



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศโดยใช้คอมพิวเตอร์
บันทึก

DESIGN OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY MEASUREMENT
DEVICE COMPUTERIZED-DATA SYSTEM

ได้รับจัดสรรงบประมาณวิจัย

ประจำปี 2544

จำนวน 160,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

นายรชฎ เชื้อวิโรจน์

ผู้ร่วมโครงการ

นายสุพจน์ เอียงบุญขร

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

วันที่ 31 ธันวาคม 2547

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(ก)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
อุปกรณ์และวิธีทดลอง	4
การทดสอบ	12
ผลการทดลอง	13
วิจารณ์ผลการทดลอง	43
สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	41

(ก)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติโดยทั่วไปของเทอร์มิสเตอร์ชนิด เอ็นทีซี ที่ใช้กันบ่อยๆ	7
2	แสดงย่านวัดอุณหภูมิของ LM135/LM235/LM335	9
3	แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด และเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ	13
4	แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด และเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ เมื่อปรับแต่งเครื่องอ่านค่า	23
5	แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด และเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ เมื่อปรับแต่งเครื่องอ่านค่าเป็นครั้งสุดท้าย	33

การออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
โดยใช้คอมพิวเตอร์บันทึก

DESIGN OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY
MEASUREMENT DEVICE COMPUTERIZED-DATA SYSTEM

นายรชฎ เชื้อวิโรจน์
RACHATA CHUAVIROJ

นายสุพจน์ เอียงกฤษร
SUPOTE IANGKOOCHORN

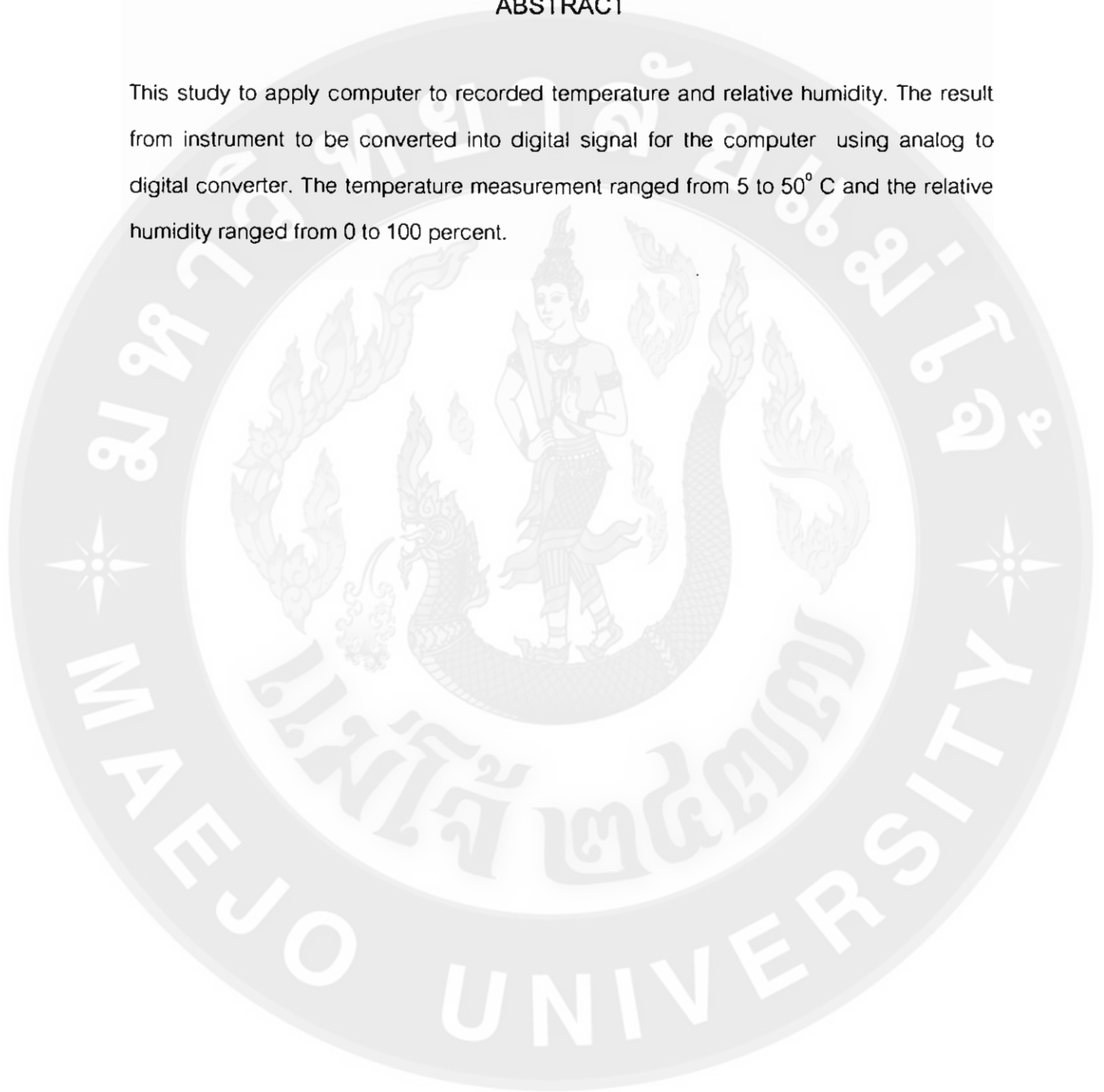
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เพื่อนำเอาคอมพิวเตอร์มาบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แล้วแสดงผลออกมาในรูปแบบข้อมูลต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยอาศัยอุปกรณ์แปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อให้คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลจากเครื่องวัด โดยการวัดอุณหภูมิของอากาศ ระหว่าง 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่าง 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยให้มีความเชื่อมั่นของเครื่องวัดอยู่ในระดับสูง

ABSTRACT

This study to apply computer to recorded temperature and relative humidity. The result from instrument to be converted into digital signal for the computer using analog to digital converter. The temperature measurement ranged from 5 to 50° C and the relative humidity ranged from 0 to 100 percent.



คำนำ

คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญมากทั้งในด้านธุรกิจ การศึกษา งานวิจัย ทาง การแพทย์ และทางด้านการทหาร และทางอุตสาหกรรมแล้ว ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้อย่าง กว้างขวาง ทั้งทางด้านการควบคุมการผลิต การควบคุมอัตโนมัติ การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ ข้อมูล สำหรับทางด้านการเกษตรแล้ว คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้นทุกๆ วัน ส่วน ใหญ่แล้วจะนำมาใช้เพียงเป็นตัวเก็บข้อมูลที่มีผู้ป้อนข้อมูลให้และนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น แต่คอมพิวเตอร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางเกษตรกรรมมากกว่าที่เป็นอยู่ เช่น นำมาใช้ในระบบการควบคุมอัตโนมัติต่างๆ เช่น การคัดขนาดผลผลิตทางการเกษตร การ ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือน การควบคุมการให้น้ำพืชโดยอัตโนมัติ เป็นต้น และยัง สามารถนำมาใช้ในการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อในการ พัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทางเกษตรให้ก้าวหน้าต่อไป เช่น เครื่องวัดที่ใช้กันอยู่ ในปัจจุบันไม่สามารถหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิประจำวันได้ และช่วยลดปัญหาที่เกิดจาก กระบวนการเก็บข้อมูลในปัจจุบัน เช่น การวัดความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้ไฮโครมิเตอร์นั้นต้องทำการ เก็บข้อมูลอยู่บ่อยๆ ข้อมูลต่างๆ เป็นข้อมูลดิบ จะต้องนำไปป้อนลงคอมพิวเตอร์อีกทีเพื่อวิเคราะห์ ข้อมูล เทอร์โมมิเตอร์ต้องหมั่นทำความสะอาดอยู่เสมอ ส่วนเทอร์โมไฮโกรกราฟเหมาะสมเฉพาะ กับบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 25 เท่านั้น การสอบเทียบก็มีให้ทำอยู่บ่อยครั้ง และ ยังต้องมาคอยไขลานนาฬิกาอีกด้วย การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบันทึกอุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งซึ่งไม่เพียงแต่จะช่วยลดปัญหาเหล่านั้นลง ได้แล้ว ยังเป็นการนำคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้วมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า และยังเป็นเตรียมที่จะ ทดลองใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในระบบการควบคุมอัตโนมัติที่คาดว่าจะมีความสำคัญ มากในอนาคตสำหรับภาคเกษตรกรรม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. สตีเวนสันสกรีน (Stevenson screen)
2. แผงวงจรสำหรับเปลี่ยนค่าการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรอสสัญญาณ
3. อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล
4. คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลและแสดงผล

