

14390



ภาควิชา ภูมิอากาศ

เรื่อง

ระบบเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติ
(AUTOMATIC WEATHER STATION)

โดย

นาย ชชาติประชา สอนกลิ่น

นาย พรเทพ ศรีสุข



T099674

[Handwritten signature]

(ผศ.ดร.ลิขิตสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ร/พ.
๘5195
2537

ภาควิชารับรองแล้ว

เลขที่.....
ลงทะเบียน.....
วันเดือนปี 16 Jun 2003

99674

[Handwritten signature]

(รศ.ดร.สมิตรา กุ์าโรดม)

หัวหน้าภาควิชา ภูมิอากาศ

ร/พ.
85195
2537

วันที่ 26 เดือน 12 พ.ศ. 37



ปัญหาพิเศษที่จัดทำขึ้นในครั้งนี้ สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร. อภิสิทธิ์ นันทกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในวิชาเรียนนี้ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นที่ปรึกษาที่ตลอดมา และต้องขอขอบคุณ คุณ นุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชา ปรุฬวิทยา ที่ให้คำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณ คุณ สวรรยา ช้างน้อย ที่ได้ให้ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ได้เป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ผลความดีจากผู้ที่ได้รับประโยชน์จากงานวิจัยในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ บิดามารดา ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ได้สั่งสอนข้าพเจ้าทุกๆท่าน

ชาติประชา สอนกลิ่น

พรเทพ ศรีสุข

มีนาคม 2537



	หน้า
บทคัดย่อ	1
วัตถุประสงค์	2
บทนำ	3
ตรวจเอกสาร	4
ผลการทดลอง	14
สรุปผลการทดลอง	17
ข้อเสนอแนะ	18
สารบัญภาพ	19
ภาคผนวก	31
เอกสารอ้างอิง	44

ระบบเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติ
(AUTOMATIC WEATHER STATION)

บทคัดย่อ

ระบบเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติเป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ และ ควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช โดยศึกษาปัจจัยแรกคือ อุณหภูมิของอากาศ

ในระบบการเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัตินั้น ได้อาศัยตัวตรวจวัด (SENSOR) อุณหภูมิแบบ RTD (Resistant Thermal Detector) และ การ์ด A/D (PCL-718) ซึ่งเป็นตัวแปลงสัญญาณอนาลอกจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบ RTD เป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลเก็บข้อมูล โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สั่งงานด้วยโปรแกรมภาษาเบสิกบนเบสิกขั้นสูง (BASICA) เวอร์ชัน 2.00 โดยทำการทดลองตรวจวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศที่ห้องปฏิบัติการ ชั้น 1 ตึกคณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิของอากาศได้ตามความมุ่งหมายทุกประการ ข้อมูลที่ถูกเก็บได้จะถูกบันทึกลงดิสก์เก็บเป็นชื่อไฟล์ เดือน-วัน-ปี.DAT ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการรันผลโดยอัตโนมัติ และสามารถเรียกข้อมูลแสดงผลทางจอภาพ หรือ สามารถโอนข้อมูลเข้าโปรแกรมโลตัส 1-2-3 เพื่อการคำนวณ หรือ ทำเป็นกราฟสถิติได้

จุดประสงค์การทำปัญหาพิเศษ

1. เพื่อประกอบช่องที่เก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติ
2. เพื่อสามารถเขียนโปรแกรมภาษาเบสิกเพื่อควบคุมระบบการเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติได้
3. เพื่อสามารถเก็บบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิทางภูมิอากาศและแสดงผลทางจอภาพโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ทั่วไป

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้พยากรณ์อากาศในทางด้านอุตุนิยมวิทยา การประเมินความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ การวิเคราะห์ถึงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT หรือ การกลั่นกรองทั่วไปได้

สถานที่ทำการทดลองเก็บข้อมูล

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ผู้ทำการทดลอง

นายชาติประชา สอนกลิ่น และ นายพรเทพ ศรีสุข นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชา ปรุฬวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ระบบเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติ
(AUTOMATIC WEATHER STATION)

บทนำ

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อพัฒนาระบบการเพาะปลูกให้ทันสมัยยิ่งขึ้นนั้น ก็เพื่อให้เกษตรกร สามารถทำการใช้น้ำในการเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกพืชอันได้แก่ แสง , อุณหภูมิ , ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูก หรือสารละลายธาตุอาหาร ความเค็ม หรือความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (Electrical Conductivity) ฯลฯ ซึ่งในระบบการเพาะปลูกในปัจจุบันพบว่าปัจจัยทางภูมิอากาศในบ้านเรามีปัญหาเรื่องความแปรปรวนผันผวนของสภาพภูมิอากาศไม่ว่าจะเป็นเรื่องอุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ซึ่งมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกร ทำให้การพัฒนาการเกษตรกรรมเป็นไปอย่างล่าช้า

การทำโครงการปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยแรกคือ อุณหภูมิ โดยการศึกษาข้อมูลและเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยดังกล่าว ด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานเก็บข้อมูลทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมภาษาเบสิกบนเบสิกขั้นสูง (BASICA) เวอร์ชัน 2.00 ในการประมวลผลปัญหาพิเศษนี้

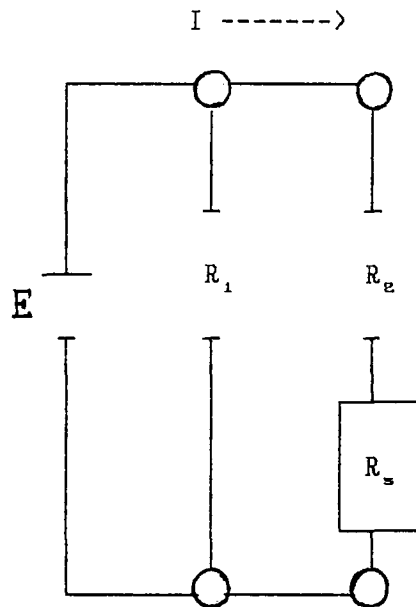
การศึกษาข้อมูลทางภูมิอากาศด้วยระบบการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศโดยอัตโนมัติเป็นการศึกษาวิเคราะห์ขั้นต้น ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาในภาคการควบคุมต่อไป ความสำคัญของการทำปัญหาพิเศษนี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาการเกษตรกรรมแผนใหม่ซึ่งจะทำให้งานทางภาคเกษตรกรรมเจริญรุดหน้าเคียงคู่ไปกับงานทางภาคอุตสาหกรรม

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ

ในโครงการปัญหาพิเศษนี้ ได้ใช้ชนิดของตัวตรวจวัดแบบ RTD (Resistant Thermal Detector) คือ การวัดอุณหภูมิของอากาศจากตัวตรวจวัดโดยอาศัยตัวต้านทานภายในวงจรของ RTD ซึ่งจะทำหน้าที่จับกับอุณหภูมิของอากาศ เมื่ออุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ค่าความต้านทานของตัวตรวจวัดเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามสมการ $R_t = (1 + \alpha T) * R_0$ เมื่อ R_t คือ ค่าความต้านทานที่ได้รับจากตัวตรวจวัด , R_0 คือ ค่าความต้านทานเริ่มต้น , α คือ ส.ป.ส. ของความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปจะทำให้ความต้านทาน R_t เปลี่ยนไป ความต่างศักย์ (E) ที่ตกคร่อม R_t ก็เปลี่ยนไปด้วย ทำให้กระแส (I) เปลี่ยนไปตามสมการ $E = IR$ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

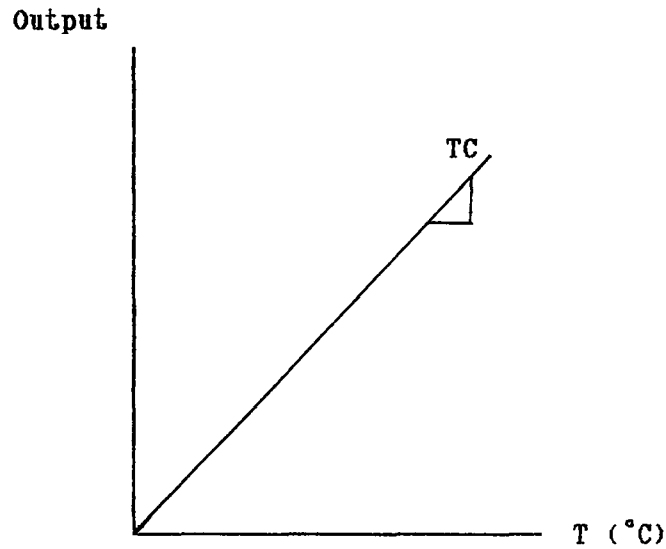
$$I = E / (R_e + R_t)$$

สามารถอธิบายพอสังเขปถึงวงจรการทำงานของตัวตรวจวัดได้ดังรูปต่อไปนี้



ฉะนั้น ค่าของอุณหภูมิที่วัดได้จะเป็นค่าของกระแส (I) เป็นสัญญาณไฟฟ้า (Analog) แล้วจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยการ์ด A/D (PCL-718) เข้าสู่ส่วนประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์

สัญญาณ OUTPUT ที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ดังรูปต่อไปนี้



หลักการใช้งานเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ

การใช้งานขั้นพื้นฐานเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นตัวตรวจวัดแบบ RTD (Resistant Thermal Detector) เครื่องคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลทุก 1/4 นาที (สามารถเปลี่ยนช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้) โดยเก็บข้อมูลไว้ที่หน่วยความจำ แล้วจึงบันทึกลงในแผ่นดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทุก 1 ชม. (สามารถกำหนดช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้) ซึ่งสามารถเรียกดูได้ทางจอแสดงผลและนำข้อมูลที่ได้มาทำกราฟเก็บเป็นสถิติ ใช้ในการพยากรณ์อากาศได้

การติดตั้งการ์ด A/D CONVERSION (PCL-718)

