สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้

WATER SUPPLY FOR ORCHID NURSERY PLANT

T055714

โดย

นายแทนเทพ เลื่องสุนทร

นายสุธน กอประเสริฐสุด

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่..............................
เลขทะเบียน....55714.....
วัน,เดือน,ปี 24 พ.ค. 2548

b..............................
i..............................

ปีการศึกษา 2546

การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้
WATER SUPPLY FOR ORCHID NURSERY PLANT

โดย

นายแทนเทพ เลื่องสุนทร
นายสุธน กอประเสริฐสุด

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี
อ.พิชิต กิตตินนท์
อ.สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ประจำปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้
(Water Supply for Orchid Nursery Plant)

ผู้จัดทำ

1. นายแทนเทพ เลื่องสุนทร
2. นายสุธน กอประเสริฐสุด

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.พิชิต กิตตินนท์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้

แทนเทพ	เลื่องสุนทร	
สุธน	กอประเสริฐสุด	
รศ. เกรียงศักดิ์	สุวรรณโพธิ์ศรี	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. พิชิต	กิตตินนท์	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. สุตาภัทร	แคว้นเขาเม็ง	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้ หลักสำคัญในการควบคุมนั้นส่วนแรกประกอบไปด้วย การจ่ายน้ำในเวลาประจำ และส่วนที่สอง การคำนึงถึง อุณหภูมิ และสุดท้ายคือคำนึงถึงความชื้น การควบคุมนี้จะอาศัยระบบ PLC เป็นตัวควบคุม การทำงานก็คือเมื่อ SENSOR ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศทำการวัดสภาพภูมิอากาศก็จะส่งสัญญาณมายัง PLC เพื่อทำการเปรียบเทียบ อุณหภูมิ และความชื้น ถ้าอุณหภูมิ และความชื้น อยู่ในช่วงที่กล้วยไม้ต้องการน้ำ PLC ก็จะทำการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบจ่ายน้ำเพื่อทำการจ่ายน้ำให้กล้วยไม้ ซึ่งจะทำให้กล้วยไม้ได้รับน้ำในปริมาณและเวลาที่เหมาะสม เป็นการลดค่าใช้จ่ายให้แก่เกษตรกรในการดูแลกล้วยไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Water Supply for Orchid Nursery Plant

Thanthep	Luengsoonthorn	
Suthon	Koprasertsud	
Assoc.Prof.Kreangsak	Suwanposri	Advisor
Mr.Phichit	Kittinon	Advisor
Ms.Sutapat	Kwankhaomeng	Advisor