วิธีการทดลอง

เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้ การเลือกใช้เซนเซอร์และการออกแบบวงจรบริดจ์ การเลือกอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล การออกแบบวงจรเรกูเลตและวงจรรอสสัญญาณ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล การสอบเทียบและ การทดสอบการทำงานโดยมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

การเลือกใช้เซนเซอร์และการออกแบบวงจรบริดจ์

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistors)

เทอร์มิสเตอร์ มาจากคำว่า "Thermally sensitive variable resistor" ทำมาจากวัสดุตัวนำที่เหมือนกับเซรามิก อยู่ในรูปของออกไซด์ของแมงกานีส นิกเกิล และโคบอลต์ มีค่าความต้านทานจำเพาะในช่วง 100 ถึง 450,000 โอห์ม-เซนติเมตร ในเบื้องต้นสามารถประยุกต์ใช้งานสองอย่างคือ

1. เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิสำหรับระบบการวัดและควบคุม
2. เป็นอุปกรณ์ตรวจจับกำลังงานไฟฟ้า เพราะอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ จะเป็นฟังก์ชันกับกำลังที่ถูกดูดกลืนโดยอุปกรณ์การวัดกำลังคลื่นความถี่วิทยุ



ภาพที่ 1 เทอร์มิสเตอร์ขนาดต่างๆ

ชนิดของเทอร์มิสเตอร์

โดยปกติเทอร์มิสเตอร์จะแบ่งเป็น 2 ประเภทตามสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่ออุณหภูมิ อันได้แก่

1. ชนิด เอ็นทีซี เทอร์มิสเตอร์ชนิดนี้ผลิตได้โดยการผสมและเจือปนออกไซด์ของโลหะ เช่น นิกเกิล โคบอลต์ แมงกานีส เหล็ก และทองแดง แล้วอัดให้ติดกันเป็นก้อนแข็ง (Sintering dope) กระบวนการนี้ทำให้สำเร็จได้เมื่อมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมในการผลิต เทอร์มิสเตอร์แบบนี้ใช้สำหรับการวัดและควบคุมอุณหภูมิ
2. ชนิด พีทีซี อยู่ในรูปของสวิตชิง พีทีซี ใช้แบเรียมไททาเนตเป็นฐานและเพิ่มตะกั่วหรือเซอร์โคเนียมไททาเนตลงไปปรับความไวในการสับเปลี่ยนอุณหภูมิที่จะวัด ส่วนเทอร์มิสเตอร์แบบ พีทีซี ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิจริงๆ จะใช้ซิลิคอนเป็นธาตุตั้งต้นในการเจือปน เทอร์มิสเตอร์แบบนี้มักจะนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันแรงเคลื่อนหรือกระแสเกินค่าปกติในวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2 แสดงการออกแบบโพรมเตอร์มิสเตอร์แบบต่างๆ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของเทอร์มิสเตอร์ชนิด เอ็นทีซี ที่ใช้กันบ่อยๆ

ตัวแปร	ค่าโดยสรุป
ย่านของอุณหภูมิที่ทำการวัด	-100° C ถึง 450° C (ไม่ได้วัดโดยตัวเดียวกัน)
ความต้านทานที่ 25° C	0.5Ω ถึง 100 MΩ
B	1 kΩ ถึง 10 MΩ เป็นค่าโดยทั่วไป
อุณหภูมิสูงสุด	2000 K ถึง 5500 K
	> 125° C
	300° C เป็นค่าปกติในสภาวะคงที่
	600° C เป็นค่าปกติเมื่อไม่สม่ำเสมอ
ค่าคงที่ในการสูญเสีย, δ	1 mW/K ในอากาศนิ่ง
	8 mW/K ในน้ำมัน
เวลาคงที่ความร้อน	1 มิลลิวินาที ถึง 22 วินาที
การสูญเสียกำลังสูงสุด	1 มิลลิวัตต์ ถึง 1 วัตต์

การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning)

เพราะว่าเทอร์มิสเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานกับอุณหภูมิสูงจึงมีหลายวงจรที่สามารถนำมาใช้งานได้ เช่นวงจรแบ่งแรงเคลื่อน วงจรบริดจ์ เป็นต้น แต่ก็ต้องพิจารณาข้อได้เปรียบของแต่ละแบบเนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นของเทอร์มิสเตอร์ทำให้ยากต่อการวัดค่า จึงต้องแน่ใจว่าการสูญเสียกำลังในเทอร์มิสเตอร์จะไม่เกินขีดจำกัด

ไอซีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ (Integrated – Circuit Temperature Sensors)

ที่ผ่านมาพบว่าเทอร์โมคัปเปิลมีสัญญาณทางด้านเอาต์พุตต่ำมากและมีความเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังต้องมีการชดเชยค่าที่ถูกต้องให้ด้วย ส่วนอาร์ทีดีให้เอาต์พุตเป็นความต้านทานแต่จะมีค่าน้อย และเทอร์มิสเตอร์ก็จะมีความเป็นเชิงเส้นน้อยมาก

มีตัวตรวจวัดอุณหภูมิตัวหนึ่งที่เป็นทางเลือก ได้แก่อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปของโมโนลิธิกไอซี ในที่นี้จะกล่าวถึงเบอร์ต่างๆดังนี้

ไอซีตระกูล 335

ไอซีเบอร์ LM335 เป็นซีเนอร์ไดโอดที่ไวต่ออุณหภูมิ เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนโวลต์กลับให้อยู่ในย่านเบรกดาวน จะทำให้มีความไวทางด้านเอาต์พุตเป็น $10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$ หรือ

$$V_z = \frac{10 \text{ mV}}{^\circ\text{K}} T \quad (1)$$

จากที่พบว่าองศาเคลวินและองศาเซลเซียสมีค่าเหมือนกัน แต่จะมีออฟเซตเป็น 273° นั่นคือ

$$0^\circ \text{C} = 273^\circ \text{K}$$

ดังนั้นเอาต์พุตของ LM335 จึงกลายเป็น

$$V_z = 2.73 \text{ V} + \left(\frac{10 \text{ mV}}{^\circ\text{C}} \right) T \quad (2)$$

กระแสจะต้องจำกัดให้อยู่ที่

$$5 \text{ mA} > I_z > 400 \mu\text{A}$$

ด้วยเหตุนี้จึงเห็นว่าที่กระแสสูงๆ LM335 จะร้อนเนื่องจากกำลังงาน $I_z V_z$ แต่ที่กระแสต่ำกว่า 1 mA จะทำให้ความแม่นยำลดน้อยลง

เพื่อหาค่าของตัวต้านทานที่เหมาะสมที่จะนำมาต่ออนุกรม อันดับแรกต้องหาแรงเคลื่อนตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดที่อุณหภูมิปกติที่ใช้งาน ซึ่งหาได้จาก

$$R_{bias} = \frac{V_{sup ply} - V_{no min al}}{1 \text{ mA}} \quad (3)$$

ต้องจำว่า กระแสไหลดต้องน้อยกว่ากระแสต่ำสุดที่ไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดจริง นั่นคือต้องแน่ใจว่า

$$I_{load} \ll I_{z \text{ min}}$$

$$\frac{V_{max T}}{R_L} \ll \frac{V_{sup ply} - V_{max T}}{R_{bias}} \quad (4)$$

ความเป็นเชิงเส้นของ LM335 มีค่าเท่ากับ $\pm 1^\circ\text{C}$ สิ่งที่ต้องระวังในวงจรนี้คือ ออฟเซต 2.73 โวลต์อาจจะสร้างสัญญาณรบกวนให้กับวงจร จากวงจรด้านบนที่อุณหภูมิ 0°C แรงเคลื่อนทางเอาต์พุตจะมีค่าเป็น 0 โวลต์ไฟกระแสตรง

ตารางที่ 2 แสดงย่านวัตต์อุณหภูมิของ LM135/LM235/LM335

อุปกรณ์	ย่านวัตต์(° C)	การใช้งาน
LM135	-55 ถึง +150	ทางทหาร
LM235	-40 ถึง +125	งานอุตสาหกรรม
LM335	-40 ถึง +100	เชิงธุรกิจ

ไอซีตระกูล 34

เบอร์ LM34 จากบริษัท National Semiconductor ซึ่งไอซีเบอร์ LM34 นี้ให้แรงเคลื่อนเอาต์พุตเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮด์ พบว่า LM34 มีข้อได้เปรียบเหนือตัวเซนเซอร์อุณหภูมิแบบเชิงเส้นที่สอบเทียบกับอุณหภูมิองศาเซลเซียสคือ

