการ เช่น Sheet1)

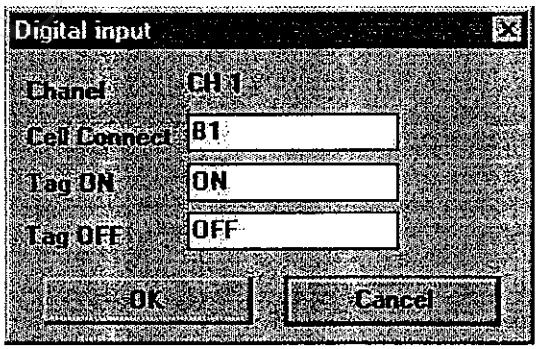
Setup AI เพื่อกำหนดตำแหน่งของ cell ใน Excel ที่ใช้ในการแสดงค่า Input/Output แต่ละช่อง เมื่อกดจะปรากฏหน้าต่าง



รูปที่ ง.2 หน้าต่าง Setup AI

จากรูปที่ ง.2 จะเห็นว่ามีการแบ่งลักษณะ Input/Output ออก เป็น 3 ชนิด คือ Digital output 4 ช่อง Digital input 4 ช่อง และ Analog input 8 ช่อง เมื่อ Double click ที่ช่องต่างๆ จะปรากฏหน้าต่าง Setup ตามลักษณะ Input/Output ดังนี้

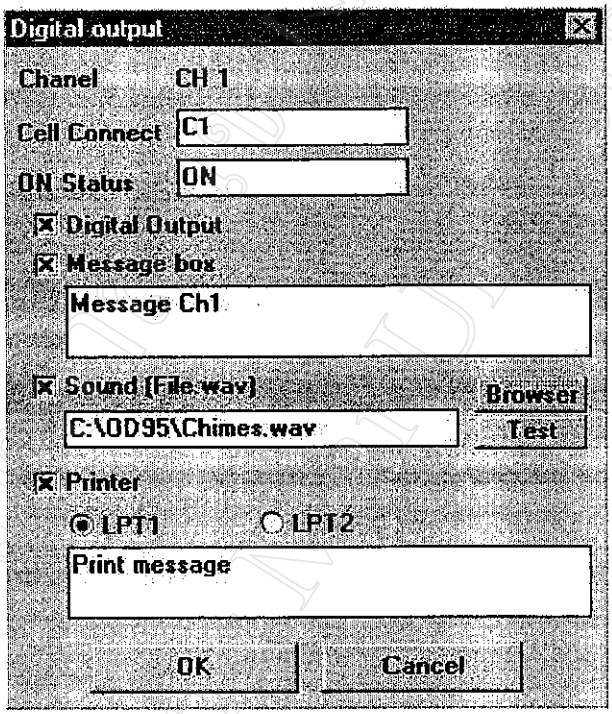
Digital Input



รูปที่ ง.3 หน้าต่าง Digital Input Setup

Chanel	ชื่อ Chanel ที่กำลัง Setup
Cell Connect	กำหนด Cell ใน Excel ที่ใช้ในการติดต่อกับ Digital Input
Tag On	กำหนดข้อความที่ใช้แทนสถานะ ON และ Digital Input
Tag Off	กำหนดข้อความที่ใช้แทนสถานะ OFF และ Digital Input

Digital Output

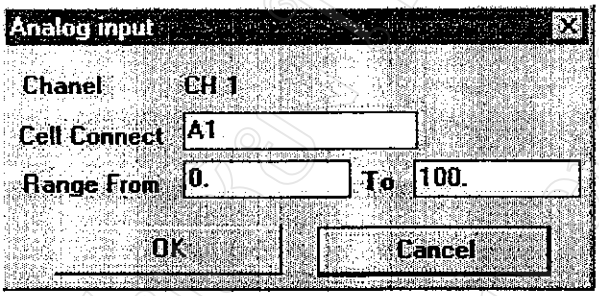


รูปที่ ง.4 หน้าต่าง Digital Output Setup

Chanel	ชื่อ Chanel ที่กำลัง Setup
Cell Connect	กำหนด Cell ใน Excel ที่จะใช้ในการติดต่อกับ Digital Output ช่องนั้น
On Status	กำหนดข้อความที่ใช้สั่งในการสั่งให้ Digital Output ช่องนั้นมีสถานะเป็น ON
Digital Output	กำหนดให้สั่ง Digital Output ของ OD95 ช่องนั้น ON
Massage box	กำหนดให้ส่งข้อความที่กำหนดทางหน้าจอ เมื่อ Digital Output ช่องนั้นมีสถานะเป็น ON
Sound	กำหนดให้ส่งเสียงตาม File.WAV ที่กำหนด เมื่อ Digital Output ช่องนั้นมีสถานะเป็น ON

Printer กำหนดให้พิมพ์ข้อความที่กำหนดออกทางพอร์ตที่กำหนดเมื่อ Digital Output ช่องนั้นมีสถานะเป็น ON

Analog Input



รูปที่ ง.5 หน้าต่าง Analog Input Setup

Chanel ชื่อ Chanel ที่กำลัง Setup

Cell Connect กำหนด Cell ใน Excel ที่จะใช้ในการติดต่อกับ Analog Input ช่องนั้น

Range From_to_ กำหนด Scale ของ Analog Input ช่องนั้น

Record Enabled เลือกให้มีการบันทึกข้อมูลที่ได้จาก OD95 ลง File ที่กำหนด

Analog Record File กำหนดชื่อ Path และ File name ใช้บันทึกข้อมูล Analog

Digital Record File กำหนดชื่อ Path และ File name ใช้บันทึกข้อมูล Digital

Record Time กำหนดช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้ง รูปแบบจะอยู่ในรูป hh:mm:ss ซึ่งสามารถกำหนดเวลาน้อยที่สุดได้เท่ากับ 1 วินาที (00:00:01)

Number of Record กำหนดจำนวนของข้อมูลที่ต้องการเก็บลงไฟล์ข้อมูล สามารถกำหนดได้สูงสุดถึง 10,000 record