2003

Abstract

The aims of this project are to control and to decrease the water supply for orchid nursery.This project is presented about the water supply for orchid nursery plant in regular time. The temperature and the humidity of the ambient are indicated for this project. The water supply for orchid nursery plant are controled by PLC system which collected the temperature and humidity of ambient by measuring sensor and sent to a signal conditioning unit for modified. Within this system, it can supply water for orchid nursery plant in suitable quantity and appropriate time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
สารบัญ		ค
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1. ที่มาของโครงงาน	1
	1.2. วัตถุประสงค์	2
	1.3. ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	3
	วิธีการให้น้ำแก่พืช	3
	2.1 วิธีการให้น้ำแบบทางผิวดิน	3
	2.1.1 การให้น้ำแบบขังเป็นอ่าง	3
	2.1.2 การให้น้ำแบบไหลท่วมเป็นผืนยาว	3
	2.1.3 การให้น้ำแบบร่องคู	4
	2.2 วิธีการให้น้ำแบบทางใต้ดิน	4
	2.2.1 แบบคูเปิด	4
	2.2.2 แบบระบบท่อส่งน้ำที่ฝังใต้ดิน	4
	2.3. วิธีการให้น้ำแกพืชแบบน้ำหยด	5
	2.4. วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอยหรือระบบฝนเทียม	5
	2.4.1. การใช้น้ำแบบฉีดฝอยสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆดังนี้	6
	2.4.2. การแบ่งตามประเภทของการใช้น้ำแบบฉีดฝอย	6
	2.5 วิธีการให้น้ำแก่พืชแบบประหยัดหรือการให้น้ำแบบน้อย	7
	2.6. ท่อสำหรับระบบให้น้ำในการเกษตร	8
	2.6.1. ชนิดของท่อ	8
	2.7 ประวัติความเป็นมาของกล้วยไม้	11
	2.8 การจำแนกประเภทของกล้วยไม้	12
	2.8.1 จำแนกตามลักษณะราก	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.8.2 รากกล้วยไม้	14
	2.9 สกุลของกล้วยไม้ที่สำคัญ	14
	2.9.1 กล้วยไม้สกุลกุหลาบ	14
	2.9.2 กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี	15
	2.9.3 กล้วยไม้สกุลแวนด้า	15
	2.9.4 กล้วยไม้สกุลเข็ม	16
	2.9.5 กล้วยไม้สกุลช้าง	16
	2.9.6 กล้วยไม้สกุลฟาแลนอปซีส	17
บทที่ 3	3.1 ประวัติความเป็นมาของ PLC	19
	3.2 PLC ในปัจจุบัน	20
	3.2.1 การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์	20
	3.2.2 การพัฒนาด้านซอฟท์แวร์	21
	3.2.3 ข้อดีของ PLC เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเดิม	22
	3.4 โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบ PLC	23
	3.4.1 หน่วยประมวลผล	23
	3.4.2 หน่วยความจำ	23
	3.5 โครงสร้างและการทำงานของ PLC	24
	3.6 อุปกรณ์ต่อร่วม	25
	3.6.1 หน่วยป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE)	25
	3.6.2 เครื่องป้อนโปรแกรมผ่านจอภาพ (CRT PROGRAMMER)	25
	3.6.3 เครื่องพิมพ์ (PRINTER)	25
	3.6.4 เครื่องบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำ (MEMORY BURNER)	25
	3.6.5 จอภาพแสดงผล (TERMINAL MONITOR)	25
	3.6.6 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)	25
	3.6.7 เครื่องคอมพิวเตอร์ (COMPUTER)	25
	3.7 โครงสร้าง PLC ของ OMRON รุ่น ZEN	26
	3.7.1 หน้าจอแสดงผลและการทำงานขั้นพื้นฐาน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7.2 วิธีการเตรียม PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)	27
3.7.3 ลักษณะของปุ่มกดและหน้าที่การใช้งาน	28
3.8 การกำหนดพื้นที่การใช้งาน I / O บิท	29
3.8.1 การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุท	30
3.8.2 การเดินสายวงจรเอาท์พุท	31
3.8.3 โครงสร้างโดยรวมของ PLC ของบริษัท OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)	31
3.9 วงจรขยายสัญญาณ (OPERATIONAL AMPLIFIER : (OP-AMP))	32
3.9.1 คุณสมบัติของ OP - AMP	32
3.9.2 วงจรขยายกลับเฟส (INVERTING AMPLIFIER)	33
3.9.3 VIRTUA GROUND	33
3.9.4 INPUT IMPEDANCE	34
3.9.5 NON INVERTING AMPLIFIER	34
3.9.6 การต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับ OP - AMP	35
3.10 การศึกษาคุณสมบัติของ SENSOR	36
3.10.1 การทดลองหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	36
3.10.2 การทดลองหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR วัดความชื้น	37
3.10.3 การออกแบบวงจร SIGNAL CONDITIONING	37
3.10.4 การทดลองทดสอบ SIGNAL CONDITIONING กับ SENSOR วัดอุณหภูมิ	38
3.10.5 การทดลองทดสอบ SIGNAL CONDITIONING กับ SENSOR วัดความชื้น	39
3.11 โรงเรือน (GREENHOUSE)	39
3.11.1 ที่ตั้ง (LOCATION)	39
3.11.2 ชนิดของโรงเรือน (TYPE OF GREENHOUSE)	40
3.11.3 ลักษณะโครงสร้าง (STRUCTURE MATERIALS)	41
3.12 วัสดุคลุมโรงเรือน (COVERING)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.12.1 กระจก (GLASS)	43
	3.12.2 ไฟเบอร์กลาส (FIBERGLASS)	43
	3.12.3 พลาสติกคู่ (DOUBLE WALL PLASTIC)	43
	3.12.4 ฟิล์มพาสติก (FILM PLASTIC)	44
	3.13 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ	47
บทที่ 4	4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSORและการออกแบบวงจร SIGNAL CONDITIONING	49
	4.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	49
	4.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSOR วัดความชื้น	50
	4.1.3 ผลการทดสอบใช้งาน	51
	4.2 การทดลองเก็บข้อมูลโดยชุดเก็บข้อมูล	52
	4.2.1 การทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	52
	4.2.2 การทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น	53
	4.2.3 การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน	53
	4.2.4 การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATALOGGER	54
	4.2.5 การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATALOGGER	54
	4.2.6 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบ	55
	4.2.7 ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างโรงเรือนที่ใช้ระบบอัติโนมัติกับโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัติโนมัติ	57
บทที่ 5	5.1 สรุปผล	59
	5.2 ข้อเสนอแนะ	60
	ภาคผนวก	
	กิตติกรรมประกาศ	
	หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 3.1	จอแสดงผลของ PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)	26
ภาพที่ 3.2	ขนาดมาตรฐานของ PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)	26
ภาพที่ 3.3	วิธีการเตรียม PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)	27
ภาพที่ 3.4	ลักษณะของปุ่มกดและหน้าที่การใช้งาน	28
ภาพที่ 3.5	แสดงการต่อตัว EXPANSION UNIT	29
ภาพที่ 3.6	แสดงการต่อตัว EXPANSION UNIT	29
ภาพที่ 3.7	การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุท	30
ภาพที่ 3.8	การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุทแบบอนาล็อก	30
ภาพที่ 3.8	แสดงการเดินสายวงจรเอาท์พุท	31
ภาพที่ 3.9	โครงสร้างโดยรวมของ PLC ของบริษัท OMRON รุ่น ZEN(LCD CPU UNITS)	31
ภาพที่ 3.10	แสดงโครงสร้างภายในของ OP – AMP	32
ภาพที่ 3.11	แสดงสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ OP - AMP	32
ภาพที่ 3.12	วงจรขยายกลับเฟส	33
ภาพที่ 3.13	NON INVERTING AMPLIFIER	34
ภาพที่ 3.14	แสดงหลักการของ VIRTUAL SHORT	35
ภาพที่ 3.15	(ก) แสดงชื่อขาสัญญาณต่างๆของ OP-AMP	35
ภาพที่ 3.16	การเลือกทำเลที่ตั้งของโรงเรือนควรคำนึงถึงการบังเงาของแสงในทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว	40
ภาพที่ 3.17	LEAN-TO	40
ภาพที่ 3.18	EVAN-SPAN	41
ภาพที่ 3.19	FREESTANDING STRUCTURES	41
ภาพที่ 3.20	WINDOW-MOUNTED	41
ภาพที่ 3.21	ลักษณะโรงเรือนในลักษณะต่างๆ	42
ภาพที่ 3.22	ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน FRONT VIEW	47
ภาพที่ 3.23	ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน TOP VIEW	47
ภาพที่ 3.24	ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน SIDE VIEW	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 3.25	ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบรูป ISOMETRIC	47
ภาพที่ 4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ SENSOR (R)	49
ภาพที่ 4.2	วงจร SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	49
ภาพที่ 4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้น กับ SENSOR (RH%)	50
ภาพที่ 4.4	วงจร SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น	50
ภาพที่ 4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า V_{out} กับ อุณหภูมิ (°C)	51
ภาพที่ 4.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า V_{out} กับ ความชื้น (RH%)	52
ภาพที่ 4.7	กราฟแสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลา 06.00 –18.40 น.	52
ภาพที่ 4.8	กราฟแสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลา 06.00 –18.40 น.	53
ภาพที่ 4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลากับความชื้น (RH%)	53
ภาพที่ 4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลา กับ อุณหภูมิ (°C)	54
ภาพที่ 4.11	กราฟแสดงการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลา 06.15 –05.55 น.	54
ภาพที่ 4.12	กราฟแสดงการเก็บข้อมูล ในช่วงเวลา 06.15 –05.55 น.	55
ภาพที่ 4.13	กราฟแสดงผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัตโนมัติ	55
ภาพที่ 4.14	กราฟแสดงผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่จังหวัดสุพรรณบุรี	56
ภาพที่ 4.15	กราฟแสดงผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่ใช้ระบบอัตโนมัติ	56
ภาพที่ 4.16	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณการใช้น้ำ	57
ภาพที่ 4.17	ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิภายในโรงเรือนและภายนอกโรงเรือน	57
ภาพที่ 4.18	ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างความชื้นภายในโรงเรือนและภายนอกโรงเรือน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	ดอกกล้วยไม้สด : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน	1
ตารางที่ 1.2	กล้วยไม้ : เนื้อที่ปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ พ.ศ. 2537 – 2544	2
ตารางที่ 3.1	การเปรียบเทียบระหว่างระบบซีเควิ้นซ์ (SEQUENCE) กับระบบPLC	22
ตารางที่ 3.2	รายชื่อปุ่มกดใช้งานและหน้าที่การใช้งาน	28
ตารางที่ 3.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวัสดุคลุม	44
ตารางที่ 3.4	คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุคลุม	45
ตารางที่ 4.1	แสดงช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบวงจรภาพที่ 4.1	49
ตารางที่ 4.2	แสดงช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบวงจรภาพที่ 4.2	49
ตารางที่ ก.1	ค่าที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	63
ตารางที่ ก.2	ค่าที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของ SENSOR วัดความชื้น	65
ตารางที่ ก.3	ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ	66
ตารางที่ ก.4	ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น	67
ตารางที่ ก.5	การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน	68
ตารางที่ ก.6	ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้นอุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER	69
ตารางที่ ก.7	ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยไม่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ	78
ตารางที่ ก.8	ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่ จังหวัดสุพรรณบุรี	79
ตารางที่ ก.9	ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ	80
ตารางที่ ก.10	ผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนที่ปรับปรุง	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการส่งออกกล้วยไม้ของประเทศได้มีแนวโน้มสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นปริมาณหรือมูลค่าทำรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมากซึ่งสามารถดูได้จากตารางที่ 1.1 และ 1.2 แต่เกษตรกรที่เพาะเลี้ยงกล้วยไม้ภายในประเทศปัจจุบันยังใช้ประสบการณ์ความรู้สึกในการดูแลกล้วยไม้ ทำให้หลายครั้งที่สภาวะแวดล้อมที่กล้วยไม้ได้รับไม่เหมาะสม ปริมาณน้ำที่ได้รับไม่แน่นอน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