1. ไม่ต้องลบค่าคงที่ของแรงเคลื่อนออกจากเอาต์พุตของมัน
2. ไม่ต้องสอบเทียบหรือปรับค่าใดๆจากภายนอก แต่ยังคงให้ค่าความไม่แน่นอนได้ $\pm 1 \frac{1}{2}^{\circ}F$ ที่อุณหภูมิห้องและ $\pm 1 \frac{1}{2}^{\circ}F$ ที่อุณหภูมิ -50 ถึง +300° F
3. อิมพีแดนซ์ทางด้านเอาต์พุตต่ำทำเอาต์พุตเป็นเชิงเส้น และให้ความเที่ยงตรงต่อการสอบเทียบทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อ่านค่าหรือต่อกับวงจรควบคุมได้ดี
4. สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายแบบแหล่งจ่ายปลายเดียว หรือกับแหล่งจ่ายกำลังที่มีขั้วบวกและลบได้อีกด้วย กินกระแสที่ประมาณ 70 mA จากแหล่งจ่าย ความร้อนที่เกิดจากตัวมันเองมีค่าต่ำประมาณ 0.2° F ในอากาศนิ่ง
5. มีย่านใช้งานในช่วง -50 ถึง +300 ° F หากเป็นเบอร์ LM34C จะมีย่านใช้งานจาก -40 ถึง +230° F

LM34 บรรจุในตัวถังแบบ TO-46 แบบทรานซิสเตอร์ ส่วน LM34C บรรจุในตัวถังแบบ TO-92 ซึ่งเป็นแบบทรานซิสเตอร์พลาสติกวงจรใช้งานร่วมกับ LM34 พบว่าเอาต์พุตจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 50 mV ถึง 3.00 V ไฟกรแสดง หากใช้วัดอุณหภูมิจากช่วง +5 ถึง -300° F แต่หากต้องการวัดอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 0° F ต้องจ่ายแหล่งจ่ายลบให้กับตัวไอซี ที่ 300° F จะมีแรงเคลื่อนเอาต์พุตออกมา +3.00 โวลต์ ส่วนที่ -50° F จะจ่ายแรงเคลื่อนออกมา -500 มิลลิโวลต์

ไอซีตระกูล 590/592

ถ้าหากต้องการส่งสัญญาณออกเป็นระยะทางไกลๆ และไม่ต้องการให้สัญญาณกระแสมีผลโดยตัวต้านทานที่อนุกรมในสาย ไอซีตระกูล 590 และ 592 ก็เป็นตัวเลือกที่ดีอีกตัวหนึ่งในตอนนี้จะยกตัวอย่างของบริษัท Analog Device ที่ให้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงเคลื่อน และมีกระแสออกจาก AD590 และ AD592 ดังนี้

$$I_{out} = \left(\frac{1 \mu A}{^{\circ}K} \right) T \quad (5)$$

เมื่อ T อยู่ในหน่วย $^{\circ}K$ หรือ

$$I_{out} = 273 \mu A + \left(\frac{1 \mu A}{^{\circ}K} \right) T \quad (6)$$

เมื่อ T อยู่ในหน่วยองศา C AD590 ให้ความแม่นยำเท่ากับ $+0.5^{\circ}C$ เมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง -55 ถึง $+150^{\circ}C$ หากเปรียบเทียบกันแล้ว AD592 จะมีราคาถูกกว่า AD590 ย่านการใช้งานของมันจะอยู่ในช่วง -25 ถึง $+105^{\circ}C$ แต่มีความแม่นยำเป็น $0.5^{\circ}C$ ที่ $25^{\circ}C$ ความแม่นยำเส้น $0.2^{\circ}C$ ในช่วง 0 ถึง $70^{\circ}C$

การเลือกอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล

อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลมีลักษณะเป็นไอซี เลือกใช้ ไอซีเบอร์ LTC1298 เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 12 บิต สำหรับพีซีที่อยู่ในบอร์ด ET-AD12 และบอร์ด ET-AD12 เป็นบอร์ดที่พร้อมใช้งานได้เลยไม่ต้องต่อวงจรเพิ่มเพียงแต่เสียบบอร์ด ET-AD12 เข้ากับพอร์ตขนานเท่านั้น ทำให้การเชื่อมต่อเป็นไปได้โดยง่าย โดยสามารถเขียนโปรแกรมบนพีซีได้มากมายหลายภาษา เช่น ภาษาปาสคาล ภาษาซี ภาษาเบสิก และภาษาแอสเซมบลี หรือภาษาอื่นๆ ที่มีคำสั่งสนับสนุนการทำงานของพอร์ตได้

คุณสมบัติของบอร์ด ET-AD12

- เวลาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ $60 \mu s$ และอัตราการสุ่ม 11.1 kHz
- รับสัญญาณอนาลอกได้ 2 ช่องสัญญาณ
- ช่วงอนาลอกอินพุต $0 - 5$ โวลต์
- แรงดันป้อน (Power supply) $+9 \text{ VDC}$

การติดตั้งบอร์ด ET-AD12 กับเครื่องคอมพิวเตอร์

การติดตั้งบอร์ด ET-AD12 เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำได้โดยเสียบแผงบอร์ด ET-AD12 เข้ากับพอร์ตนาน ซึ่งมีจุดเชื่อมเป็นแบบ DB25PIN ตัวเมีย โดยนำแผงบอร์ด ET-AD12 ด้านที่เป็นจุดเชื่อมเป็นแบบ DB25PIN ตัวผู้เสียบเข้าไป ส่วนจุดเชื่อมเป็นแบบ DB25PIN ตัวเมียซึ่งอยู่ด้านท้ายของบอร์ด ET-AD12 นั้นเป็นจุดที่ใช้สำหรับต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุตและแหล่งจ่ายไฟภายนอก

การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด ET-AD12 และการแสดงผล

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด ET-AD12 จะใช้ภาษาเบสิก เพราะเป็นภาษาที่ใช้งานง่าย สามารถทำความเข้าใจได้เร็ว และที่สำคัญภาษาเบสิกมีคำสั่งสนับสนุนการทำงานของพอร์ตนานได้ การเขียนโปรแกรมจะเขียนให้บอร์ดรับสัญญาณอนาล็อกจากช่องสัญญาณ CH0 สำหรับการวัดอุณหภูมิก่อน แล้วจึงรับสัญญาณอนาล็อกจาก CH1 สำหรับการวัดความชื้นสัมพัทธ์ สลับกันไปพอแปลงสัญญาณเสร็จก็จะนำค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บันทึกค่าเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แล้วจึงแสดงผลเป็นตัวเลขออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมทำการบันทึก วันที่ เวลา อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาความต้องการของการเก็บข้อมูล พอบันทึกเสร็จแล้วก็ให้กลับไปรับสัญญาณอนาล็อกจาก CH0 และ CH1 ต่อไปเรื่อยๆ จนครบช่วงเวลาความต้องการของการเก็บข้อมูลใหม่ ก็ทำการบันทึกอีกโดยขณะที่อยู่ในช่วงที่ไม่มีกรบันทึกข้อมูลนั้นโปรแกรมก็อาจจะแสดงข้อมูลที่อ่านได้ขณะนั้นออกทางจอคอมพิวเตอร์ด้วย

การสอบเทียบ (Calibration)

การสอบเทียบเป็นขั้นตอนการปรับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากคอมพิวเตอร์เทียบกับอุณหภูมิ เครื่องอ่างน้ำ (Water bath) ให้มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังมีขั้นตอนในการสอบเทียบดังนี้

1. เปิดโปรแกรมและไฟล์ที่เขียนโปรแกรมควบคุมไว้ให้พร้อมใช้งาน
2. ปรับอุณหภูมิเครื่องอ่างน้ำ ให้ได้อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยการเติมน้ำแข็ง

3. นำเทอร์มิสเตอร์ที่ทำกาารพ่นสีป้องกันการลัดวงจรแล้วลงในเครื่องอ้งน้ำที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยให้ช่องสัญญาณ CHO อ่านค่าสัญญาณเทอร์มิสเตอร์ รอจนอุณหภูมิที่อ่านได้จากเครื่องอ้งน้ำคงที่แล้วจึงเริ่มอ่านค่าสัญญาณเทอร์มิสเตอร์ รักษาอุณหภูมิให้คงที่ 1 นาที แล้วหยุดการทำงานของโปรแกรมควบคุม นำค่าสัญญาณที่อ่านได้ทั้งหมดที่อุณหภูมินี้มาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่องสัญญาณ
4. ทำการเพิ่มอุณหภูมิเครื่องอ้งน้ำโดยการหมุนปุ่มปรับอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นครั้งละ 2 องศาเซลเซียส แล้วปฏิบัติตามข้อ 3 จนถึง 50 องศาเซลเซียส
5. เมื่อได้ข้อมูลในช่วง 5 ถึง 50 องศาเซลเซียสแล้วนำค่าที่ได้ทั้งสองไปพล็อตกราฟ จะได้สมการสอบเทียบระหว่างอุณหภูมิเครื่องอ้งน้ำและเทอร์มิสเตอร์