Connect through Modem เลือกให้มีการติดต่อผ่าน Modem

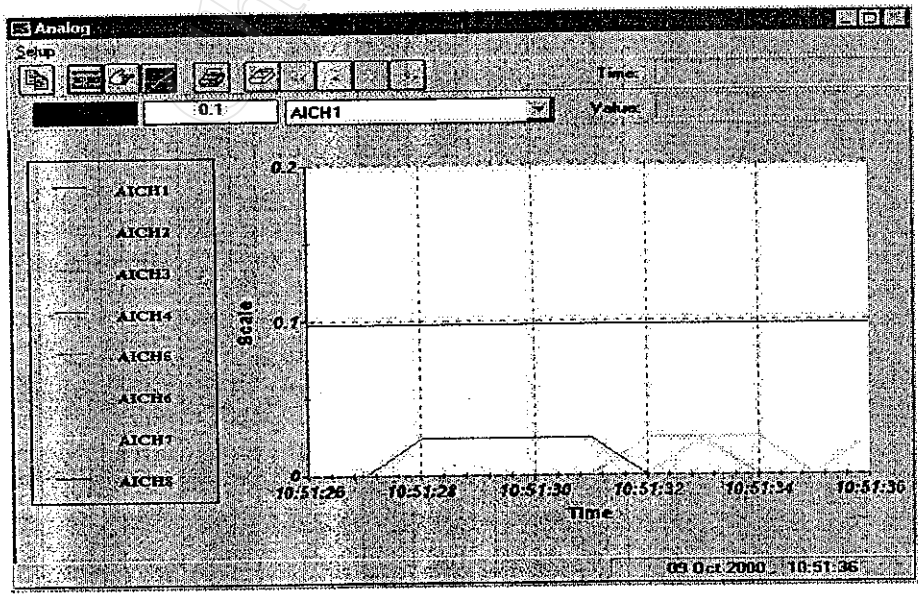
Telephone name รายชื่อโทรศัพท์ที่เก็บไว้ใน Config file

Telephone number เบอร์โทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อ

Add กดปุ่ม Add เพื่อทำการเก็บรายชื่อและเบอร์โทรศัพท์ที่อยู่ใน Telephone name และ Telephone number ไว้ใน Config file

Delete	กดปุ่ม Delete เพื่อลบรายชื่อและเบอร์โทรศัพท์ที่ถูกเลือกไว้โดย Telephone name list ออกจาก Config file
ปุ่ม New	ปุ่มสำหรับกำหนด Config file ใหม่
ปุ่ม Open	ปุ่มสำหรับเรียก Config file ขึ้นมาใช้งานหรือแก้ไข
ปุ่ม Save	ปุ่มสำหรับ Save Config file
ปุ่ม Save as...	ปุ่มสำหรับ Save Config file ในชื่อใหม่
ปุ่ม Start	เป็นปุ่มที่ใช้สั่งให้ Online Excel Datalogger เริ่มทำการติดต่อกับ WT95 และบันทึกข้อมูลตามที่กำหนด - กำหนดให้ Link Excel โปรแกรม Online Excel Datalogger จะทำการ Run โปรแกรม Excel และทำการส่งข้อมูลต่างๆ ไปยัง cell ที่กำหนดไว้ข้างต้น - กำหนดให้ Record Data โปรแกรม Online Excel Datalogger ทำการบันทึกข้อมูลในไฟล์ข้อมูลที่กำหนด และแสดงกราฟข้อมูลทั้งแบบ Analog (รูปที่ ง.6) และแบบ Digital - กำหนดให้ติดต่อผ่าน Modem โปรแกรม Online Excel Datalogger จะทำการติดต่อกับ OD95 ผ่าน Modem
ปุ่ม Stop	เป็นปุ่มที่สั่งให้ Online Excel Datalogger เลิกการทำงานทั้งหมด
ปุ่ม Exit	เป็นปุ่มออกจากโปรแกรม Online Excel Datalogger

1.2 หน้าต่างกราฟข้อมูล



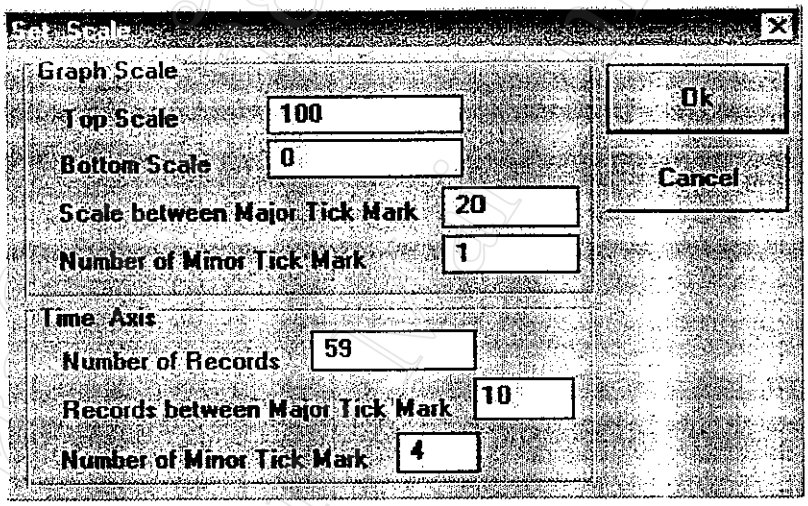
รูปที่ ง.6 หน้าต่างกราฟข้อมูล

หน้าต่างกราฟข้อมูล เป็นหน้าต่างที่แสดงข้อมูลที่จะถูกบันทึกในไฟล์ข้อมูลในรูปกราฟข้อมูล โดยจะแสดงชื่อของข้อมูลตามชนิดและลำดับของช่องสัญญาณของ OD95 เช่น Analog input ช่องที่ 1 จะมีชื่อ AICH1 , Digital input ช่องที่ 2 จะมีชื่อ DICH2 เป็นต้น

การทำงานในหน้าต่างกราฟข้อมูล

Select Graph สำหรับเลือก Graph ที่ต้องการแสดงบนหน้าจอ เมื่อกดปุ่มนี้จะปรากฏ Dialog Select Page เลือก Page ที่ต้องการและกดปุ่ม Switch to ...