การทำงานของการ์ด PCL-718 จะถูกควบคุมโดยตรงจาก Input port และ Output port ซึ่งติดอยู่ที่ตัว PC I/O port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตำแหน่งของ I/O port ที่ติดตั้ง PCL-718 จะเป็นการเลือกโดยผ่านตำแหน่ง 8 ตำแหน่งของ DIP switch PCL-718 ต้องการบริเวณที่อยู่ 16 ที่ ติดต่อกันใน I/O space จาก 000 ถึง 3F0 (เลขฐานสิบหก) ซึ่งตำแหน่งของ PCL-718 ของเราจะสามารถจัด address ได้ถึง 300 (เลขฐานสิบหก) ถ้าเราจำเป็นต้องมีการปรับแต่งค่าดังกล่าวไปยังช่วงของ address อื่น ก็จะสามารถจัด address ได้ดังนี้

I/O Address Range (hex)	Switch Position					
	1	2	3	4	5	6
	A9	A8	A7	A6	A5	A4
000-00F	0	0	0	0	0	0
010-01F	0	0	0	0	0	1
.						
.						
200-20F	1	0	0	0	0	0
210-21F	1	0	0	0	0	1
.						
.						
300-30F*	1	1	0	0	0	0
.						
.						
3F0-3FF	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ : - ON = 0 , OFF = 1

- A4..A9 จะต้องตรงกับบัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์

- * คือ ตำแหน่งที่ตั้งมาครั้งแรก

ตำแหน่ง SW6 และ SW7 จะถูกสำรองไว้สำหรับ TRIGO ซึ่งจะถูกจัดตั้ง (set) แตกต่างกันดังนี้

ตำแหน่ง 7	ON - TRIGO และ DIO จะอยู่ใกล้กัน
	OFF - TRIGO และ DIO จะถูกแยกออกจากกัน
ตำแหน่ง 8	ON - GATE0 และ DI2 จะอยู่ใกล้กัน
	OFF - GATE และ DI2 จะถูกแยกออกจากกัน

ข้อแนะนำ: ตำแหน่งของทั้ง 2 ชนิดข้างต้นโดยปกติจะถูกเซ็ทเป็น ON ยกเว้นแต่มีการใช้ฟังก์ชัน TRIGO (DIO) หรือ GATE0 (DI2)

วิธีการติดตั้ง Hardware (Hardware Installation)

1. ปิดสวิทช์เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกชนิด เช่น Printer , Monitor
 2. ถอดสายไฟ ปลั๊ก หรือสายเคเบิลอื่นๆ ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์
 3. เลือก slot สำหรับใส่การ์ดที่ยังว่างอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์
 4. การย้ายหรือถอดสกรูหรือหมุดน็อตใดๆ สำหรับการขยาย slot ควรทำด้วยความระมัดระวัง
 5. ใช้มือจับบริเวณขอบหรือส่วนริมของการ์ด PCL-718 วางลงตรงช่องเก็บการ์ดให้อยู่บริเวณเหนือสุดของ slot แล้วดัดให้เข้ากับเข้าพอดีกันและกดให้แน่นติดกับเบ้า (socket)
 6. สวมสกรูหรือหมุดน็อตในช่องที่ขยาย slot แล้วให้เข้าที่
 7. อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นซึ่งนำมาติดตั้งบนการ์ดด้วยนั้น ควรวางให้ตรงในตำแหน่งที่ต้องการใช้งานเท่านั้น
 8. เชื่อมต่อสายไฟหรือสายเคเบิลต่างๆ ให้เข้ากับบอร์ดใน System Unit แล้วจึงทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
- (การติดตั้งส่วน Hardware ให้สมบูรณ์นั้นจะต้องมีการติดตั้ง Software driver ด้วย)

วิธีการติดตั้ง Software (Software Installation)

ในแผ่นดิสก์ของโปรแกรมมีส่วนการ์ด Utility รวมอยู่ด้วยใน PCL-718 ในการใช้งานโปรแกรมและการสนับสนุนการ์ด PCL-718 ซึ่งประกอบด้วย

1. โปรแกรมการทำงานของ I/O driver สำหรับ A/D , D/A , Digital I/O เขียนขึ้นโดยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และสามารถเรียกใช้จากโปรแกรมภาษาเบสิกโดยการผ่านเข้าด้วยคำสั่ง CALL
2. โปรแกรมตัวอย่าง (Demonstration Program)
3. โปรแกรมในการปรับแต่งค่าที่วัดได้ให้ถูกต้อง (Calibration Program)

PCL-718 I/O driver เขียนขึ้นโดยภาษาแอสเซมบลี และคอมไพล์ให้เป็นภาษาเครื่องโดยมีชื่อเรียกโปรแกรมว่า PCL-718.BIN การloadโปรแกรมในไฟล์ดังกล่าวในภาษาเบสิกจะใช้คำสั่ง BLOAD ดังในโคอะแกรมข้างล่าง

```

1700 CLEAR ,57344!
1800 DEF SEG = 0
1900 SG = 256*PEEK (&H511) + PEEK (&H510)
2000 SG = SG + 49152!/16
2100 DEF SEG = SG
2200 BLOAD "PCL718.BIN",0

```

ตัวขับเคลื่อน (driver) ที่ถูกติดตั้งไว้ภายนอกการทำงานของโปรแกรมภาษาเบสิกจะถูกเชื่อมเข้าด้วยกันโดยคำสั่ง DEF ทันที ก่อนการเรียกตัวขับ FUNCTION ทำงาน ดังตัวอย่างนี้

```

2600 DIM DAT%(4)
2700 PORT% = &H300
2800 DAT%(0) = PORT%
2900 DAT%(1) = 2
3000 DAT%(2) = 3

```

```

3100 PCL718 = 0
3200 ER% = 0
3300 FUNC% = 0
3400 CALL PCL718 (FUNC%,DAT%(0),ER%)

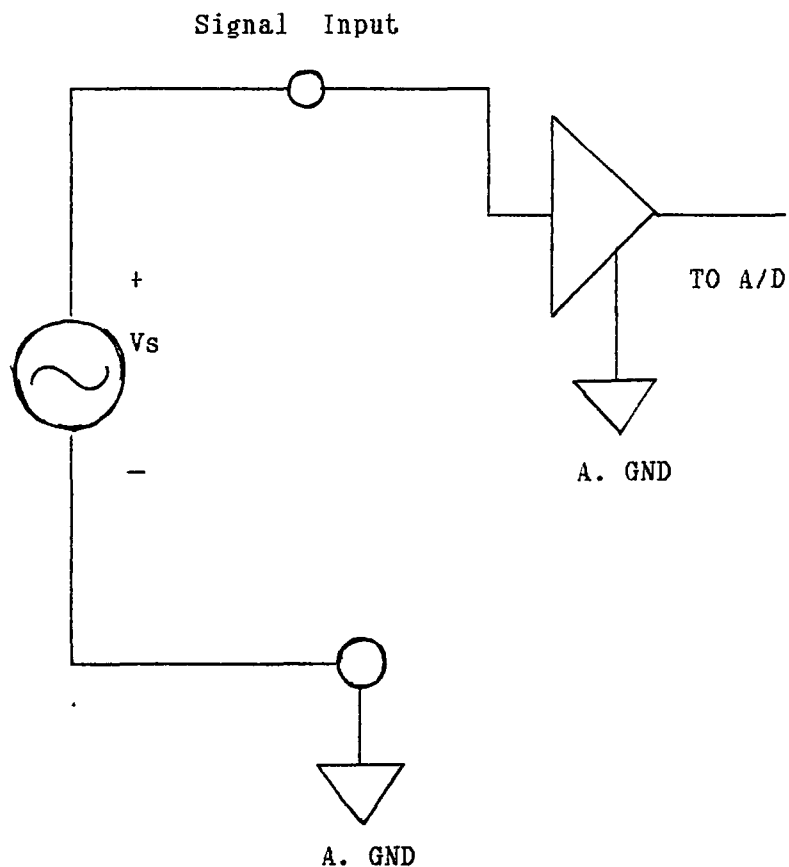
```

การเชื่อมต่อสัญญาณ

เทคนิคการเชื่อมต่อสัญญาณที่สำคัญ คือ ความถูกต้องในการส่งข้อมูลและรับข้อมูลในการส่งผ่านสัญญาณ การเชื่อมต่อสัญญาณที่ผิดต้องหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ

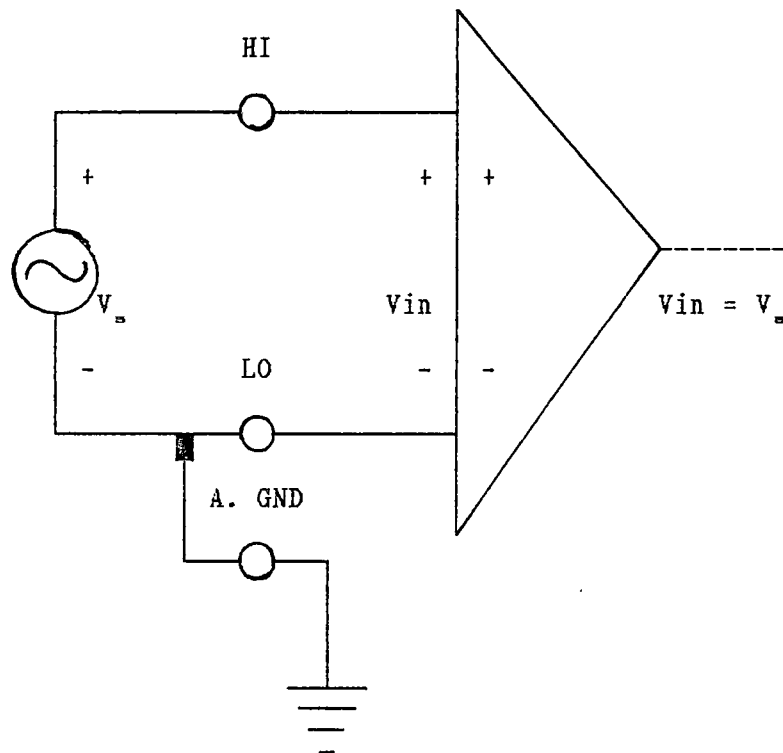
การต่อสัญญาณเชิงเดี่ยว (Single Ended-Channel Connection)