การทดสอบ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่วัดได้มีค่าถูกต้องมากน้อยเพียงไร โดยเทียบกับเทอร์โมไฮโกรกราฟ รายละเอียดการทดสอบมีดังนี้

1. ติดตั้งสตีเวนสันสกรีน (Stevenson screen) ในบริเวณด้านที่เหมาะสม
2. นำเทอร์มิสเตอร์ และ เซนเซอร์วัดความชื้นติดตั้งเข้ากับอุปกรณ์
3. เริ่มโปรแกรมบันทึกข้อมูล โดยให้โปรแกรมให้บันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที
4. เมื่อเก็บข้อมูลครบ 5 วัน นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเทอร์โมไฮโกรกราฟ แล้วปรับแต่งเครื่องใหม่
5. เริ่มโปรแกรมบันทึกข้อมูลใหม่อีกครั้ง โดยให้โปรแกรมให้บันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที
6. เมื่อเก็บข้อมูลครบ 5 วัน นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเทอร์โมไฮโกรกราฟ แล้วปรับแต่งเครื่องอีกเป็นครั้งสุดท้าย
7. เริ่มโปรแกรมบันทึกข้อมูลใหม่อีก โดยให้โปรแกรมให้บันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที

ตารางที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด และเทอร์โมไฮโกรกราฟ

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
2 กันยายน 2547	00:00	24.57	94.43	25.00	95.00
	00:30	24.30	94.68	24.00	97.00
	01:00	24.02	95.58	24.00	98.00
	01:30	23.75	95.83	24.00	98.00
	02:00	23.47	95.93	24.00	98.00
	02:30	23.20	96.58	23.00	98.00
	03:00	22.92	95.68	23.00	98.00
	03:30	22.65	96.53	23.00	98.00
	04:00	22.37	97.08	23.00	98.00
	04:30	22.10	96.69	22.00	99.00
	05:00	21.82	96.73	22.00	99.00
	05:30	21.55	96.88	22.00	99.00
	06:00	21.27	97.38	21.00	99.00
	06:30	21.50	98.88	22.00	100.00
	07:00	21.82	97.43	23.00	99.00
	07:30	22.57	97.38	22.00	98.00
	08:00	23.72	95.50	24.00	97.00
	08:30	25.02	93.57	25.00	95.00
	09:00	26.27	87.84	27.00	89.00
	09:30	27.27	79.53	27.00	81.00
10:00	28.57	77.56	30.00	79.00	
10:30	29.17	74.88	29.00	76.00	
11:00	30.17	69.53	31.00	71.00	
11:30	30.35	69.27	31.00	71.00	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
2 กันยายน 2547				
12:00	31.26	66.27	31.00	68.00
12:30	31.02	64.16	31.00	65.00
13:00	31.67	64.00	32.00	65.00
13:30	31.77	61.62	33.00	63.00
14:00	31.77	55.64	33.00	59.00
14:30	32.07	59.93	33.00	61.00
15:00	30.57	60.92	32.00	62.00
15:30	30.57	62.63	31.00	64.00
16:00	30.37	62.60	31.00	64.00
16:30	29.77	62.61	31.00	64.00
17:00	29.47	65.26	30.00	67.00
17:30	28.57	70.21	30.00	72.00
18:00	27.87	74.17	29.00	76.00
18:30	27.60	78.22	29.00	81.00
19:00	27.32	80.27	28.00	82.00
19:30	27.05	81.24	27.00	83.00
20:00	26.77	82.79	27.00	84.00
20:30	26.50	83.97	27.00	86.00
21:00	26.22	86.27	26.00	88.00
21:30	25.95	86.97	26.00	89.00
22:00	25.67	88.31	26.00	90.00
22:30	25.40	92.76	26.00	94.00
23:00	25.12	93.76	25.00	95.00
23:30	24.85	94.81	25.00	96.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
3 กันยายน 2547	00:00	25.66	86.66	27.00	89.00
	00:30	25.39	87.26	26.00	89.00
	01:00	25.11	86.66	26.00	90.00
	01:30	24.84	86.91	26.00	90.00
	02:00	24.56	87.01	26.00	90.00
	02:30	24.29	87.66	25.00	90.00
	03:00	24.01	86.76	25.00	90.00
	03:30	23.74	87.61	25.00	90.00
	04:00	23.46	88.16	25.00	90.00
	04:30	23.19	87.77	24.00	91.00
	05:00	22.91	87.81	24.00	91.00
	05:30	22.64	87.96	24.00	91.00
	06:00	22.36	88.46	23.00	91.00
	06:30	22.59	89.96	24.00	92.00
	07:00	22.91	88.51	25.00	91.00
	07:30	23.66	88.46	24.00	90.00
	08:00	24.81	86.58	26.00	89.00
	08:30	26.11	84.65	27.00	87.00
	09:00	27.36	78.92	29.00	81.00
	09:30	28.36	70.61	29.00	73.00
	10:00	29.66	68.64	32.00	71.00
	10:30	30.26	65.96	31.00	68.00
	11:00	31.26	60.61	33.00	63.00
	11:30	31.44	60.35	33.00	63.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
3 กันยายน 2547	12:00	32.35	57.35	33.00	60.00
	12:30	32.11	55.24	33.00	57.00
	13:00	32.76	55.08	34.00	57.00
	13:30	32.86	52.70	35.00	55.00
	14:00	32.86	46.72	35.00	51.00
	14:30	33.16	51.01	35.00	53.00
	15:00	31.66	52.00	34.00	54.00
	15:30	31.66	53.71	33.00	56.00
	16:00	31.46	53.68	33.00	56.00
	16:30	30.86	53.69	33.00	56.00
	17:00	30.56	56.34	32.00	59.00
	17:30	29.66	61.29	32.00	64.00
	18:00	28.96	65.25	31.00	68.00
	18:30	28.69	69.30	31.00	73.00
	19:00	28.41	71.35	30.00	74.00
	19:30	28.14	72.32	29.00	75.00
	20:00	27.86	73.87	29.00	76.00
	20:30	27.59	75.05	29.00	78.00
	21:00	27.31	77.35	28.00	80.00
	21:30	27.04	78.05	28.00	81.00
22:00	26.76	79.39	28.00	83.00	
22:30	26.49	82.13	28.00	85.00	
23:00	26.21	82.21	27.00	86.00	
23:30	25.94	83.21	27.00	88.00	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
4 กันยายน 2547	00:00	25.79	85.16	27.00	91.00
	00:30	25.52	87.16	26.00	92.00
	01:00	25.24	88.82	26.00	92.00
	01:30	24.97	89.07	26.00	92.00
	02:00	24.69	89.17	26.00	92.00
	02:30	24.42	89.82	25.00	92.00
	03:00	24.14	88.92	25.00	92.00
	03:30	23.87	89.77	25.00	92.00
	04:00	23.59	90.32	25.00	92.00
	04:30	23.32	89.93	24.00	93.00
	05:00	23.04	89.97	24.00	93.00
	05:30	22.77	90.12	24.00	93.00
	06:00	22.49	90.62	23.00	93.00
	06:30	22.72	92.12	24.00	94.00
	07:00	23.04	90.67	25.00	93.00
	07:30	23.79	90.62	24.00	92.00
	08:00	24.94	88.74	26.00	91.00
	08:30	26.24	86.81	27.00	89.00
	09:00	27.49	81.08	29.00	83.00
	09:30	28.49	72.77	29.00	75.00
10:00	29.79	70.80	32.00	73.00	
10:30	30.39	68.12	31.00	70.00	
11:00	31.39	62.77	33.00	65.00	
11:30	31.57	62.51	33.00	65.00	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)
4 กันยายน 2547	12:00	32.48	59.51	33.00	62.00
	12:30	32.24	57.40	33.00	59.00
	13:00	32.89	57.24	34.00	59.00
	13:30	32.99	54.86	35.00	57.00
	14:00	32.99	48.88	35.00	53.00
	14:30	33.29	53.17	35.00	55.00
	15:00	31.79	54.16	34.00	56.00
	15:30	31.79	55.87	33.00	58.00
	16:00	31.59	55.84	33.00	58.00
	16:30	30.99	55.85	33.00	58.00
	17:00	30.69	58.50	32.00	61.00
	17:30	29.79	63.45	32.00	66.00
	18:00	29.09	67.41	31.00	70.00
	18:30	28.82	71.46	31.00	75.00
	19:00	28.54	73.51	30.00	76.00
	19:30	28.27	74.48	29.00	77.00
	20:00	27.99	76.03	29.00	78.00
	20:30	27.72	77.21	29.00	80.00
	21:00	27.44	79.51	28.00	82.00
	21:30	27.17	80.21	28.00	83.00
22:00	26.89	81.55	28.00	84.00	
22:30	26.62	84.29	28.00	86.00	
23:00	26.34	84.37	27.00	87.00	
23:30	26.07	85.37	27.00	88.00	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
5 กันยายน 2547	00:00	25.61	85.22	27.00	91.00
	00:30	25.34	87.22	26.00	92.00
	01:00	25.06	88.88	26.00	92.00
	01:30	24.79	89.13	26.00	92.00
	02:00	24.51	89.23	26.00	92.00
	02:30	24.24	89.88	25.00	92.00
	03:00	23.96	88.98	25.00	92.00
	03:30	23.69	89.83	25.00	92.00
	04:00	23.41	90.38	25.00	92.00
	04:30	23.14	89.99	24.00	93.00
	05:00	22.86	90.03	24.00	93.00
	05:30	22.59	90.18	24.00	93.00
	06:00	22.31	90.68	23.00	93.00
	06:30	22.54	92.18	24.00	94.00
	07:00	22.86	90.73	25.00	93.00
	07:30	23.61	90.68	24.00	92.00
	08:00	24.76	88.80	26.00	91.00
	08:30	26.06	86.87	27.00	89.00
	09:00	27.31	81.14	29.00	83.00
	09:30	28.31	72.83	29.00	75.00
	10:00	29.61	70.86	32.00	73.00
	10:30	30.21	68.18	31.00	70.00
	11:00	31.21	62.83	33.00	65.00
	11:30	31.39	62.57	33.00	65.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
5 กันยายน 2547	12:00	32.30	59.57	33.00	62.00
	12:30	32.06	57.46	33.00	59.00
	13:00	32.71	57.30	34.00	59.00
	13:30	32.81	54.92	35.00	57.00
	14:00	32.81	48.94	35.00	53.00
	14:30	33.11	53.23	35.00	55.00
	15:00	31.61	54.22	34.00	56.00
	15:30	31.61	55.93	33.00	58.00
	16:00	31.41	55.90	33.00	58.00
	16:30	30.81	55.91	33.00	58.00
	17:00	30.51	58.56	32.00	61.00
	17:30	29.61	63.51	32.00	66.00
	18:00	28.91	67.47	31.00	70.00
	18:30	28.64	71.52	31.00	75.00
	19:00	28.36	73.57	30.00	76.00
	19:30	28.09	74.54	29.00	77.00
	20:00	27.81	76.09	29.00	78.00
	20:30	27.54	77.27	29.00	80.00
	21:00	27.26	79.57	28.00	82.00
	21:30	26.99	80.27	28.00	83.00
	22:00	26.71	81.61	28.00	84.00
	22:30	26.44	86.06	28.00	88.00
	23:00	26.16	87.06	27.00	89.00
	23:30	25.89	88.11	27.00	90.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
6 กันยายน 2547	00:00	25.08	87.49	26.00	93.00
	00:30	24.81	89.49	25.00	94.00
	01:00	24.53	91.15	25.00	94.00
	01:30	24.26	91.40	25.00	94.00
	02:00	23.98	91.50	25.00	94.00
	02:30	23.71	92.15	24.00	94.00
	03:00	23.43	91.25	24.00	94.00
	03:30	23.16	92.10	24.00	94.00
	04:00	22.88	92.65	24.00	94.00
	04:30	22.61	92.26	23.00	95.00
	05:00	22.33	92.30	23.00	95.00
	05:30	22.06	92.45	23.00	95.00
	06:00	21.78	92.95	22.00	95.00
	06:30	22.01	94.45	23.00	96.00
	07:00	22.33	93.00	24.00	95.00
	07:30	23.08	92.95	23.00	94.00
	08:00	24.23	91.07	25.00	93.00
	08:30	25.53	89.14	26.00	91.00
	09:00	26.78	83.41	28.00	85.00
	09:30	27.78	75.10	28.00	77.00
10:00	29.08	73.13	31.00	75.00	
10:30	29.68	70.45	30.00	72.00	
11:00	30.68	65.10	32.00	67.00	
11:30	30.86	64.84	32.00	67.00	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
6 กันยายน 2547	12:00	31.77	61.84	32.00	64.00
	12:30	31.53	59.73	32.00	61.00
	13:00	32.18	59.57	33.00	61.00
	13:30	32.28	57.19	34.00	59.00
	14:00	32.28	51.21	34.00	55.00
	14:30	32.58	55.50	34.00	57.00
	15:00	31.08	56.49	33.00	58.00
	15:30	31.08	58.20	32.00	60.00
	16:00	30.88	58.17	32.00	60.00
	16:30	30.28	58.18	32.00	60.00
	17:00	29.98	60.83	31.00	63.00
	17:30	29.08	65.78	31.00	68.00
	18:00	28.38	69.74	30.00	72.00
	18:30	28.11	73.79	30.00	77.00
	19:00	27.83	75.84	29.00	78.00
	19:30	27.56	76.81	28.00	79.00
	20:00	27.28	78.36	28.00	80.00
	20:30	27.01	79.54	28.00	82.00
	21:00	26.73	81.84	27.00	84.00
	21:30	26.46	82.54	27.00	85.00
	22:00	26.18	83.88	27.00	86.00
	22:30	25.91	88.33	27.00	90.00
	23:00	25.63	89.33	26.00	91.00
	23:30	25.36	90.38	26.00	92.00