Set Scale เพื่อ Set แกน Value และแกน Time ของ Graph เมื่อกดปุ่มนี้จะปรากฏหน้าต่าง Set Scale



รูปที่ ง.7 หน้าต่างการ Set Scale

Pointer ดูค่าและเวลา ณ จุดที่ mouse ชี้อยู่ที่ Value: และ Time:

Grid Line เลือกแสดงหรือไม่แสดง Grid Line

Print Graph พิมพ์ Graph ทางเครื่องพิมพ์

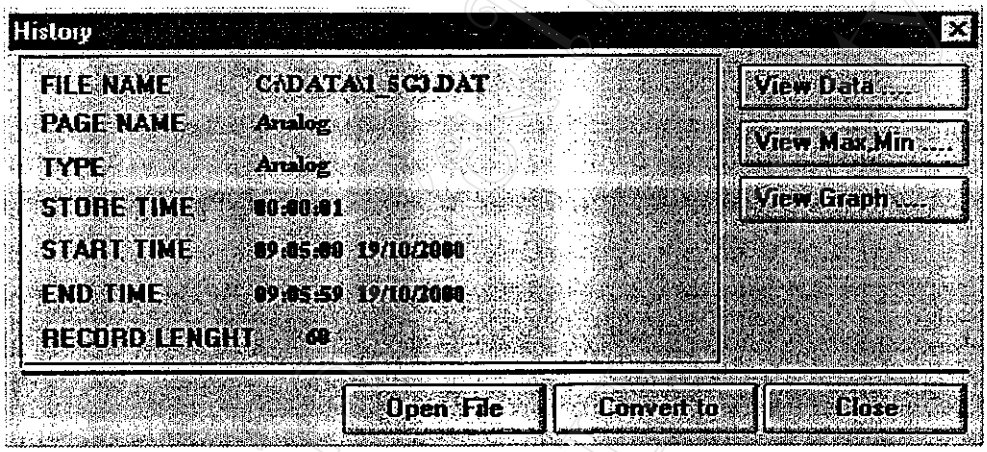
History สำหรับการดู Graph ย้อนหลัง

History scroll สำหรับเลื่อน Graph ไปทางซ้ายหรือทางขวา

Select Line เลือกดูค่าที่อ่านได้ล่าสุด และสีของ Line นั้น

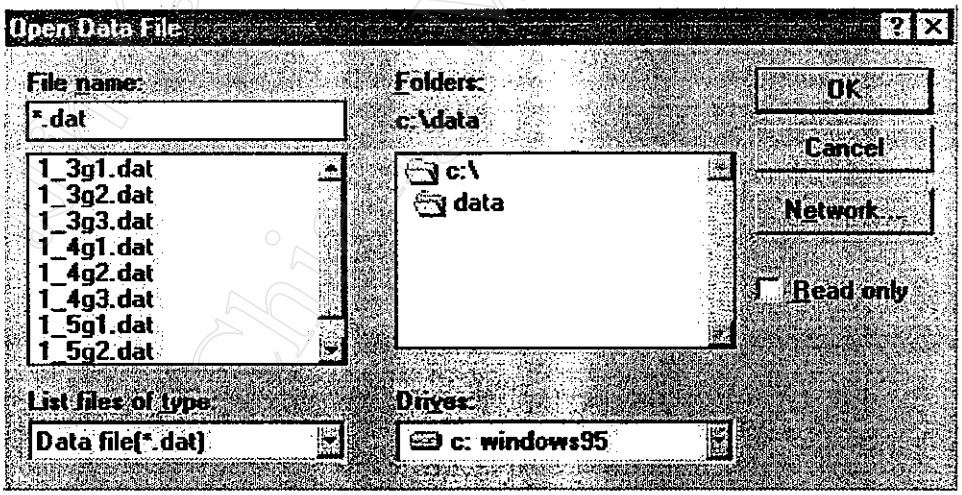
2. โปรแกรม History เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเรียกไฟล์ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ขึ้นมาแสดงเป็นข้อมูลแบบตัวเลข แสดงค่าสูงสุดต่ำสุด (Maximum/Minimum) แสดงกราฟข้อมูล

โปรแกรม History สามารถเข้าโดยการ Double click ที่ icon



รูปที่ ง.8 หน้าต่าง History

2.1 การเปิดไฟล์ข้อมูล



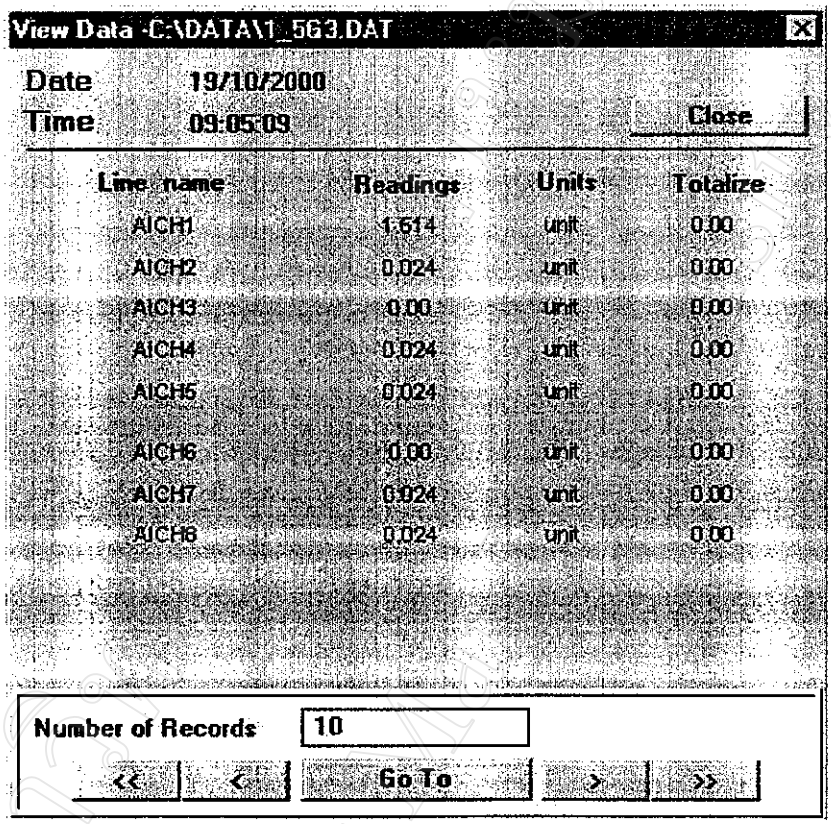
รูปที่ ง.9 หน้าต่าง Open File

2.2 การแปลงไฟล์ข้อมูลไปใช้บน Excel

การแปลงไฟล์ข้อมูลไปใช้บน Excel เป็นการแปลงไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูป File.csv โดยกดปุ่ม Convert หลังจากที่ได้ทำการเปิดไฟล์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