เป็นการเชื่อมต่อสัญญาณที่มีเพียงสายสัญญาณสายเดี่ยวของแต่ละช่อง ความต่างศักย์ไฟฟ้าวัดเป็นหน่วยโวลต์ (Volt) ดังรูป



การต่อสัญญาณแบบ Differential Channel Connection

เป็นการเชื่อมต่อสัญญาณที่มีสายสัญญาณ 2 สายของแต่ละช่อง ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผ่านเข้ามี 2 ค่า คือ High Input และ Low Input ดังรูป



การทำงานของ A/D CONVERSION

การเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital สามารถทำได้โดยการเขียนโปรแกรมสั่งงาน I/O Port โดยตรง หรือ การใช้ UTILITY ใน PCL-718 driver routine ก็ได้ การใช้ซอฟต์แวร์และโปรแกรมควบคุมการส่งผ่านข้อมูลด้วย PCL-718 driver routine มีขั้นตอนดังนี้

STEP 1 : load โปรแกรมไฟล์ PLC718.BIN driver

STEP 2 : ใช้ FUNCTION 0 เพื่อเปิดตัวแรกเริ่มการทำงาน PCL-718 driver routine

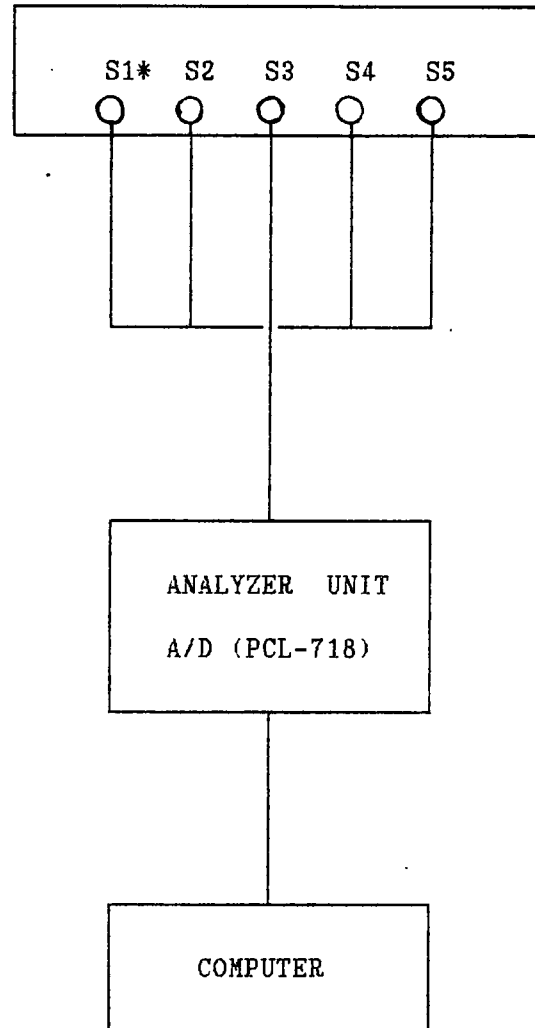
STEP 3 : ใช้ FUNCTION 1 เพื่อเปิดช่วงการรับข้อมูลจาก channel

STEP 4 : ใช้ FUNCTION 17 เพื่อเปิดอัตรา pacer trigger ซึ่งหาได้จากอัตราส่วน $INPUT\ CLOCK\ RATE / (counter\ 1 * counter\ 2)$

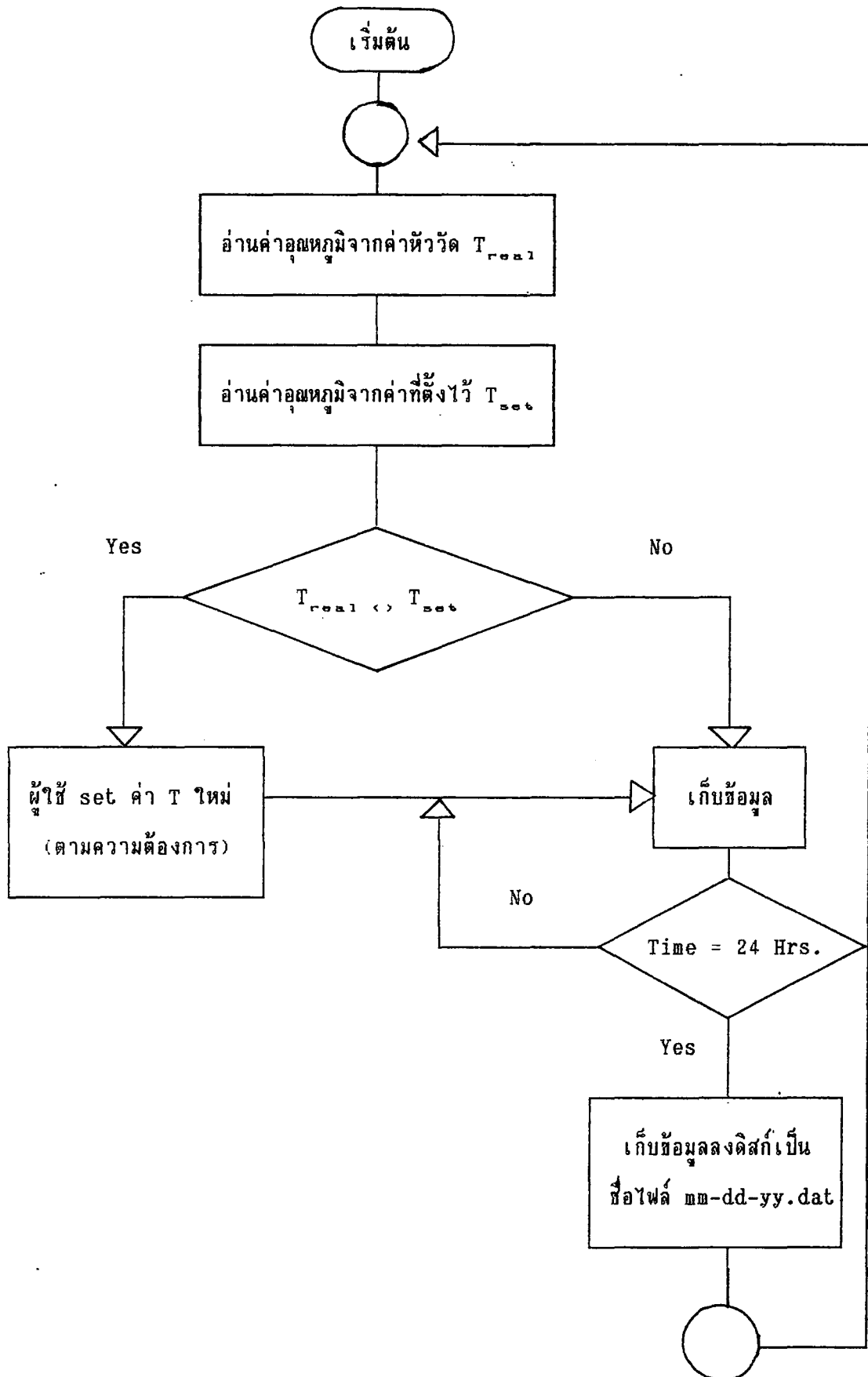
STEP 5 : ใช้ FUNCTION 4 เพื่อปฏิบัติการเซต N A/D CONVERSION และส่งผ่านข้อมูลไปยัง array ที่กำหนดไว้

(ในแผ่นดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์ต้องมีไฟล์ DEMO03.BAS)

แผนภาพแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก



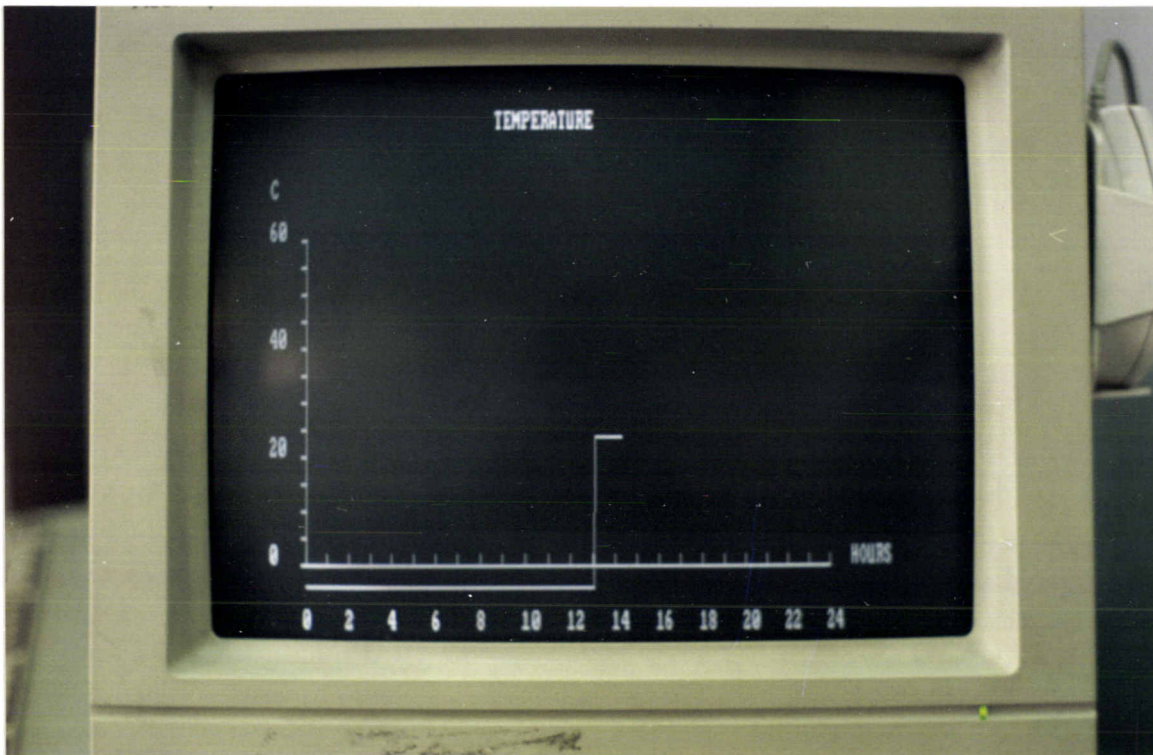
หมายเหตุ : S1* คือ ตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบ RTD