ตารางที่ 4 แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด
และเทอร์โมไฮโกรกราฟ เมื่อปรับแต่งเครื่องอ่านค่า

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
18 กันยายน 2547	00:00	24.85	90.28	26.00	93.00
	00:30	24.58	90.53	25.00	94.00
	01:00	24.30	91.43	25.00	94.00
	01:30	24.03	91.68	25.00	94.00
	02:00	23.75	91.78	25.00	94.00
	02:30	23.48	92.43	24.00	94.00
	03:00	23.20	91.53	24.00	94.00
	03:30	22.93	92.38	24.00	94.00
	04:00	22.65	92.93	24.00	94.00
	04:30	22.38	92.54	23.00	95.00
	05:00	22.10	92.58	23.00	95.00
	05:30	21.83	92.73	23.00	95.00
	06:00	21.55	93.23	22.00	95.00
	06:30	21.78	94.73	23.00	96.00
	07:00	22.10	93.28	24.00	95.00
	07:30	22.85	93.23	23.00	94.00
	08:00	24.00	91.35	25.00	93.00
	08:30	25.30	89.42	26.00	91.00
	09:00	26.55	83.69	28.00	85.00
	09:30	27.55	75.38	28.00	77.00
	10:00	28.85	73.41	31.00	75.00
	10:30	29.45	70.73	30.00	72.00
	11:00	30.45	65.38	32.00	67.00
	11:30	30.63	65.12	32.00	67.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
18 กันยายน 2547	12:00	31.54	62.12	32.00	64.00
	12:30	31.30	60.01	32.00	61.00
	13:00	31.95	59.85	33.00	61.00
	13:30	32.05	57.47	34.00	59.00
	14:00	32.05	51.49	34.00	55.00
	14:30	32.35	55.78	34.00	57.00
	15:00	30.85	56.77	33.00	58.00
	15:30	30.85	58.48	32.00	60.00
	16:00	30.65	58.45	32.00	60.00
	16:30	30.05	58.46	32.00	60.00
	17:00	29.75	61.11	31.00	63.00
	17:30	28.85	66.06	31.00	68.00
	18:00	28.15	70.02	30.00	72.00
	18:30	27.88	74.07	30.00	77.00
	19:00	27.60	76.12	29.00	78.00
	19:30	27.33	77.09	28.00	79.00
	20:00	27.05	78.64	28.00	80.00
	20:30	26.78	79.82	28.00	82.00
	21:00	26.50	82.12	27.00	84.00
	21:30	26.23	82.82	27.00	85.00
	22:00	25.95	84.16	27.00	86.00
	22:30	25.68	88.61	27.00	90.00
	23:00	25.40	89.61	26.00	91.00
	23:30	25.13	90.66	26.00	92.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ท)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ท)	ความชื้น (%)
19 กันยายน 2547	00:00	24.70	90.56	26.00	93.00
	00:30	24.43	90.81	25.00	94.00
	01:00	24.15	91.71	25.00	94.00
	01:30	23.88	91.96	25.00	94.00
	02:00	23.60	92.06	25.00	94.00
	02:30	23.33	92.71	24.00	94.00
	03:00	23.05	91.81	24.00	94.00
	03:30	22.78	92.66	24.00	94.00
	04:00	22.50	93.21	24.00	94.00
	04:30	22.23	92.82	23.00	95.00
	05:00	21.95	92.86	23.00	95.00
	05:30	21.68	93.01	23.00	95.00
	06:00	21.40	93.51	22.00	95.00
	06:30	21.63	95.01	23.00	96.00
	07:00	21.95	93.56	24.00	95.00
	07:30	22.70	93.51	23.00	94.00
	08:00	23.85	91.63	25.00	93.00
	08:30	25.15	89.70	26.00	91.00
	09:00	26.40	83.97	28.00	85.00
	09:30	27.40	75.66	28.00	77.00
10:00	28.70	73.69	31.00	75.00	
10:30	29.30	71.01	30.00	72.00	
11:00	30.30	65.66	32.00	67.00	
11:30	30.48	65.40	32.00	67.00	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
19 กันยายน 2547	12:00	31.39	62.40	32.00	64.00
	12:30	31.15	60.29	32.00	61.00
	13:00	31.80	60.13	33.00	61.00
	13:30	31.90	57.75	34.00	59.00
	14:00	31.90	51.77	34.00	55.00
	14:30	32.20	56.06	34.00	57.00
	15:00	30.70	57.05	33.00	58.00
	15:30	30.70	58.76	32.00	60.00
	16:00	30.50	58.73	32.00	60.00
	16:30	29.90	58.74	32.00	60.00
	17:00	29.60	61.39	31.00	63.00
	17:30	28.70	66.34	31.00	68.00
	18:00	28.00	70.30	30.00	72.00
	18:30	27.73	74.35	30.00	77.00
	19:00	27.45	76.40	29.00	78.00
	19:30	27.18	77.37	28.00	79.00
	20:00	26.90	78.92	28.00	80.00
	20:30	26.63	80.10	28.00	82.00
	21:00	26.35	82.40	27.00	84.00
	21:30	26.08	83.10	27.00	85.00
	22:00	25.80	84.44	27.00	86.00
	22:30	25.53	88.89	27.00	90.00
	23:00	25.25	89.89	26.00	91.00
	23:30	24.98	90.94	26.00	92.00