ตารางที่ 1.1 ดอกกล้วยไม้สด : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน

หน่วย : ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2543		2544		2545		2546	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	มูลค่า	ปริมาณ
มค.	489	59.61	1,191	132.02	1,191	132.02	59.61	1,606
กพ.	616	64.43	1,282	137.57	1,282	137.57	64.43	1,085
มีค.	480	52.91	1,232	139.29	1,232	139.29	52.91	1,040
เมย.	1,261	91.33	965	106.12	965	106.12	91.33	974
พค.	869	105.33	1,145	136.54	1,145	136.54	105.33	1,060
มิย.	756	75.68	953	109.46	953	109.46	75.68	868
กค.	856	87.56	952	104.83	952	104.83	87.56	901
สค.	1,065	107.90	1,219	138.20	1,219	138.20	107.90	1,146
กย.	1,300	131.97	1,424	167.18	1,424	167.18	131.97	1,340
ตค.	1,601	160.46	1,691	179.10	1,691	179.10	160.46	1,544
พย.	1,140	128.30	1,348	143.16	1,348	143.16	128.30	1,164
ธค.	1,345	165.75	1,569	159.58	1,569	159.58	165.75	1,213
รวม	**11,778**	**1,231.23**	**14,971**	**1,653.05**	**14,971**	**1,653.05**	**1,231.23**	**13,941**