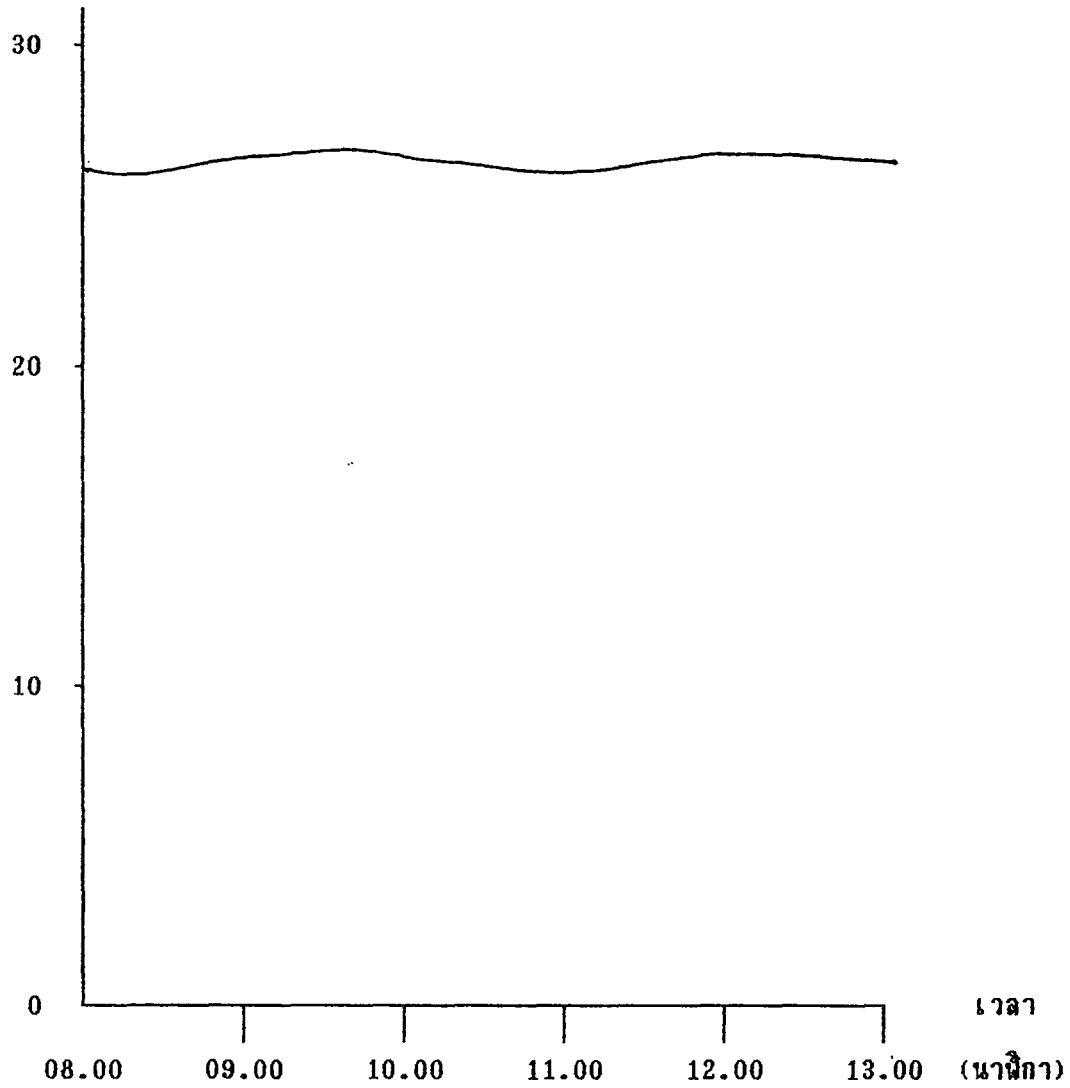
แสดงระบบเก็บข้อมูลของอุณหภูมิทางภูมิอากาศโดยอัตโนมัติ

ผลการทดลอง

ได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศโดยรันโปรแกรมต่อเนื่องกันเป็นเวลา 1.5 ชม. สามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศได้ดังรูปต่อไปนี้



อุณหภูมิ (°C)



ผลการทดสอบการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2537

TEMP=% 2720.904	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2491	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:00:06
TEMP=% 2720.538	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2174	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:02:06
TEMP=% 2720.734	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2589	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:04:07
TEMP=% 2721.295	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2466	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:06:06
TEMP=% 2721.417	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3468	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:08:06
TEMP=% 2721.979	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3907	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:10:06
TEMP=% 2722.052	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3296	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:12:06
TEMP=% 2722.687	LIGHT= 0	CBAR=%-612.4518	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:14:06
TEMP=% 2722.101	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3761	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:16:07
TEMP=% 2722.126	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3126	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:18:06
TEMP=% 2722.785	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3126	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:20:06
TEMP=% 2721.979	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2613	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:22:06
TEMP=% 2722.419	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2881	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:24:06
TEMP=% 2722.443	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2393	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:26:06
TEMP=% 2721.881	LIGHT= 0	CBAR=%-612.232	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:28:06
TEMP=% 2722.028	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2466	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:30:07
TEMP=% 2722.174	LIGHT= 0	CBAR=%-612.315	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:32:06
TEMP=% 2721.979	LIGHT= 0	CBAR=%-612.254	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:34:06
TEMP=% 2722.126	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2271	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:36:06
TEMP=% 2721.832	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2515	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:38:06
TEMP=% 2721.955	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2247	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:40:06
TEMP=% 2721.735	LIGHT= 0	CBAR=%-612.293	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:42:07
TEMP=% 2722.37	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2638	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:44:06
TEMP=% 2722.272	LIGHT= 0	CBAR=%-612.3223	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:46:06
TEMP=% 2721.784	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2515	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:48:06
TEMP=% 2721.71	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2369	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:50:06
TEMP=% 2721.759	LIGHT= 0	CBAR=%-612.21	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:52:06
TEMP=% 2721.613	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2198	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:54:07
TEMP=% 2721.539	LIGHT= 0	CBAR=%-612.1905	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:56:06
TEMP=% 2721.246	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2174	FT# 0	ED= 0 04-06-199414:58:06
TEMP=% 2721.271	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2076	FT# 0	ED= 0 04-06-199415:00:06
TEMP=% 2721.515	LIGHT= 0	CBAR=%-612.2393	FT# 0	ED= 0 04-06-199415:02:06
TEMP=% 2721.246	LIGHT= 0	CBAR=%-612.254	FT# 0	ED= 0 04-06-199415:04:06
TEMP=% 2724.299	LIGHT= 0	CBAR=%-609.7656	FT# 0	ED= 0 04-06-199415:14:07

แสดงข้อมูลที่ทำการตรวจวัดได้

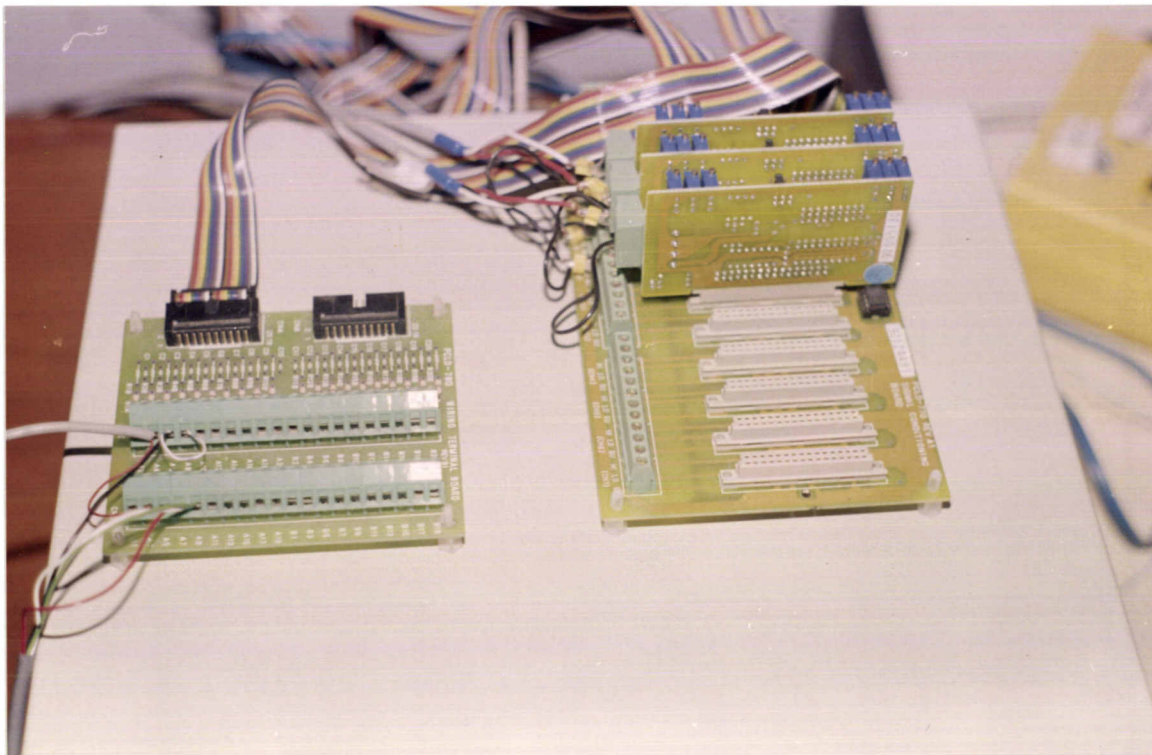
สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่วัดได้จากอากาศมีค่าระหว่าง 26-27 °C โดยทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการชั้น 1 (ห้องปรับอากาศ) ตึกคณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