27 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
20 กันยายน 2547	00:00	24.95	91.16	26.00	94.00
	00:30	24.68	91.41	25.00	95.00
	01:00	24.40	92.31	25.00	95.00
	01:30	24.13	92.56	25.00	95.00
	02:00	23.85	92.66	25.00	95.00
	02:30	23.58	93.31	24.00	95.00
	03:00	23.30	92.41	24.00	95.00
	03:30	23.03	93.26	24.00	95.00
	04:00	22.75	93.81	24.00	95.00
	04:30	22.48	93.42	23.00	96.00
	05:00	22.20	93.46	23.00	96.00
	05:30	21.93	93.61	23.00	96.00
	06:00	21.65	94.11	22.00	96.00
	06:30	21.88	95.61	23.00	97.00
	07:00	22.20	94.16	24.00	96.00
	07:30	22.95	94.11	23.00	95.00
	08:00	24.10	92.23	25.00	94.00
	08:30	25.40	90.30	26.00	92.00
	09:00	26.65	84.57	28.00	86.00
	09:30	27.65	76.26	28.00	78.00
	10:00	28.95	74.29	31.00	76.00
	10:30	29.55	71.61	30.00	73.00
	11:00	30.55	66.26	32.00	68.00
	11:30	30.73	66.00	32.00	68.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (๗)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (๗)	ความชื้น (%)
20 กันยายน 2547	12:00	31.64	63.00	32.00	65.00
	12:30	31.40	60.89	32.00	62.00
	13:00	32.05	60.73	33.00	62.00
	13:30	32.15	58.35	34.00	60.00
	14:00	32.15	52.37	34.00	56.00
	14:30	32.45	56.66	34.00	58.00
	15:00	30.95	57.65	33.00	59.00
	15:30	30.95	59.36	32.00	61.00
	16:00	30.75	59.33	32.00	61.00
	16:30	30.15	59.34	32.00	61.00
	17:00	29.85	61.99	31.00	64.00
	17:30	28.95	66.94	31.00	69.00
	18:00	28.25	70.90	30.00	73.00
	18:30	27.98	74.95	30.00	78.00
	19:00	27.70	77.00	29.00	79.00
	19:30	27.43	77.97	28.00	80.00
	20:00	27.15	79.52	28.00	81.00
	20:30	26.88	80.70	28.00	83.00
	21:00	26.60	83.00	27.00	85.00
	21:30	26.33	83.70	27.00	86.00
	22:00	26.05	85.04	27.00	87.00
	22:30	25.78	89.49	27.00	91.00
	23:00	25.50	90.49	26.00	92.00
	23:30	25.23	91.54	26.00	93.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์มิโมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
21 กันยายน 2547	00:00	24.42	93.43	25.00	94.00
	00:30	24.15	93.68	24.00	96.00
	01:00	23.87	94.58	24.00	97.00
	01:30	23.60	94.83	24.00	97.00
	02:00	23.32	94.93	24.00	97.00
	02:30	23.05	95.58	23.00	97.00
	03:00	22.77	94.68	23.00	97.00
	03:30	22.50	95.53	23.00	97.00
	04:00	22.22	96.08	23.00	97.00
	04:30	21.95	95.69	22.00	98.00
	05:00	21.67	95.73	22.00	98.00
	05:30	21.40	95.88	22.00	98.00
	06:00	21.12	96.38	21.00	98.00
	06:30	21.35	97.88	22.00	99.00
	07:00	21.67	96.43	23.00	98.00
	07:30	22.42	96.38	22.00	97.00
	08:00	23.57	94.50	24.00	96.00
	08:30	24.87	92.57	25.00	94.00
	09:00	26.12	86.84	27.00	88.00
	09:30	27.12	78.53	27.00	80.00
	10:00	28.42	76.56	30.00	78.00
	10:30	29.02	73.88	29.00	75.00
	11:00	30.02	68.53	31.00	70.00
	11:30	30.20	68.27	31.00	70.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
21 กันยายน 2547				
12:00	31.11	65.27	31.00	67.00
12:30	30.87	63.16	31.00	64.00
13:00	31.52	63.00	32.00	64.00
13:30	31.62	60.62	33.00	62.00
14:00	31.62	54.64	33.00	58.00
14:30	31.92	58.93	33.00	60.00
15:00	30.42	59.92	32.00	61.00
15:30	30.42	61.63	31.00	63.00
16:00	30.22	61.60	31.00	63.00
16:30	29.62	61.61	31.00	63.00
17:00	29.32	64.26	30.00	66.00
17:30	28.42	69.21	30.00	71.00
18:00	27.72	73.17	29.00	75.00
18:30	27.45	77.22	29.00	80.00
19:00	27.17	79.27	28.00	81.00
19:30	26.90	80.24	27.00	82.00
20:00	26.62	81.79	27.00	83.00
20:30	26.35	82.97	27.00	85.00
21:00	26.07	85.27	26.00	87.00
21:30	25.80	85.97	26.00	88.00
22:00	25.52	87.31	26.00	89.00
22:30	25.25	91.76	26.00	93.00
23:00	24.97	92.76	25.00	94.00
23:30	24.70	93.81	25.00	95.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์มิไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
22 กันยายน 2547	00:00	24.57	94.43	25.00	95.00
	00:30	24.30	94.68	24.00	97.00
	01:00	24.02	95.58	24.00	98.00
	01:30	23.75	95.83	24.00	98.00
	02:00	23.47	95.93	24.00	98.00
	02:30	23.20	96.58	23.00	98.00
	03:00	22.92	95.68	23.00	98.00
	03:30	22.65	96.53	23.00	98.00
	04:00	22.37	97.08	23.00	98.00
	04:30	22.10	96.69	22.00	99.00
	05:00	21.82	96.73	22.00	99.00
	05:30	21.55	96.88	22.00	99.00
	06:00	21.27	97.38	21.00	99.00
	06:30	21.50	98.88	22.00	100.00
	07:00	21.82	97.43	23.00	99.00
	07:30	22.57	97.38	22.00	98.00
	08:00	23.72	95.50	24.00	97.00
	08:30	25.02	93.57	25.00	95.00
	09:00	26.27	87.84	27.00	89.00
	09:30	27.27	79.53	27.00	81.00
	10:00	28.57	77.56	30.00	79.00
	10:30	29.17	74.88	29.00	76.00
	11:00	30.17	69.53	31.00	71.00
	11:30	30.35	69.27	31.00	71.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
22 กันยายน 2547	12:00	31.26	66.27	31.00	68.00
	12:30	31.02	64.16	31.00	65.00
	13:00	31.67	64.00	32.00	65.00
	13:30	31.77	61.62	33.00	63.00
	14:00	31.77	55.64	33.00	59.00
	14:30	32.07	59.93	33.00	61.00
	15:00	30.57	60.92	32.00	62.00
	15:30	30.57	62.63	31.00	64.00
	16:00	30.37	62.60	31.00	64.00
	16:30	29.77	62.61	31.00	64.00
	17:00	29.47	65.26	30.00	67.00
	17:30	28.57	70.21	30.00	72.00
	18:00	27.87	74.17	29.00	76.00
	18:30	27.60	78.22	29.00	81.00
	19:00	27.32	80.27	28.00	82.00
	19:30	27.05	81.24	27.00	83.00
	20:00	26.77	82.79	27.00	84.00
	20:30	26.50	83.97	27.00	86.00
	21:00	26.22	86.27	26.00	88.00
	21:30	25.95	86.97	26.00	89.00
22:00	25.67	88.31	26.00	90.00	
22:30	25.40	92.76	26.00	94.00	
23:00	25.12	93.76	25.00	95.00	
23:30	24.85	94.81	25.00	96.00	