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 กล้วยไม้ :เนื้อที่ปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ พ.ศ. 2537 – 2544

พ.ศ.	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2537	14,412	1,797
2538	14,853	1,711
2539	14,400	1,850
2540	14,500	1,850
2541	14,000	1,800
2542	14,139	2,092
2543	14,319	2,117
(f) 2544	14,503	2,127

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร

การที่จะดูแลกล้วยไม้ให้เจริญเติบโตอย่างเต็มที่ตามช่วงอายุของกล้วยไม้ จำเป็นที่จะต้องให้กล้วยไม้ได้อาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่กล้วยไม้ต้องการ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญเหล่านี้ประกอบไปด้วย การจ่ายน้ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต้องอยู่ในช่วงที่กล้วยไม้ต้องการ โครงงานนี้จะศึกษาถึงการควบคุมการจ่ายน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ในช่วงที่กล้วยไม้ต้องการโดยระบบควบคุม PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) เพื่อที่จะให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายในเรื่องน้ำที่ใช้ออกไป ค่าจ้างแรงงานคนดูแล ซึ่งจะเป็นแนวทางที่จะนำระบบ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ไปควบคุมระบบอื่นๆ เช่น การจ่ายปุ๋ยและสารเคมี

1.2 วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นๆ
3. ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในเรื่องน้ำ และค่าจ้างแรงงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ควบคุมการจ่ายน้ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยระบบ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 วิธีการให้น้ำแก่พืช[1,2]

การที่จะกำหนดหรือเลือกวิธีการให้น้ำแก่พืชนั้น ผู้ส่งน้ำจะต้องทราบถึงแนวคิดในการให้น้ำแก่พืช แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการส่งน้ำให้แก่พืชเสียก่อน แล้วจึงไปเลือกวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยวิธีการที่เหมาะสมต่อๆไป วิธีการให้น้ำแก่พืชอาจจะกระทำได้หลายวิธีซึ่งการที่จะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของพืช ลักษณะของพื้นที่ วิธีการเพาะปลูก ชนิดของพืชที่ปลูก สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำต้นทุนที่จะนำมาให้แก่พืช ลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยทั่วๆไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการให้น้ำชลประทานที่นิยมปฏิบัติกันในประเทศไทยแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ๆคือ วิธีการให้น้ำทางผิวดิน วิธีการให้น้ำทางใต้ดิน วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอยและวิธีการให้น้ำแบบหยด

2.1.1 วิธีการให้น้ำแบบทางผิวดิน (SURFACE IRRIGATION)

การให้น้ำทางผิวดินเป็นวิธีที่เกษตรกรใช้กันมากตั้งแต่สมัยโบราณ เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยให้น้ำขังหรือไหลไปบนผิวดินและซึมลงไปในดินตรงบริเวณที่น้ำขังหรือไหลผ่าน เพื่อเก็บความชื้นไว้ให้แก่พืช โดยในปัจจุบันมีวิธีการให้น้ำทางผิวดินให้เลือกได้มากมายหลายรูปแบบ ตามความเหมาะสม แต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปคือการให้น้ำแบบท่วมเป็นอ่าง การให้น้ำแบบท่วมเป็นผืนและการให้น้ำแบบร่องคู

ก. การให้น้ำแบบขังเป็นอ่าง (BASIN IRRIGATION)

ที่มีแปลงให้น้ำและคันดิน เพื่อล้อมรอบหรือบังคับการไหลของน้ำแบบต่างๆ เช่น แปลงให้น้ำแบบสี่เหลี่ยม เช่น นาข้าว การให้น้ำในคันดินรูปวงกลมรอบโคนต้นไม้