2.3 การแสดงข้อมูลแบบตัวเลข

การดูข้อมูลแบบตัวเลขทำโดยกดปุ่ม View Data จะปรากฏหน้าต่าง View Data ดังรูป



รูปที่ ง.10 หน้าต่าง View Data

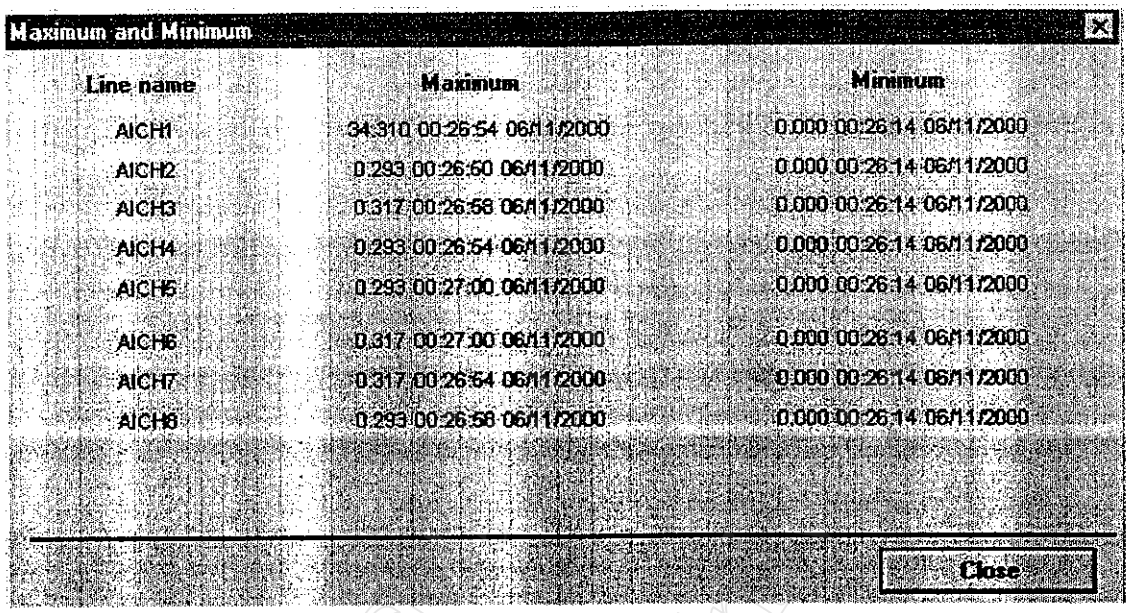
ปุ่ม < และ > สำหรับเลื่อนข้อมูลทีละชุดข้อมูล

ปุ่ม << และ >> สำหรับเลื่อนข้อมูลทีละ 1/10 ของชุดข้อมูลทั้งหมด

ปุ่ม Go To สำหรับเลื่อนข้อมูลไปยังตำแหน่งที่กำหนดใน Number of Records

2.4 การดูค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

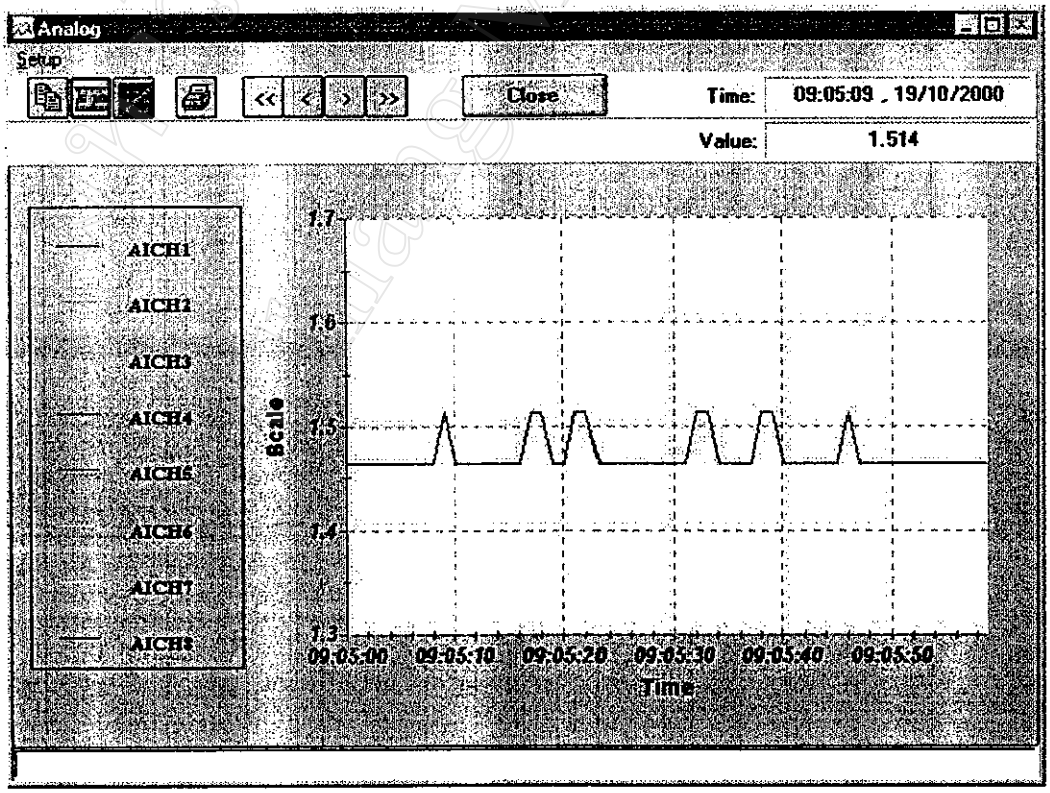
การดูค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดทำโดย กดปุ่ม View Max,Min จะปรากฏหน้าต่าง View Maximum and Minimum ดังรูป