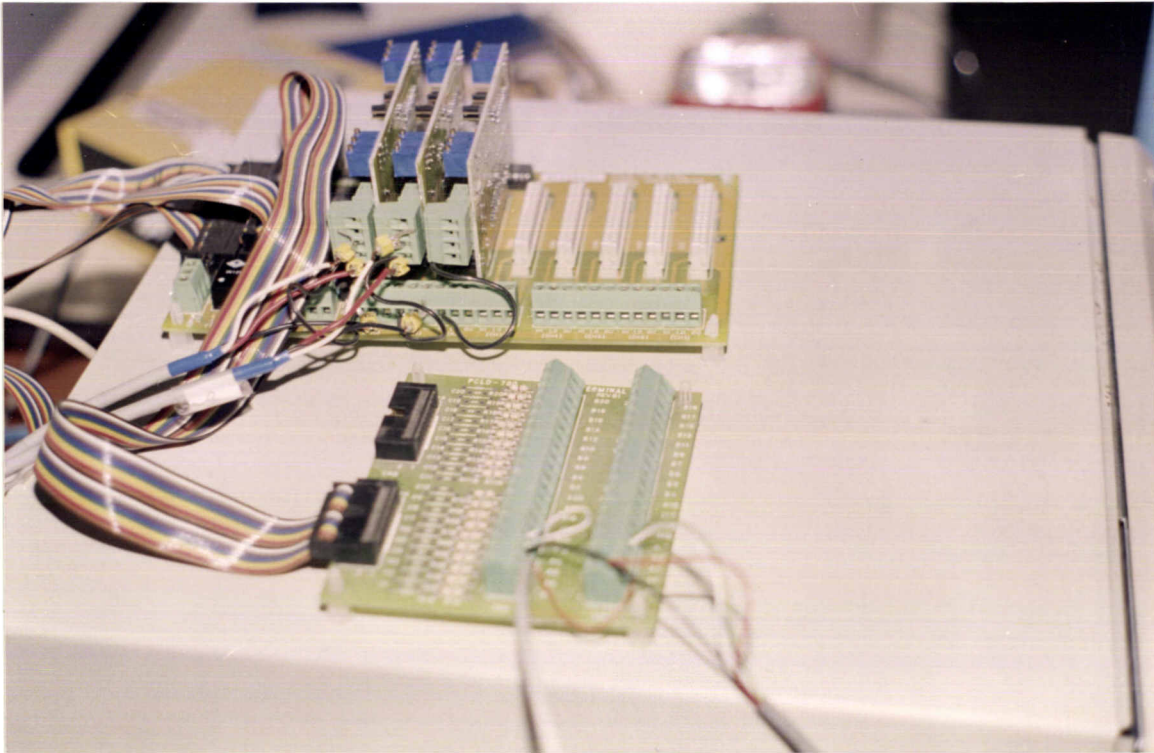
ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเก็บข้อมูลจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบ RTD อาจมีความผิดพลาดจากเครื่องมือดังกล่าวในการทดลอง ทั้งนี้เพราะว่าได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลขึ้นเป็นครั้งแรก

ความผิดพลาดที่อาจเกิดเนื่องมาจาก ERROR ที่มีในตัวตรวจวัดอุณหภูมิในครั้งที่อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป เมื่อการ์ด A/D (PCL-718) ทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณดิจิทัลทำให้ค่าที่ได้ อาจมีความคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย ดังนั้นจึงควรใช้ที่จะใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิที่ไม่มี ERROR หรือ มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อให้ค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าใกล้เคียงความจริงมากที่สุด



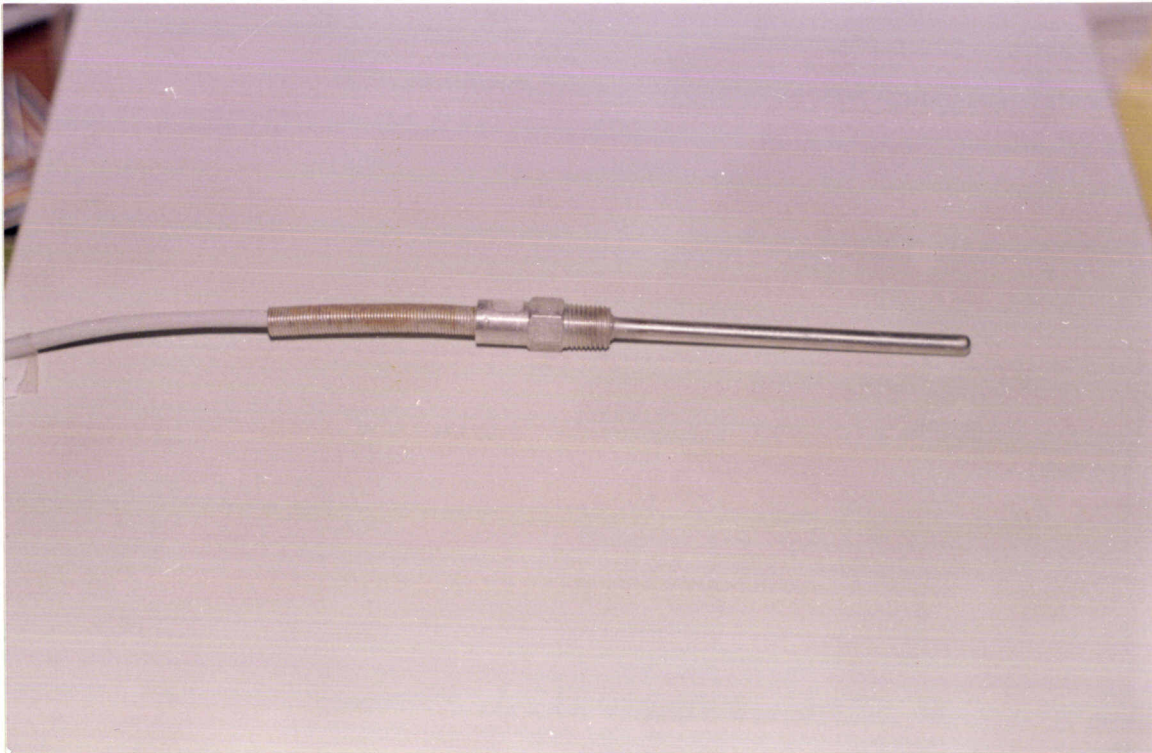
ภาพที่ 1 การ์ด PCLD 789 Amplifier and Multiplexer



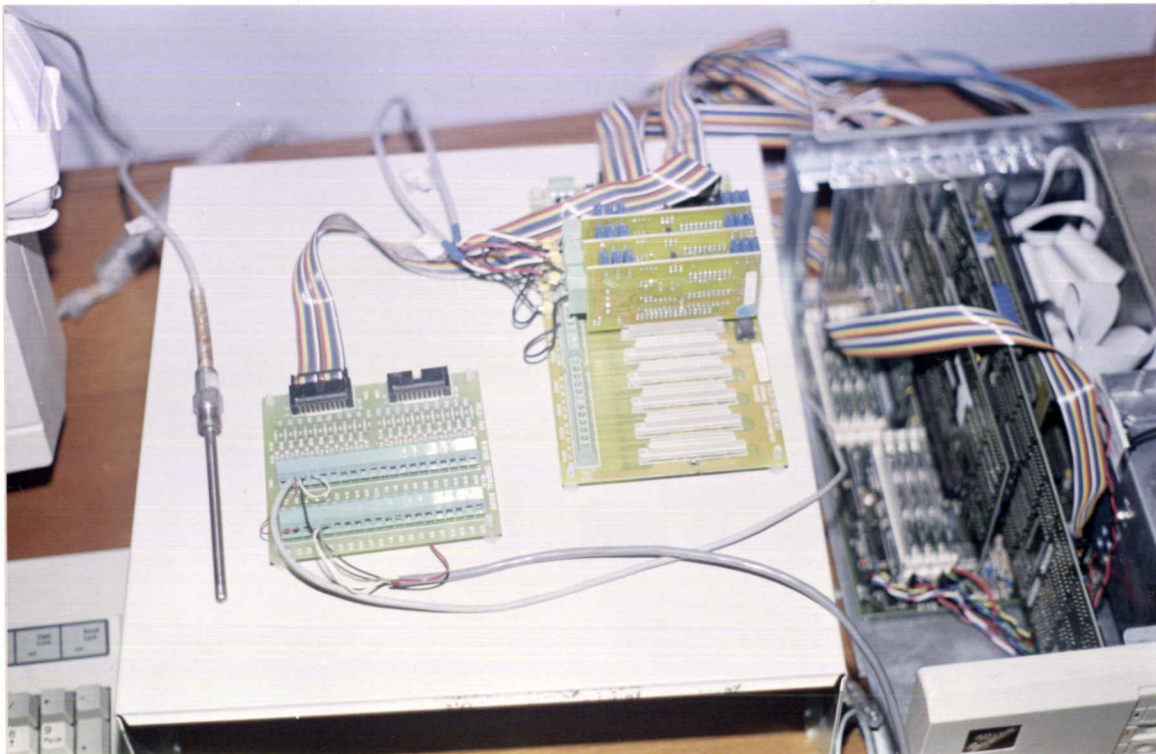
ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อการ์ด PCLD 789 เข้ากับ A/D Card (PCL-718)