ตารางที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น เปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัด
และเทอร์โมไฮโกรกราฟ เมื่อปรับแต่งเครื่องอ่านค่าเป็นครั้งสุดท้าย

เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
1 ตุลาคม 2547				
00:00	24.07	93.93	24.00	93.00
00:30	23.80	94.18	23.00	95.00
01:00	23.52	95.08	23.00	96.00
01:30	23.25	95.33	23.00	96.00
02:00	22.97	95.43	23.00	96.00
02:30	22.70	96.08	22.00	96.00
03:00	22.42	95.18	22.00	96.00
03:30	22.15	96.03	22.00	96.00
04:00	21.87	96.58	22.00	96.00
04:30	21.60	96.19	21.00	97.00
05:00	21.32	96.23	21.00	97.00
05:30	21.05	96.38	21.00	97.00
06:00	20.77	96.88	20.00	97.00
06:30	21.00	98.38	21.00	98.00
07:00	21.32	96.93	22.00	97.00
07:30	22.07	96.88	21.00	96.00
08:00	23.22	95.00	23.00	95.00
08:30	24.52	93.07	24.00	93.00
09:00	25.77	87.34	26.00	87.00
09:30	26.77	79.03	26.00	79.00
10:00	28.07	77.06	29.00	77.00
10:30	28.67	74.38	28.00	74.00
11:00	29.67	69.03	30.00	69.00
11:30	29.85	68.77	30.00	69.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
1 ตุลาคม 2547	12:00	30.76	65.77	30.00	66.00
	12:30	30.52	63.66	30.00	63.00
	13:00	31.17	63.50	31.00	63.00
	13:30	31.27	61.12	32.00	61.00
	14:00	31.27	55.14	32.00	57.00
	14:30	31.57	59.43	32.00	59.00
	15:00	30.07	60.42	31.00	60.00
	15:30	30.07	62.13	30.00	62.00
	16:00	29.87	62.10	30.00	62.00
	16:30	29.27	62.11	30.00	62.00
	17:00	28.97	64.76	29.00	65.00
	17:30	28.07	69.71	29.00	70.00
	18:00	27.37	73.67	28.00	74.00
	18:30	27.10	77.72	28.00	79.00
	19:00	26.82	79.77	27.00	80.00
	19:30	26.55	80.74	26.00	81.00
	20:00	26.27	82.29	26.00	82.00
	20:30	26.00	83.47	26.00	84.00
	21:00	25.72	85.77	25.00	86.00
	21:30	25.45	86.47	25.00	87.00
	22:00	25.17	87.81	25.00	88.00
	22:30	24.90	92.26	25.00	92.00
	23:00	24.62	93.26	24.00	93.00
	23:30	24.35	94.31	24.00	94.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
2 ตุลาคม 2547				
00:00	23.57	93.43	24.00	94.00
00:30	23.30	93.68	23.00	95.00
01:00	23.02	94.58	23.00	96.00
01:30	22.75	94.83	23.00	96.00
02:00	22.47	94.93	23.00	96.00
02:30	22.20	95.58	22.00	96.00
03:00	21.92	94.68	22.00	96.00
03:30	21.65	95.53	22.00	96.00
04:00	21.37	96.08	22.00	96.00
04:30	21.10	95.69	21.00	97.00
05:00	20.82	95.73	21.00	97.00
05:30	20.55	95.88	21.00	97.00
06:00	20.27	96.38	20.00	97.00
06:30	20.50	97.88	21.00	98.00
07:00	20.82	96.43	22.00	97.00
07:30	21.57	96.38	21.00	96.00
08:00	22.72	94.50	23.00	95.00
08:30	24.02	92.57	24.00	93.00
09:00	25.27	86.84	26.00	87.00
09:30	26.27	78.53	26.00	79.00
10:00	27.57	76.56	29.00	77.00
10:30	28.17	73.88	28.00	74.00
11:00	29.17	68.53	30.00	69.00
11:30	29.35	68.27	30.00	69.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
2 ตุลาคม 2547	12:00	30.26	65.27	30.00	66.00
	12:30	30.02	63.16	30.00	63.00
	13:00	30.67	63.00	31.00	63.00
	13:30	30.77	60.62	32.00	61.00
	14:00	30.77	54.64	32.00	57.00
	14:30	31.07	58.93	32.00	59.00
	15:00	29.57	59.92	31.00	60.00
	15:30	29.57	61.63	30.00	62.00
	16:00	29.37	61.60	30.00	62.00
	16:30	28.77	61.61	30.00	62.00
	17:00	28.47	64.26	29.00	65.00
	17:30	27.57	69.21	29.00	70.00
	18:00	26.87	73.17	28.00	74.00
	18:30	26.60	77.22	28.00	79.00
	19:00	26.32	79.27	27.00	80.00
	19:30	26.05	80.24	26.00	81.00
	20:00	25.77	81.79	26.00	82.00
	20:30	25.50	82.97	26.00	84.00
	21:00	25.22	85.27	25.00	86.00
	21:30	24.95	85.97	25.00	87.00
	22:00	24.67	87.31	25.00	88.00
	22:30	24.40	91.76	25.00	92.00
	23:00	24.12	92.76	24.00	93.00
	23:30	23.85	93.81	24.00	94.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
3 ตุลาคม 2547	00:00	23.57	93.43	24.00	94.00
	00:30	23.30	93.68	23.00	95.00
	01:00	23.02	94.58	23.00	96.00
	01:30	22.75	94.83	23.00	96.00
	02:00	22.47	94.93	23.00	96.00
	02:30	22.20	95.58	22.00	96.00
	03:00	21.92	94.68	22.00	96.00
	03:30	21.65	95.53	22.00	96.00
	04:00	21.37	96.08	22.00	96.00
	04:30	21.10	95.69	21.00	97.00
	05:00	20.82	95.73	21.00	97.00
	05:30	20.55	95.88	21.00	97.00
	06:00	20.27	96.38	20.00	97.00
	06:30	20.50	97.88	21.00	98.00
	07:00	20.82	96.43	22.00	97.00
	07:30	21.57	96.38	21.00	96.00
	08:00	22.72	94.50	23.00	95.00
	08:30	24.02	92.57	24.00	93.00
	09:00	25.27	86.84	26.00	87.00
	09:30	26.27	78.53	26.00	79.00
	10:00	27.57	76.56	29.00	77.00
	10:30	28.17	73.88	28.00	74.00
	11:00	29.17	68.53	30.00	69.00
	11:30	29.35	68.27	30.00	69.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
3 ตุลาคม 2547	12:00	30.26	65.27	30.00	66.00
	12:30	30.02	63.16	30.00	63.00
	13:00	30.67	63.00	31.00	63.00
	13:30	30.77	60.62	32.00	61.00
	14:00	30.77	54.64	32.00	57.00
	14:30	31.07	58.93	32.00	59.00
	15:00	29.57	59.92	31.00	60.00
	15:30	29.57	61.63	30.00	62.00
	16:00	29.37	61.60	30.00	62.00
	16:30	28.77	61.61	30.00	62.00
	17:00	28.47	64.26	29.00	65.00
	17:30	27.57	69.21	29.00	70.00
	18:00	26.87	73.17	28.00	74.00
	18:30	26.60	77.22	28.00	79.00
	19:00	26.32	79.27	27.00	80.00
	19:30	26.05	80.24	26.00	81.00
	20:00	25.77	81.79	26.00	82.00
	20:30	25.50	82.97	26.00	84.00
	21:00	25.22	85.27	25.00	86.00
	21:30	24.95	85.97	25.00	87.00
	22:00	24.67	87.31	25.00	88.00
	22:30	24.40	91.76	25.00	92.00
	23:00	24.12	92.76	24.00	93.00
	23:30	23.85	93.81	24.00	94.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
4 ตุลาคม 2547	00:00	23.07	92.93	23.00	94.00
	00:30	22.80	93.18	22.00	95.00
	01:00	22.52	94.08	22.00	96.00
	01:30	22.25	94.33	22.00	96.00
	02:00	21.97	94.43	22.00	96.00
	02:30	21.70	95.08	21.00	96.00
	03:00	21.42	94.18	21.00	96.00
	03:30	21.15	95.03	21.00	96.00
	04:00	20.87	95.58	21.00	96.00
	04:30	20.60	95.19	20.00	97.00
	05:00	20.32	95.23	20.00	97.00
	05:30	20.05	95.38	20.00	97.00
	06:00	19.77	95.88	19.00	97.00
	06:30	20.00	97.38	20.00	98.00
	07:00	20.32	95.93	21.00	97.00
	07:30	21.07	95.88	20.00	96.00
	08:00	22.22	94.00	22.00	95.00
	08:30	23.52	92.07	23.00	93.00
	09:00	24.77	86.34	25.00	87.00
	09:30	25.77	78.03	25.00	79.00
	10:00	27.07	76.06	28.00	77.00
	10:30	27.67	73.38	27.00	74.00
	11:00	28.67	68.03	29.00	69.00
	11:30	28.85	67.77	29.00	69.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
4 ตุลาคม 2547	12:00	29.76	64.77	29.00	66.00
	12:30	29.52	62.66	29.00	63.00
	13:00	30.17	62.50	30.00	63.00
	13:30	30.27	60.12	31.00	61.00
	14:00	30.27	54.14	31.00	57.00
	14:30	30.57	58.43	31.00	59.00
	15:00	29.07	59.42	30.00	60.00
	15:30	29.07	61.13	29.00	62.00
	16:00	28.87	61.10	29.00	62.00
	16:30	28.27	61.11	29.00	62.00
	17:00	27.97	63.76	28.00	65.00
	17:30	27.07	68.71	28.00	70.00
	18:00	26.37	72.67	27.00	74.00
	18:30	26.10	76.72	27.00	79.00
	19:00	25.82	78.77	26.00	80.00
	19:30	25.55	79.74	25.00	81.00
	20:00	25.27	81.29	25.00	82.00
	20:30	25.00	82.47	25.00	84.00
	21:00	24.72	84.77	24.00	86.00
	21:30	24.45	85.47	24.00	87.00
	22:00	24.17	86.81	24.00	88.00
	22:30	23.90	91.26	24.00	92.00
	23:00	23.62	92.26	23.00	93.00
	23:30	23.35	93.31	23.00	94.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (๓)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (๓)	ความชื้น (%)
5 ตุลาคม 2547	00:00	22.77	92.73	23.00	94.00
	00:30	22.50	92.98	22.00	95.00
	01:00	22.22	93.88	22.00	96.00
	01:30	21.95	94.13	22.00	96.00
	02:00	21.67	94.23	22.00	96.00
	02:30	21.40	94.88	21.00	96.00
	03:00	21.12	93.98	21.00	96.00
	03:30	20.85	94.83	21.00	96.00
	04:00	20.57	95.38	21.00	96.00
	04:30	20.30	94.99	20.00	97.00
	05:00	20.02	95.03	20.00	97.00
	05:30	19.75	95.18	20.00	97.00
	06:00	19.47	95.68	19.00	97.00
	06:30	19.70	97.18	20.00	98.00
	07:00	20.02	95.73	21.00	97.00
	07:30	20.77	95.68	20.00	96.00
	08:00	21.92	93.80	22.00	95.00
	08:30	23.22	91.87	23.00	93.00
	09:00	24.47	86.14	25.00	87.00
	09:30	25.47	77.83	25.00	79.00
	10:00	26.77	75.86	28.00	77.00
	10:30	27.37	73.18	27.00	74.00
	11:00	28.37	67.83	29.00	69.00
	11:30	28.55	67.57	29.00	69.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	เวลา	ข้อมูลเครื่องวัด		ข้อมูลเทอร์โมไฮโกรกราฟ	
		อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ซ)	ความชื้น (%)
5 ตุลาคม 2547	12:00	29.46	64.57	29.00	66.00
	12:30	29.22	62.46	29.00	63.00
	13:00	29.87	62.30	30.00	63.00
	13:30	29.97	59.92	31.00	61.00
	14:00	29.97	53.94	31.00	57.00
	14:30	30.27	58.23	31.00	59.00
	15:00	28.77	59.22	30.00	60.00
	15:30	28.77	60.93	29.00	62.00
	16:00	28.57	60.90	29.00	62.00
	16:30	27.97	60.91	29.00	62.00
	17:00	27.67	63.56	28.00	65.00
	17:30	26.77	68.51	28.00	70.00
	18:00	26.07	72.47	27.00	74.00
	18:30	25.80	76.52	27.00	79.00
	19:00	25.52	78.57	26.00	80.00
	19:30	25.25	79.54	25.00	81.00
	20:00	24.97	81.09	25.00	82.00
	20:30	24.70	82.27	25.00	84.00
	21:00	24.42	84.57	24.00	86.00
	21:30	24.15	85.27	24.00	87.00
	22:00	23.87	86.61	24.00	88.00
	22:30	23.60	91.06	24.00	92.00
	23:00	23.32	92.06	23.00	93.00
	23:30	23.05	93.11	23.00	94.00