รูปที่ ง.11 หน้าต่าง View Maximum and Minimum

2.5 การดูข้อมูลแบบ Tread Graph

การดูข้อมูลแบบ Tread Graph ทำโดยกดปุ่ม View Graph จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูป



รูปที่ ง.12 หน้าต่าง View Graph

ปุ่ม แก้ไข scale ทางแกน x และ y

ปุ่ม แสดงหรือไม่แสดงเส้น grid

ปุ่ม พิมพ์กราฟที่แสดงอยู่ในขณะนั้น

ปุ่ม เลื่อนกราฟซ้ายขวา

ปุ่ม ออกจากหน้าต่าง View Graph

หมายเหตุ ในกรณีที่กดปุ่ม Start เพื่อทำการ Link ค่าวัดได้ไปแสดงที่โปรแกรม Excel แต่มีข้อความ Error ให้ทำการแก้ไฟล์ win.ini ซึ่งอยู่ใน Path:\Windows\win.ini

[Embedding]

ExcelWorksheet = Microsoft Excel Worksheet,Microsoft Excel Worksheet,c:\progra~1\micros~1\office\excel.exe,picture

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก จ

ขนาดน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ จ.1 น้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับที่	น้ำหนักมาตรฐานที่ต้องการ (กรัม)	รวมน้ำหนักเพื่อให้ได้ตามน้ำหนักมาตรฐาน	น้ำหนักมาตรฐานดินน้ำมัน (กรัม)	น้ำหนักมาตรฐานดินน้ำมัน (นิวตัน)	ความผิดพลาด (%)
1	0.05	0.05	0.0501	0.4915	0.20
2	0.10	0.10	0.1007	0.9879	0.70
3	0.15	0.15	0.1504	1.4754	0.27
4	0.20	0.20	0.2001	1.9630	0.05
5	0.25	0.25	0.2505	2.4574	0.20
6	0.30	0.30	0.3004	2.9469	0.13
7	0.35	0.35	0.3501	3.4345	0.03
8	0.40	0.40	0.4001	3.9250	0.02
9	0.45	0.45	0.4507	4.4214	0.16
10	0.50	0.50	0.5042	4.9462	0.84
11	0.55	0.5+0.05	0.5543	5.4377	0.78
12	0.60	0.5+0.10	0.6049	5.9341	0.82
13	0.65	0.5+0.15	0.6546	6.4216	0.71
14	0.70	0.5+0.20	0.7043	6.9092	0.61
15	0.75	0.5+0.25	0.7547	7.4036	0.63
16	0.80	0.5+0.30	0.8046	7.8931	0.57
17	0.85	0.5+0.35	0.8543	8.3807	0.51
18	0.90	0.5+0.40	0.9043	8.8712	0.48
19	0.95	0.5+0.45	0.9549	9.3676	0.52
20	1.00	1.00	1.0022	9.8316	0.22
21	1.05	1.00+0.05	1.0523	10.3231	0.22
22	1.10	1.00+0.10	1.1029	10.8194	0.26
23	1.15	1.00+0.15	1.1526	11.3070	0.23
24	1.20	1.00+0.20	1.2023	11.7946	0.19
25	1.25	1.00+0.25	1.2527	12.2890	0.22
26	1.30	1.00+0.30	1.3026	12.7785	0.20
27	1.35	1.00+0.35	1.3523	13.2661	0.17
28	1.40	1.00+0.40	1.4023	13.7566	0.16
29	1.45	1.00+0.45	1.4529	14.2529	0.20
30	1.50	1.00+0.50	1.5064	14.7778	0.43

ในตารางจะมีช่องรวมน้ำหนักเพื่อให้ได้ตามน้ำหนักมาตรฐานคือ การนำเอาน้ำหนักมากกว่าหนึ่งชิ้นมารวมกันเพื่อให้ได้น้ำหนักตามตารางช่องน้ำหนักมาตรฐานที่ต้องการ (กรัม) เช่น ที่น้ำหนักมาตรฐานที่ต้องการ 1.50 กรัม ก็จะเกิดจากน้ำหนักมาตรฐานขนาด 1 กรัม 1 ชิ้น กับน้ำหนักมาตรฐานขนาด 0.5 กรัม อีก 1 ชิ้น โดยน้ำหนักมาตรฐาน 1 กรัม มีน้ำหนัก 1.0022 กรัม และน้ำหนักมาตรฐาน 0.5 กรัม มีน้ำหนัก 0.5042 กรัม รวมมีน้ำหนัก 1.5064 กรัม จะมีความผิดพลาด (%) เท่ากับ 0.43 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