14390

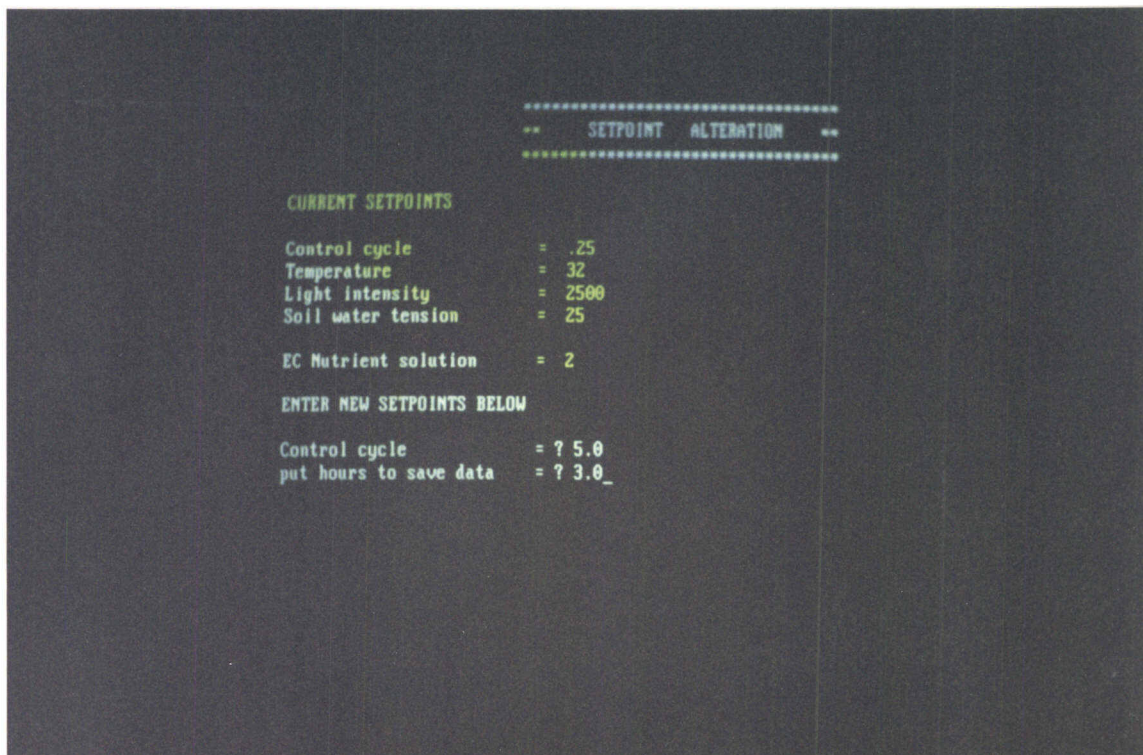
21



ภาพที่ 3 ลักษณะรูปร่างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบ RTD



ภาพที่ 4 การติดตั้งการ์ด A/D และ RTD เข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 5 แสดง Control Limit และ การ set ค่า control cycle กับ ช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลลงดิสก์

```
*****  
**   SETPOINT ALTERATION   **  
*****  
  
CURRENT SETPOINTS  
  
Control cycle      = .25  
Temperature        = 32  
Light intensity    = 2500  
Soil water tension = 25  
  
EC Nutrient solution = 2  
  
ENTER NEW SETPOINTS BELOW  
  
Control cycle      = ? 5.0  
put hours to save data = ? 3.0  
Temperature        = ? 28  
Light intensity    = ? 2300  
Soil water tension = ? 26  
pH Nutrient solution = ? 6.5  
EC Nutrient solution = ? 2.0
```

ภาพที่ 6 การตั้งค่า Control Limit ตามความต้องการของ user ที่โหมด F6

```

22:00:29          ** GREEN HOUSE CONTROL **          03-17-1994
No. = 264          *****
                   DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE
                   KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAKANG

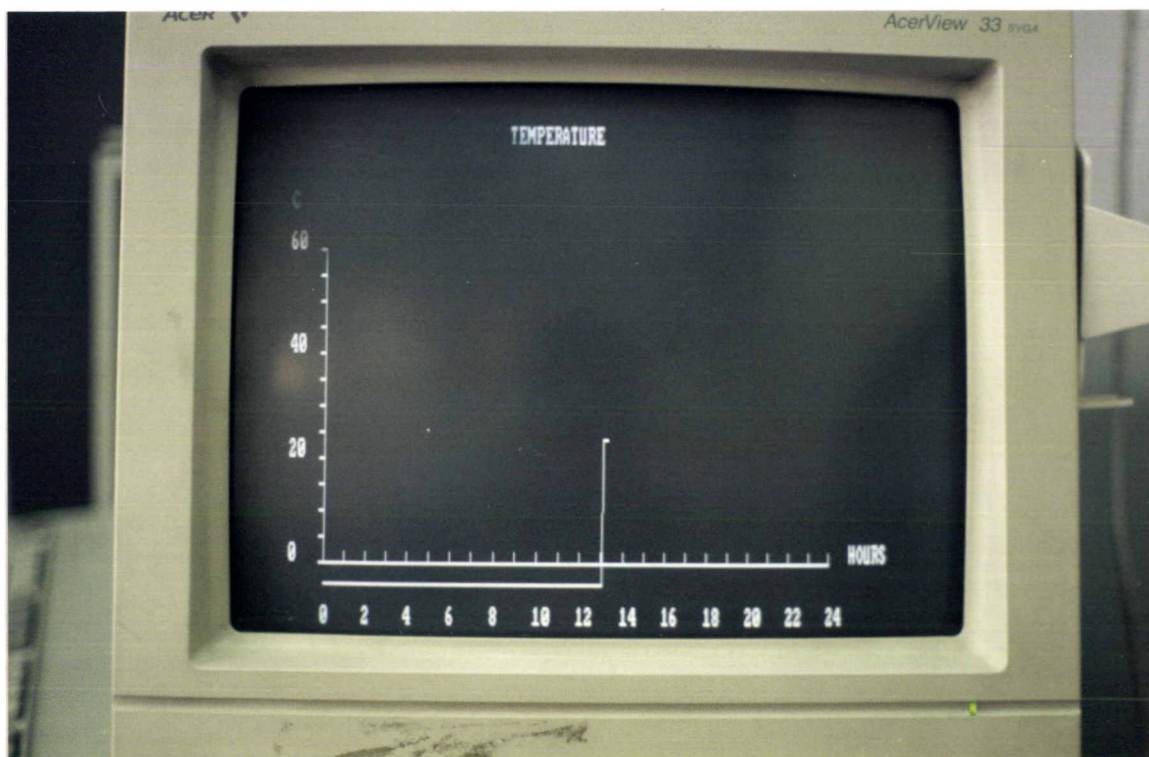
Save data at 3 hours/times          Control cycle 5 min.

Control limit
No1 Temperature          =          %-23          20          C
No2 Light intensity      =          0          2300          Lux
No3 Soil water tension  =          %-604.0          26          cbar
No4 pH Nutrient solution =          0.0          6.5
No5 EC Nutrient solution =          0.0          2          mS

Press F6 to alter setpoints          Press F5 to Exit Program
Type F3 to view pH nutrient solution
Type F4 to view EC nutrient solution
Type F7 to view Temperature
Type F9 to view Soil water tension
Type F2 to view light intensity

```

ภาพที่ 7 แสดงค่า Control Limit ที่ user ตั้งไว้แล้วทางจอภาพ



ภาพที่ 8 แสดงการ View กราฟของอุณหภูมิที่วัดจากตัวตรวจวัด RTD โดยการกด F7



ภาพที่ 9 แสดงข้อมูลที่เก็บได้จากตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบ RTD

```
A:\>DIR *.DAT

Volume in drive A is PROJECT
Volume Serial Number is 3465-07DF
Directory of A:\

01-18-94 DAT          137 01-18-94   9:58p
02-26-94 DAT          3109 02-26-94   2:25p
03-01-94 DAT          3128 03-01-94  12:56p
03-02-94 DAT          2353 03-02-94   2:32p
03-03-94 DAT           577 03-03-94   3:24p
03-08-94 DAT          3825 03-08-94   3:29p
03-09-94 DAT           49 03-09-94  10:16a
03-11-94 DAT          1255 03-11-94   2:34p
03-17-94 DAT          5665 03-17-94  10:00p
          9 file(s)          19298 bytes
          584192 bytes free

A:\>
```

ภาพที่ 10 ข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจวัด จะถูกบันทึกลงดิสก์ในชื่อไฟล์ เดือน-วัน-ปี.DAT
ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการรันโปรแกรม

A2: 182.7629

READY

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TEMP =	LIGHT =	SOIL =	pH =	EC =			
2	182.7629	0	0	-1104.12	0			
3	120.2477	0	0	-1104.12	0			
4	69.38086	0	0	-1104.12	0			
5	83.27583	0	0	-1104.12	0			
6	21.63976	0	0	-1104.12	0			
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

17-Mar-94 10:12 PM UNDO RUN CAPS

ภาพที่ 11 สามารถ Import ข้อมูลเข้าโปรแกรม LOTUS 1-2-3 เพื่อการคำนวณ หรือการทำการกราฟสถิติได้



ภาพที่ 12 เมื่อต้องการจบโปรแกรมทำโดยการกด F5

ภาคผนวก

รายละเอียดและคำอธิบายส่วนต่างๆของโปรแกรม

STEP 1 : แสดงการ load โปรแกรมจากไฟล์ PCL718.BIN เพื่อให้การ์ด A/D (PCL718) สามารถทำงานได้

```

100 CLS : SCREEN 2 : KEY OFF
200 PRINT " ***** "
300 PRINT " **          DATA ACQUISITION AND CONTROL          ** "
400 PRINT " **          DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE                ** "
500 PRINT " **          Faculty of Agricultural Technology          ** "
600 PRINT " **                      KMITL                          ** "
700 PRINT " **          Mr. Chatpracha      SONKLIEN                ** "
800 PRINT " **          Mr. Porntep         SRISUK                    ** "
900 PRINT " **                      16/3/1994                       ** "
1000 PRINT " ** "
1100 PRINT " ***** "
1200 FOR I = 1 TO 1500 : NEXT I :CLS
1300 SCREEN 0,0,0, : WIDTH 80 : CLS : KEY OFF
1400 '
1500 ' ***** STEP 1 : LOAD PCL718.BIN DRIVER *****
1600 '
1700 CLEAR,49152!
1800 DEF SEG = 0
1900 SG = 256 * PEEK(&H511) + PEEK(&H510)
2000 SG = SG + 49152!/16
2100 DEF SEG = SG
2200 BLOAD "PCL718.BIN", 0