วิจารณ์ผลการทดลอง

ศึกษาการออกแบบวงจรสำหรับเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศและบันทึกข้อมูลพบว่าข้อมูลจากการบันทึก 5 วันแรกในตารางที่ 1 มีความแตกต่างจากข้อมูลที่บันทึกจากเทอร์โมไฮโกรกราฟ โดยผลมาจากการปรับค่าในห้องทดลองใช้เวลาน้อย ดังนั้นเมื่อปรับค่าบางตัวของเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศและบันทึกข้อมูล แล้วนำไปบันทึกข้อมูลอีก 5 วัน ในตารางที่ 2 มีความแตกต่างจากข้อมูลที่บันทึกจากเทอร์โมไฮโกรกราฟลดลง จึงนำเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศและบันทึกข้อมูล มาปรับแต่งอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปบันทึกข้อมูล อีก 5 วัน ข้อมูลจะมีความแตกต่างน้อยลงมาก จากตารางที่ 3

สรุปผลทดลอง

การนำคอมพิวเตอร์ประยุกต์ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยบันทึกข้อมูล มีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

1. ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความเชื่อมั่น
2. สามารถใช้เป็นเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้

ปัญหาที่พบการเชื่อมสัญญาณระหว่างเครื่องวัดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ บางครั้งสัญญาณจะไม่สามารถต่อเชื่อมกันระหว่างบันทึกข้อมูล ซึ่งสามารถแก้ไขได้ทางเทคนิค

เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัฒน์ ลิ้มพจรจิตรวิไล. 2541. PT-30 บอร์ดฝึกหัดและการทดลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนานสำหรับนักทดลอง. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. 15(187): 153-156.
- ฐิรพงษ์ นามแดง. 2541. PT-30 บอร์ดฝึกหัดและการทดลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนานสำหรับนักทดลอง. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. 15(187): 146-152.
- ดวงพร นพคุณ. 2536. ภูมิอากาศวิทยา. บริษัท พัฒนกิจการพิมพ์และกระดาษ : กรุงเทพฯ.
- ปิยเทพ วิริยะเขตต์. 2541. ระบบการวัดทางไฟฟ้า. วิศวกรรมสาร มก. 11(33): 16-19.
- พูลพงษ์ บุญพรานหมณ์. 2537. คอมพิวเตอร์ช่วยงานอุตสาหกรรม. ครั้งที่ 3. ที.พี. พรินท์ : กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ สุรฤกษ์. 2538. ภูมิศาสตร์การเกษตรเชิงวิเคราะห์. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว : กรุงเทพฯ.
- วิศิษฎ์ รัศมีทัต. 2521. อุดุนิยมวิทยาเกษตร. ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย : กรุงเทพฯ.
- สมหมาย ปรีเปรม. 2538. การพัฒนาโปรแกรมเพื่อการบันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์. วิศวกรรมสาร มท. 22(1): 93-103.
- สิทธิพร สุขเกษม. 2529. อุดุนิยมวิทยาเกษตร. หน่วยพิมพ์ออฟเซต คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : เชียงใหม่.
- สิทธิพร สุขเกษม. 2536. อุดุนิยมวิทยาเกษตรเบื้องต้น. โอ.เอส.พรินต์ติ้ง เฮ้าส์ : กรุงเทพฯ.
- Dally, J.W., W.F. Riley, and K.G. Mcconnel, 1993. Instrumentation for Engineering Measurement. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc.: Singapore.
- Symons, L.J. 1979. Agricultural Geography. Revised edition. Westview Press Inc. Boulder. : Colorado.