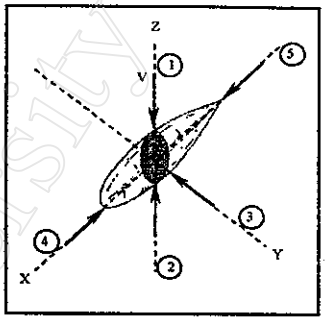
ภาคผนวก ฉ

ขนาดเมล็ดข้าวเปลือกและเม็ดพลาสติกทรงกลมที่ใช้ในการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ฉ.1 ขนาดเมล็ดข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g	น้ำหนัก
		X	Y	Z	m.	กรัม
1	1	11.14	2.06	2.52	0.003867	0.0767
2	1	10.95	2.12	2.50	0.003872	0.0790
3	1	11.44	2.05	2.60	0.003936	0.0793
4	1	10.97	2.06	2.65	0.003912	0.0795
5	1	10.69	2.00	2.47	0.003752	0.0741
6	2	11.04	2.10	2.51	0.003875	0.0772
7	2	10.85	2.07	2.54	0.003850	0.0779
8	2	10.94	2.16	2.49	0.003889	0.0809
9	2	10.81	1.99	2.48	0.003765	0.0759
10	2	10.91	2.09	2.65	0.003924	0.0788
11	3	10.83	2.13	2.52	0.003874	0.0805
12	3	10.70	2.05	2.67	0.003883	0.0784
13	3	11.22	2.04	2.60	0.003904	0.0779
14	3	10.83	2.08	2.54	0.003853	0.0784
15	3	10.74	2.12	2.62	0.003907	0.0786
16	4	11.55	2.08	2.45	0.003890	0.0786
17	4	10.83	2.09	2.46	0.003819	0.0783
18	4	10.73	2.00	2.45	0.003746	0.0779
19	4	10.85	2.02	2.42	0.003757	0.0761
20	4	10.92	2.06	2.59	0.003877	0.0757
21	5	10.87	2.01	2.54	0.003814	0.0759
22	5	10.69	2.09	2.43	0.003787	0.0762
23	5	10.62	2.02	2.51	0.003776	0.0758
24	5	10.81	2.02	2.47	0.003778	0.0773
25	5	10.69	2.00	2.51	0.003772	0.0745
เฉลี่ย		10.9048	2.0604	2.5276	0.003843	0.0776
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.2277	0.0461	0.0717	0.000061	0.0017



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

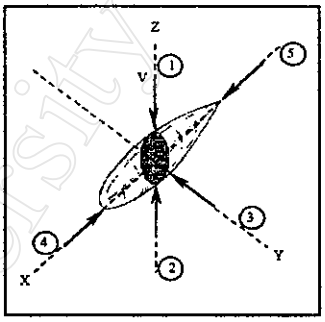
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.2 ขนาดเมล็ดข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g m.	น้ำหนัก กรัม
		X	Y	Z		
26	1	11.59	2.07	2.73	0.004031	0.0807
27	1	11.25	2.01	2.57	0.003873	0.0783
28	1	11.32	2.05	2.57	0.003907	0.0780
29	1	11.35	2.05	2.56	0.003905	0.0809
30	1	11.07	2.07	2.67	0.003940	0.0788
31	2	10.61	2.01	2.69	0.003857	0.0768
32	2	10.60	2.01	2.62	0.003822	0.0772
33	2	10.94	2.00	2.58	0.003836	0.0772
34	2	10.88	1.97	2.58	0.003810	0.0728
35	2	11.32	2.01	2.56	0.003876	0.0764
36	3	10.71	1.97	2.71	0.003852	0.0749
37	3	10.74	1.99	2.64	0.003835	0.0754
38	3	10.32	1.98	2.57	0.003745	0.0753
39	3	10.46	1.99	2.55	0.003758	0.0754
40	3	10.89	2.01	2.55	0.003822	0.0788
41	4	10.95	2.01	2.59	0.003849	0.0793
42	4	10.79	1.95	2.65	0.003820	0.0777
43	4	10.87	1.95	2.60	0.003806	0.0773
44	4	10.75	1.99	2.70	0.003866	0.0771
45	4	10.98	2.04	2.57	0.003861	0.0780
46	5	10.50	1.95	2.62	0.003771	0.0747
47	5	10.72	1.97	2.57	0.003786	0.0761
48	5	10.86	1.97	2.56	0.003798	0.0751
49	5	10.47	1.95	2.57	0.003744	0.0746
50	5	10.80	2.02	2.56	0.003822	0.0769
เฉลี่ย		10.8696	1.9996	2.6056	0.003840	0.0769
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.3136	0.0363	0.0555	0.000064	0.0019



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

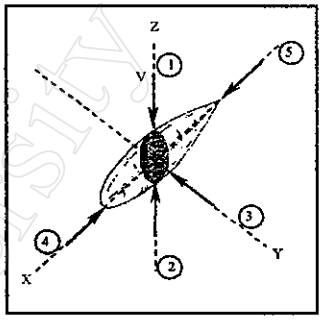
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.3 ขนาดเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g m.	น้ำหนัก กรัม
		X	Y	Z		
51	1	10.10	2.02	2.84	0.003870	0.0741
52	1	10.52	2.06	2.88	0.003967	0.0812
53	1	10.17	1.94	2.79	0.003804	0.0741
54	1	10.53	2.02	2.88	0.003942	0.0778
55	1	10.39	2.01	2.86	0.003909	0.0734
56	2	10.37	2.06	2.89	0.003952	0.0762
57	2	10.05	2.01	2.59	0.003740	0.0729
58	2	11.02	2.01	2.92	0.004014	0.0748
59	2	10.74	2.09	2.77	0.003962	0.0768
60	2	10.27	1.99	2.84	0.003872	0.0742
61	3	10.16	2.06	2.85	0.003907	0.0743
62	3	10.11	2.02	2.77	0.003839	0.0746
63	3	10.00	2.04	2.73	0.003819	0.0747
64	3	10.56	2.04	2.74	0.003894	0.0735
65	3	10.23	2.07	2.78	0.003890	0.0750
66	4	10.58	2.07	2.83	0.003957	0.0753
67	4	10.74	1.98	2.69	0.003853	0.0744
68	4	10.50	2.01	2.81	0.003900	0.0748
69	4	10.11	2.02	2.66	0.003787	0.0751
70	4	10.45	2.00	2.77	0.003868	0.0775
71	5	10.25	1.95	2.80	0.003825	0.0729
72	5	10.22	2.01	2.92	0.003915	0.0753
73	5	10.29	2.03	2.80	0.003882	0.0744
74	5	10.45	1.99	2.84	0.003894	0.0746
75	5	10.12	2.05	2.66	0.003807	0.0743
เฉลี่ย		10.3572	2.0220	2.7964	0.003883	0.0750
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.2515	0.0365	0.0838	0.000064	0.0018