```

STEP 2 : แสดงส่วนของขั้นตอนที่จัดการกับเริ่มต้น(INITIALIZE DRIVER)

โดยการให้ FUNCTION 0 เพื่อกำหนดตัวเริ่ม PCL-718 driver routine

```

2400 '***** STEP 2 : INITIALIZE DRIVER USING FUNC 0 *****
2500 '
2600 DIM DAT%(4)
2700 PORT% = &H300          'SET I/O PORT ADDRESS
2800 DAT%(0) = PORT%       'GET I/O PORT ADDRESS
2900 DAT%(1) = 2           'SELECT INTERRUPT LEVEL 2
3000 DAT%(2) = 3           'SELECT D.M.A. IRQ3
3100 PCL718 = 0           'DRIVER SEGMENT OFFSET,DON'T CHANGE
3200 ER% = 0               'ERROR RETURN CODE
3300 FUN% = 0              'FUNCTION 0
3400 CALL PCL718 (FUN%,DAT%(0),ER%)
3500 IF ER%(<>) THEN PRINT "INSTALLATION FAIL !" : STOP

```

STEP 3 : เป็นการตั้งอัตราการวัดข้อมูล (pacer trigger) โดยการคำนวณ

จาก
$$\text{Pacer Rate} = \text{Clock Rate} / (\text{Counter1} * \text{Counter2})$$

เมื่อ Clock Rate = 1 MHZ หรือ 10 MHZ ซึ่งถูกเลือกจากสวิตช์ SW1

```

3700 '***** STEP 3 : SET PACER TRIGGER USING FUNC 17 *****
3900 'SET SW1 ON 1 MHZ POSITION
4000 'SET PACER = 100 Hz (1 MHZ DIVIED BY 10000 <DAT%(0)*DAT%(1)>)
4100 DAT%(0) = 100
4200 DAT%(1) = 100
4300 FUN% = 17              'FUNCTION 17
4400 CALL PCL718 (FUN% ,DAT%(0) , ER%)
4500 IF ER%(<>) 0 THEN PRINT " SET PACER TRIGGER FAILED !" : STOP

```

เป็นการเซตค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร และการจองหน่วยความจำ (array)

```
4700 '***** STEP 4 : INITIALIZE CONTROL SET POINTS: ALARM LIMITS ****-
4800 S1 = 32                'TEMP SETPOINT
4900 S2 = 2500             'LIGHT SETPOINT
5000 S3 = 25               'SOIL TENSION SETPOINT
5100 S4 = 5.5              'pH SETPOINT
5200 S5 = 2                'EC SETPOINT
5300 TC = 0.25             '1 MINUTE CONTROL CYCLE
5400 TP = 3                ' 3 MINUTE PLOT
5500 '
5600 A(0,1) = 2.442
5700 A(0,2) = 23
5800 A(1,1) = 0
5900 A(1,2) = 0
6000 A(3,1) = 0.2442
6100 A(3,2) = 604
6200 A(4,1) = 0
6300 A(4,2) = 0
6400 A(5,1) = 0
6500 A(5,2) = 0
6600 DIM Y (480,5)
```

ส่วนของโปรแกรมหลัก เป็นการแสดงเมนูในหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ กำหนดค่าให้กับตัวแปร

```

6700 '***** BEGIN OF MAIN PROGRAM *****
6900 DIM ARY%(50) :TEM(T) = 0 : DIM TEM (500)
7000 OLDTIME$ = " "
7100 OLDTIME = 0
7200 SAVEINT = 30
7250 SAVETIME = 1
7400 CLS:SCREEN 0:WIDTH 80          'CLEAR SCREEN
7500 LOCATE 1,25 : PRINT " *****"
7600 LOCATE 2,25 : PRINT " **          GREEN HOUSE CONTROL          **"
7700 LOCATE 3,25 : PRINT " *****"
7800 LOCATE 7,55 : PRINT " Control Cycle";TC;"min."
7850 LOCATE 7,1 : PRINT "Save data at ";SAVETIME;"hours/times"
7900 LOCATE 4,29 : COLOR 0,7 : PRINT " DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE"
8000 COLOR 7,0
8100 LOCATE 5,18:COLOR 0,7:PRINT " KING MONGKUT'S INSTITUTE OF
TECHNOLOGY LADKRABANG "
8200 COLOR 7,0
8300 LOCATE 8,1 : FOR I = 1 TO 79 : PRINT CHR$(205);: NEXT I
8400 LOCTAE 16,1: FOR I = 1 TO 79 : PRINT CHR$(205);: NEXT I
8450 LOCATE 21,1: PRINT " Type F4 to view EC Nutrient Solution"
8500 LOCTAE 19,50:PRINT " Press F5 to Exit Program "
8550 LOCATE 24,1 :PRINT " Type F2 to view Light intensity "
8600 LOCATE 18,1 :PRINT " Press F6 to alter setpoints"
8700 LOCATE 21,1 :PRINT " Type F7 to view temperature"
8800 LOCATE 22,1 :PRINT " Type F9 to view soil water tension"
8900 LOCATE 9,54 :PRINT " Control Limit"
8910 LOCATE 19,1 :PRINT " Type F3 to view pH nutrient solution"

```

แสดงส่วนการทำงานนำเข้าของการรับค่าเวลาของเครื่อง และ คำนวณค่าตัวแปรจากเวลาของเครื่อง โดยแปลงเวลาให้เป็นหน่วยนาที เช่น เวลา 01:30:00 จะมีค่าเท่ากับ 90 นาที (TD)

```

9000 '----- DISPLAY LOOP -----
9050 SAVEINT = ((SAVETIME*60)/TC)
9100 LOCATE 1,70 : PRINT DATE$
9200 LOCATE 1,1 : PRINT TIME$
9300 LOACTE 2,1 : PRINT USING "No. = #####";T4
9400 '
9500 TS = VAL(RIGHT$(TIME$,2))/60
9600 TM = VAL(MID$(TIME$,2,4))
9700 TH = VAL(LEFT$(TIME$,2))*60
9800 TD = TH + TM + TS
9900 T3 = TD/TC
10000 T4 = INT(TD/TC)
10100 T5 = TD/TP
10200 T6 = INT(TD/TP)

```

ส่วนของการแสดงผลทางจอภาพ เพื่อแสดง CONTROL LIMIT และโปรแกรมการกำหนด FUNTION KEY เพื่อใช้งานตามเมนูของโปรแกรม

```

10300 LOCATE 10,1 :PRINT USING "No1 Temperature           = ##";
TEM(0):LOCATE 10,60 :PRINT S1 TAB(75) "C"
10400 LOCATE 11,1 :PRINT USING "No2 Light intensity       = ####";
TEM(1):LOCATE 11,60 :PRINT S2 TAB(75) "Lux"
10500 LOCATE 12,1 :PRINT USING "No3 Soil Water Tension    = #.#";
TEM(3):LOCATE 12,60 :PRINT S3 TAB(75) "Cbar"
10600 LOCATE 13,1 :PRINT USING "No4 pH Nutrient Solution  = #.#";

```

```

TEM(4):LOACTE 13,60 :PRINT S4 TAB(75) " "
10700 LOCATE 14,1 :PRINT USING "NO2 EC NUTRIENT SOLUTION = #.#;"
TEM(5):LOCATE 14,60 :PRINT S5 TAB(75) "MS"
10720 ON KEY (2) GOSUB 33500 :KEY (2) ON 'VIEW LIGHT INTENSITY
10750 ON KEY (4) GOSUB 32000 :KEY (4) ON 'VIEW EC NUTRIENT SOLUTION
10800 ON KEY (5) GOSUB 31200 :KEY (5) ON 'EXIT PROGRAM
10900 ON KEY (6) GOSUB 21900 :KEY (6) ON 'ENABLE ALTER SETPOINT KEY
11000 ON KEY (7) GOSUB 24300 :KEY (7) ON 'VIEW TEMPERATURE
11300 ON KEY (9) GOSUB 23800 :KEY (9) ON 'VIEW pH NUTRIENT SOLUTION
11400 IF T3 <> T4 THEN 9100 'CONTINUE IF NOT TIME FOR CONTROL CYCLE

แสดงส่วนการอ่านข้อมูลจากตัวตรวจวัดจาก A/D card และ โปรแกรมการเก็บข้อมูลบันทึกลงดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์เป็นชื่อไฟล์ เดือน-วัน-ปี.dat ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังทำงานอยู่ ชื่อไฟล์จะเปลี่ยนตามวันที่ที่คอมพิวเตอร์นั้นรันโปรแกรมดังกล่าว

11500 '***** TAKE READING FROM SENSOR *****
11600 IF OLDDTIME$<>DATE$ THEN GOTO 11900
11700 IF (ABS(T4-OLDDTIME)) >= SAVEINT THEN GOTO 12400
11800 GOTO 12700
11900 IF NAMEF$ <> " " THEN CLOSE #1
1200 NAMEF$ = LEFT$(DATE$,6)+RIGHT$(DATE$,2)+".DAT"
12100 OPEN "A",#1,NAMEF$
12200 OLDDATE$ = DATE$
12300 GOTO 12700
12400 CLOSE #1
12500 OPEN "A",#1,NAMEF$
12600 OLDDTIME = T4
12700 FOR CHANNEL = 0 TO 5 : 'TAKE READING FROM SENSOR
12800 GOSUB 13500