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

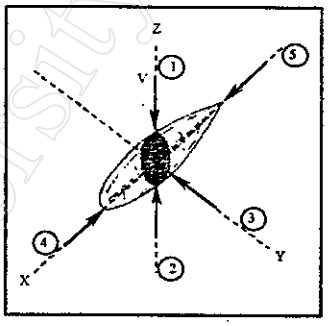
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.4 ขนาดเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g m.	น้ำหนัก กรัม
		X	Y	Z		
76	1	10.83	2.12	2.96	0.004081	0.0788
77	1	11.13	2.17	2.85	0.004098	0.0826
78	1	11.49	2.09	2.97	0.004147	0.0844
79	1	10.80	2.16	2.81	0.004032	0.0818
80	1	10.83	2.17	2.82	0.004047	0.0796
81	2	10.47	2.07	2.88	0.003967	0.0819
82	2	10.39	2.16	2.88	0.004013	0.0791
83	2	10.45	2.16	2.90	0.004030	0.0804
84	2	10.60	2.17	2.81	0.004013	0.0791
85	2	10.98	2.11	2.90	0.004065	0.0791
86	3	11.04	2.09	2.96	0.004088	0.0836
87	3	10.80	2.08	2.90	0.004024	0.0792
88	3	10.34	1.89	2.86	0.003823	0.0695
89	3	10.57	2.03	2.69	0.003865	0.0748
90	3	10.25	2.15	2.85	0.003975	0.0821
91	4	10.47	2.07	2.74	0.003901	0.0781
92	4	10.41	2.07	2.76	0.003903	0.0771
93	4	10.38	2.03	2.64	0.003817	0.0776
94	4	10.48	2.14	2.94	0.004040	0.0814
95	4	10.55	2.08	2.84	0.003965	0.0768
96	5	10.60	2.04	2.73	0.003894	0.0776
97	5	10.52	2.10	2.84	0.003974	0.0765
98	5	10.88	2.07	3.01	0.004077	0.0777
99	5	10.21	2.06	2.90	0.003936	0.0761
100	5	10.40	2.07	2.78	0.003912	0.0759
เฉลี่ย		10.6348	2.0940	2.8488	0.003988	0.0788
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.3052	0.0625	0.0908	0.000088	0.0032



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

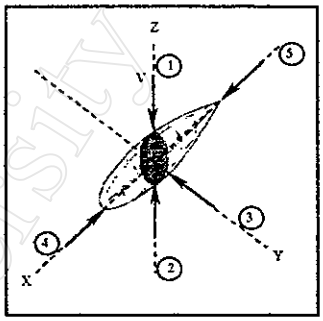
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.5 ขนาดเมล็ดข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.วก.1 (ซาซานิชิกิ)

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g	น้ำหนัก
		X	Y	Z	m.	กรัม
101	1	8.10	2.36	3.49	0.004056	0.0806
102	1	8.11	2.22	3.44	0.003956	0.0784
103	1	8.11	2.31	3.67	0.004097	0.0804
104	1	7.96	2.41	3.48	0.004057	0.0805
105	1	7.63	2.53	3.64	0.004127	0.0830
106	2	7.89	2.57	3.62	0.004187	0.0827
107	2	7.76	2.39	3.55	0.004038	0.0783
108	2	7.80	2.41	3.51	0.004041	0.0790
109	2	8.09	2.42	3.60	0.004131	0.0815
110	2	8.09	2.41	3.53	0.004098	0.0802
111	3	7.76	2.40	3.43	0.003998	0.0811
112	3	7.81	2.38	3.53	0.004033	0.0803
113	3	8.00	2.36	3.42	0.004012	0.0786
114	3	7.83	2.18	3.41	0.003875	0.0738
115	3	7.51	2.35	3.36	0.003900	0.0767
116	4	7.74	2.36	3.56	0.004021	0.0809
117	4	7.78	2.40	3.51	0.004032	0.0797
118	4	7.77	2.41	3.48	0.004024	0.0786
119	4	7.88	2.47	3.58	0.004115	0.0825
120	4	7.85	2.35	3.35	0.003954	0.0791
121	5	7.48	2.40	3.51	0.003979	0.0803
122	5	7.83	2.40	3.39	0.003994	0.0809
123	5	7.74	2.42	3.51	0.004036	0.0789
124	5	7.61	2.38	3.53	0.003999	0.0809
125	5	7.55	2.27	3.50	0.003915	0.0771
เฉลี่ย		7.8272	2.3824	3.5040	0.004027	0.0798
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1873	0.0818	0.0832	0.000075	0.0020



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

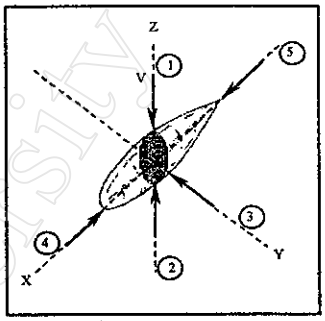
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.6 ขนาดเมล็ดข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.วก.2 (อคิตะ โคมาชิ)

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทดสอบ	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_g	น้ำหนัก
		X	Y	Z	m.	กรัม
126	1	7.96	2.33	3.40	0.003980	0.0802
127	1	7.67	2.31	3.36	0.003905	0.0778
128	1	7.67	2.31	3.29	0.003877	0.0807
129	1	7.82	2.24	3.52	0.003951	0.0756
130	1	7.96	2.34	3.54	0.004040	0.0843
131	2	7.95	2.32	3.42	0.003981	0.0784
132	2	7.64	2.35	3.50	0.003976	0.0773
133	2	7.84	2.32	3.31	0.003919	0.0796
134	2	7.54	2.32	3.33	0.003876	0.0759
135	2	7.78	2.36	3.52	0.004013	0.0776
136	3	7.82	2.32	3.48	0.003982	0.0778
137	3	7.67	2.32	3.50	0.003964	0.0783
138	3	8.09	2.37	3.29	0.003981	0.0794
139	3	7.75	2.25	3.40	0.003899	0.0747
140	3	7.98	2.26	3.09	0.003820	0.0728
141	4	7.74	2.30	3.34	0.003903	0.0769
142	4	7.57	2.26	3.30	0.003836	0.0767
143	4	7.67	2.24	3.45	0.003899	0.0787
144	4	7.72	2.36	3.27	0.003906	0.0808
145	4	7.61	2.26	3.29	0.003839	0.0763
146	5	7.91	2.31	3.44	0.003976	0.0809
147	5	7.59	2.39	3.46	0.003974	0.0787
148	5	7.56	2.26	3.15	0.003776	0.0740
149	5	7.72	2.24	3.28	0.003842	0.0773
150	5	7.63	2.45	3.40	0.003991	0.0776
เฉลี่ย		7.7544	2.3116	3.3732	0.003924	0.0779
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1517	0.0526	0.1154	0.000068	0.0025



$$d_g = \sqrt[3]{h \times w \times l}$$

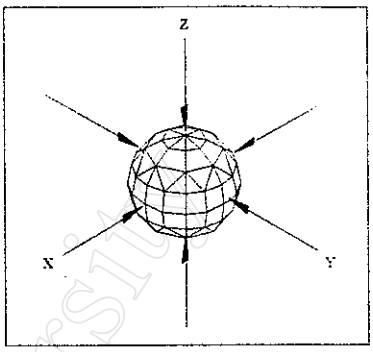
h = ระยะตามแกน X

l = ระยะตามแกน Y

w = ระยะตามแกน Z

ตารางที่ ฉ.7 ขนาดเม็ดพลาสติกทรงกลม

ลำดับที่	ขนาดตามแนวแกน , mm.			d_r	น้ำหนัก
	X	Y	Z	m.	กรัม
151	4.84	4.91	5.04	0.004930	0.2063
152	4.88	4.95	4.93	0.004920	0.2067
153	4.97	4.78	4.95	0.004900	0.2064
154	4.92	4.92	4.95	0.004930	0.2072
155	4.93	4.89	4.88	0.004900	0.2053
เฉลี่ย	4.908	4.89	4.95	0.004916	0.2064
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.049699	0.065192	0.057879	0.000015	0.0007



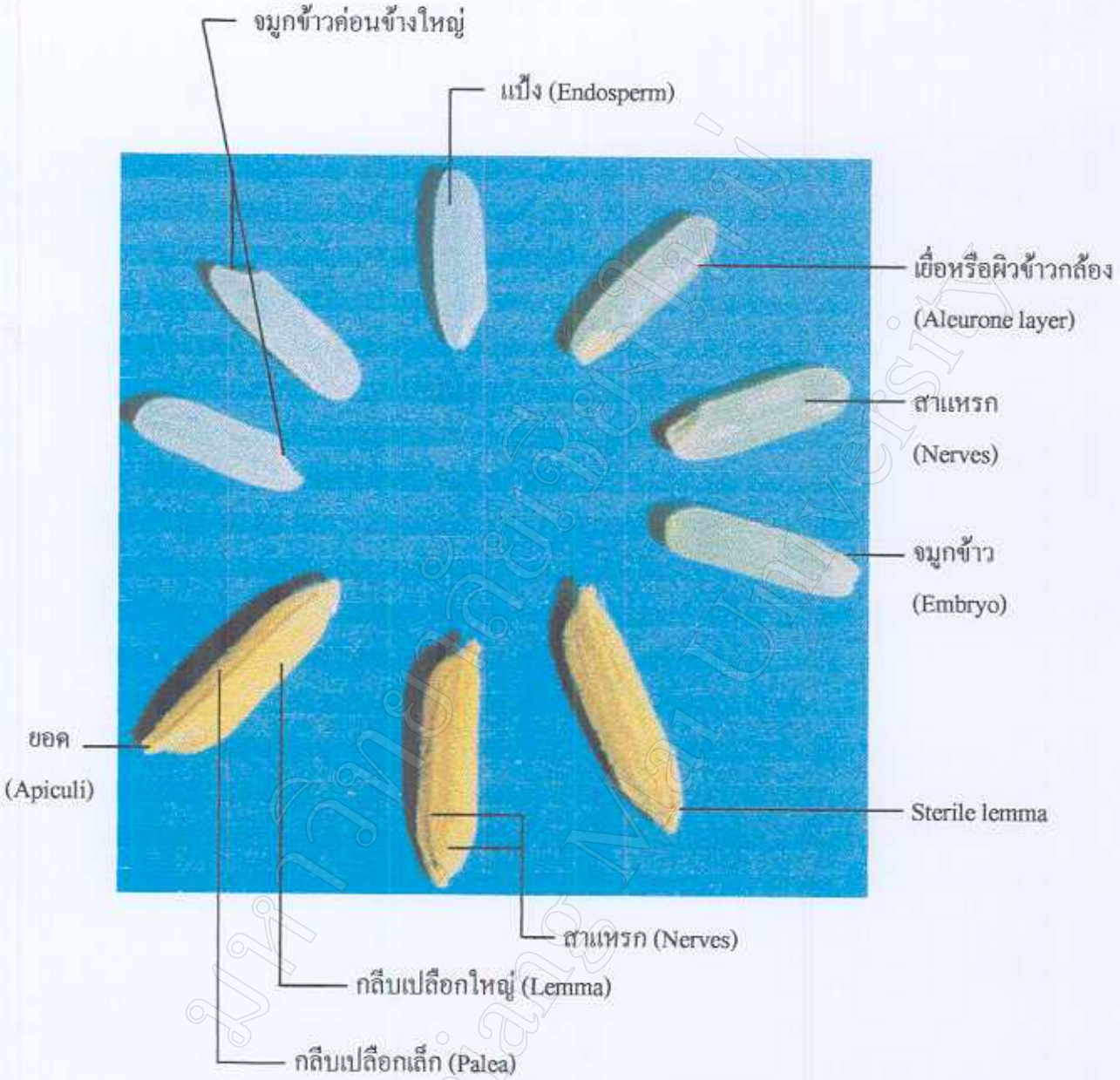
$$d_r = \frac{X \times Y \times Z}{3}$$

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ช

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าว

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ ช.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าว [สถาบันวิจัยข้าว 2526]

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชาญชัย เจริญรื่น
วัน เดือน ปี สถานที่เกิด	8 เมษายน 2516 ระยอง
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ จาก เทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างยนต์ จาก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีการศึกษา 2540

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University