```

```

12900 LOCATE 1,1 :PRINT TIME$
13000 ON KEY (5) GOSUB 31200
13100 IF T5 = T6 THEN Y(T6,CHANNEL) = TEM (CHANNEL)
13200 NEXT CHANNEL
13300 PRINT #1,"TEMP=";TEM(0);" LIGHT= ";TEM(1); " CBAR= ";TEM(3);
"pH=";TEM(4); " EC= ";TEM(5); DATE$;  TIME$

```

STEP 3 : ส่วนของโปรแกรมเพื่อใช้ FUNCTION 1 ในการเซตช่วง
ของการ SCAN ช่อง(CHANNEL)

```

13500 '***** STEP 3 : SET SCAN CHANNEL RANGE USING FUNC 1 *****
13600 '
13700 'INPUT "ENTER START CHANNEL NUMBER <S/E--0...15><DIFF.--0...7>:",
START%
13800 'INPUT "ENTER STOP CHANNEL NUMBER <S/E--0...15><DIFF.--0...7>:",
STP%
14000 DAT%(0) = CHANNEL          'SET START CHANNEL NUMBER
14100 DAT%(1) = CHANNEL          'SET STOP CHANNEL NUMBER
14200 FUN% = 1                   'FUNCTION 1
14300 CALL PCL718 (FUN%,DAT%(0),ER%)
14400 IF ER%(<) 0 THEN PRINT "SET SCAN CHANNEL FAILED ! RE-ENTER ":STOP

```

STEP 5 : แสดงส่วนของโปรแกรมเป็น interval timer เพื่อการ
แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลให้สมบูรณ์โดยใช้ FUNCTION 4

```

14600 '***** STEP 5 : PERFORM 50 A/D CONERSIONS USING FUNC 4 *****
14700 ERASE ARY%
14800 N = 100                    'NUMBER OF CONVERSIONS

```

```

14900 DIM ARY%(100)          'CREATE ARRAY OF 600 ELEMENTS
15000 DAT%(0) = N            'NUMBER OF CONVERSIONS
15100 DAT%(1) = VARPTR(ARY%(0)) ' GET ARRAY START ADDRESS
15200 DAT%(2) = 1            'PACER TRIGGER
15300 FUN% = 4                'FUNCTION 4
15400 CALL PCL718 (FUN%,DAT%(0),ER%)
15500 IF ER%(<)>0 THEN PRINT "PERFORM N A/D CONVERSIONS FAILED !":STOP

```

แสดงส่วนการแปลงสัญญาณดิจิทัลให้เป็นค่าของอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากตัว

ตรวจวัดแบบ RTD (Resistant Thermal Detector)

```

15700 '***** STEP 6 : CONVERT DIGITAL TO TEMPERATURE *****
15800 TEM (CHANNEL) = 0
15900 SUM = 0
16000 FOR I = 0 TO (N-1)
16100 SUM = SUM + ARY%(I)
16200 NEXT I
16300 MEAN = SUM/N
16400 TEM (CHANNEL) = MEAN*A(CHANNEL,1)-A(CHANNEL,2)
16500 RETURN

```

ส่วนของโปรแกรมการเขียนกราฟเพื่อพลอตข้อมูลลงกราฟ

```

17300 '***** PLOT X-Y AXIS *****
17400 CLS:SCREEN 2
17500 HR = -2
17600 FOR SC = 6 TO 78 STEP 5
17700 HR = HR + 2: IF HR>24 THEN GOTO 17900
17800 LOCATE 25,SC : PRINT HR;
17900 NEXT SC
18000 LOCATE 3,29:PRINT TITLE$
18200 '***** PLOT XY-COORDINATE *****
18300 LINE (50,63)-(50,183)
18400 LINE -(530,183)
18500 '***** PLOT X SCALE *****
18600 FOR I = 50 TO 530 STEP 20
18700 LINE (I,183)-(I,179)
18800 NEXT I
18900 '***** PLOT Y SCALE *****
19000 '***** FIND MINIMUM AND MAXIMUM OF ARRAY *****
19100 YMIN=Y(1,3):YMAX=Y(1,3)          ' SET INITIAL VALUES
19200 FOR I = 1 TO T6
19300 IF Y(I,3)>YMAX THEN YMAX=Y(I,3) ELSE IF Y(I,3)<YMIN THEN YMIN=Y
(I,3)
19400 NEXT I
19500 DELTA = (YMAX-YMIN)/5
19600 FOR L = 63 TO 183 STEP 10
19700 LINE (45,L)-(50,L)
19800 NEXT L

```

```

19900 LOCATE 6,3 : PRINT UNIT$
20200 LOCATE 13,2: PRINT 40
20400 LOCATE 18,2: PRINT 20
20600 LOCATE 23,2: PRINT 0
20700 LOCATE 23,70: PRINT "HOURS"
20800 RETURN

```

แสดงส่วนของการพลอตข้อมูลลงกราฟเมื่อผู้ใช้ต้องการ view คุณว
 ามของอุณหภูมิในขณะที่โปรแกรมกำลังทำงานอยู่

```

20900 '***** PLOT DATA *****
21000 FOR I = 1 TO T6
21200 LQ = 183-((Y(I,CHAN)*2)/100)
21300 LY = INT(LQ)
21400 LX = I + 50
21500 LINE -(LX,LY)
21600 NEXT I
21700 Y$=INKEY : IF Y$="" THEN 21700
21800 GOTO 7400

```

แสดงส่วนของโปรแกรมเมื่อต้องการเซตค่า Control Limit
 ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งสามารถทำได้โดยกด F6

```

21900 '***** ALTER SET POINTS *****
22000 CLS:SCREEN 0 :WIDTH 80
22100 LOCATE 1,25 :PRINT '*****'
22200 LOCATE 2,25 :PRINT '**          SETPOINT ALTERATION          **'
22300 LOCATE 3,25 :PRINT '*****'

```

```

22400 LOCATE 5,1 :PRINT "CURRENT SETPOINTS "
22500 LOCATE 7,1 :PRINT "Control Cycle           = ";TC
22600 LOCATE 8,1 :PRINT "Temperature           = ";S1
22700 LOCATE 9,1 :PRINT "Light intensity         = ";S2
22800 LOCATE 10,1:PRINT "Soil Water Tension      = ";S3
22900 LOCATE 12,1:PRINT "EC Nutrient Solution    = ";S4
23000 LOCATE 14,1:PRINT "ENTER NEW SETPOINTS BELOW "
23100 LOCATE 16,1:INPUT "Control Cycle           = ";TC
23150 LOCATE 17,1:INPUT "put hours to save data  = ";SAVETIME
23200 LOCATE 18,1:INPUT "Temperature             = ";S1
23300 LOCATE 19,1:INPUT "Light intensity         = ";S2
23400 LOCATE 20,1:INPUT "Soil Water Tension      = ";S3
23500 LOCATE 21,1:INPUT "pH Nutrient Solution    = ";S4
23600 LOCATE 22,1:INPUT "EC Nutrient Solution    = ";S5
23700 GOTO 7300

```

แสดงส่วนของโปรแกรมการวาดกราฟข้อมูลของอุณหภูมิที่อ่านจากตัวตรวจ

วัดแบบ RTD (Resistant Thermal Detector)

```

24300 TITLE$ = "TEMPERATURE"
24400 UNIT$ = "C"
24500 CHAN = 0
24600 GOSUB 17300           'PLOT X-Y AXIS
24650 GOSUB 13550
24660 IF T5 = T6 THEN Y(T6,0) = TEM(0)
24700 GOSUB 20900

```

แสดงส่วนของโปรแกรมการอ่านข้อมูลจากตัวตรวจวัดแบบ RTD เพื่อ

พลอตลงกราฟ

```
29500 '***** TAKE READING FROM SENSOR *****
30550 CHANNEL = 0
30560 GOSUB 13500
30570 IF T5 = T6 THEN Y(T6,0) = TEM(0)
30600 TITLE$ = "TEMPERATURE"
30700 UNIT$ = "C"
30800 CHAN = 0
30900 GOSUB 24800
31000 GOSUB 27300
31100 RETURN
```

เมื่อต้องการจบโปรแกรม กด F5 (END PROGRAM)

```
31200 CLOSE #1
31300 CLS:LOCATE 15,33 :PRINT "GOOD Bye. Ha !!!"
31350 LOCATE 16,35 :PRINT "END PROGRAM"
31400 END
```

เอกสารอ้างอิง

1. ดร.เสน่ห์ เอกะวิภาต, อ.จิติ หนุแก้ว, การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์วิเคราะห์และควบคุมการให้ปริมาณความชื้น การให้ปริมาณน้ำและปุ๋ยแก่พืชประเภทไม้ดอก, งานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2534, ภาควิชา ฟิลิกส์ประยุกต์, คณะ วิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, พ.ศ. 2534
2. สมชัย ลัมเจริญ, สัมฤทธิ์ จักรเพ็ชรญาณ, ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยไมโครโปรเซสเซอร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, ภาควิชา ฟิลิกส์ประยุกต์, คณะ วิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, พ.ศ. 2534
3. จิติ หนุแก้ว, เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC เข้ากับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อประยุกต์ใช้งานต่างๆ, หน้า 9-77, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535
4. พีรศักดิ์ ศรีกิ่งวาล, เร็ยภาษาเบสิก/เบสิกขั้นสูงสำหรับเครื่อง IBM PC, ซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2532
5. Willis J.Tompkins, John G.webster, Interfacing Sensors To The IBM PC, pp. 59-105, Prentice-Hall International, inc, 1988
6. USER'S MANUAL, PCL-718 High Performance Data Acquisition card, Part No. 2003718000 Rev., taiwan, 1990
7. อำนาจ แสงโนรี, การเขียนโปรแกรมภาษาเบสิก, ซีเอ็ดยูเคชั่น, ก.ท.ม., 2533
8. วิจิต ปลูกวัตร, พจนานุกรมภาษาเบสิก, ซีเอ็ดยูเคชั่น, ก.ท.ม., 2532