ข. การให้น้ำแบบไหลท่วมเป็นผืนยาว (BORDER IRRIGATION)

เป็นการจัดทำคันนาขนาดเล็กขนานไปตามแนวลาดต่ำเพื่อแบ่งเป็นแปลงขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การให้น้ำแบบร่องคู (**FURROW IRRIGATION**)

เป็นการส่งน้ำไปตามร่องระหว่างแถวที่ปลูก เช่นการให้รองน้ำแบบร่องลูกฟูกและการให้ร่องน้ำแบบซิกแซกการที่จะพิจารณาให้น้ำแบบไหนนั้นจะพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ความลาดเทของพื้นที่ รูปร่างของร่องคู ระยะห่างระหว่างร่องความลาดเท ความยาวของร่อง ระยะเวลาในการปล่อยน้ำเข้าร่องและอัตราการให้น้ำในร่อง เป็นต้น นอกจากนี้ยังแบ่งย่อยออกไปได้อีกหลายแบบ อย่างไรก็ตามบางท้องที่อาจไม่สามารถใช้แบบใดแบบหนึ่งได้เลย เนื่องจากค่าลงทุนสูงเกินไป ดังนั้นการเลือกวิธีการให้น้ำที่ไม่เหมาะสมนอกจากจะทำให้ค่าลงทุนสูงและได้ประโยชน์ไม่คุ้มค่าแล้วยังอาจทำให้พื้นที่เพาะปลูกเสียหายได้ เช่น ทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงจนพื้นที่นั้นไม่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก หรืออาจจะทำให้เกลือใต้ผิวดินขึ้นบนผิวดินเป็นต้น

นอกจากนี้วิธีการให้น้ำทางผิวดินเป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองน้ำมากและทำให้เกิดภัยดินหรือการกัดพา (EROSION) ดินสูงอีกด้วยการให้น้ำแก่พืช โดยวิธีบนผิวดินจะมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 40- 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่ที่ว่ามีการจัดการน้ำดีพอมากน้อยเพียงใด

2.2 วิธีการให้น้ำทางใต้ดิน (**SUBSURFACE IRRIGATION**)

การให้น้ำแก่พืชทางใต้ผิวดิน เป็นการให้น้ำแก่พืชโดยการยกระดับน้ำใต้ดินให้ถึงเขตรากพืช ซึ่งระดับน้ำใต้ดินในขณะที่ให้น้ำนั้นอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตรทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะดินและความลึกของเขตรากพืชที่ปลูก น้ำจะไหลไปสู่จุดต่างๆในเขตรากโดยการดูดซับ การให้น้ำทางใต้ดินทำได้ 2 วิธี คือ

2.2.1 แบบคูน้ำเปิด

เป็นการให้น้ำในคูไหลลงไปในดิน จนระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นมาถึงบริเวณที่พืชสามารถดูดเอาขึ้นมาใช้ได้ เราเรียกวิธีนี้ว่า การยกระดับน้ำใต้ผิวดินตัวอย่างที่เห็นได้ทั่วไปคือแบบคูน้ำเปิดแบบขุดคูยกร่องสวนไม้ผลและผัก

2.2.2 แบบระบบท่อส่งน้ำที่ฝังใต้ดิน

โดยมากใช้กับพื้นที่เพาะปลูกเล็กๆ ซึ่งมีลักษณะดินดีและใช้ปลูกพืชที่ได้ราคาสูงโดยปกติท่อใต้ดินเป็นท่อคอนกรีตหรือท่อดินเผา ท่อสายใหญ่เป็นท่อขนาด 0.10-0.12 เมตร ฝังไว้ใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่สูงซึ่งพยายามให้ส่งน้ำได้ทั้งสองข้าง ท่อสาขาซึ่งรับน้ำไปให้พืชเป็นท่อเล็กขนาด 0.07 เมตรท่อสาขานี้ตรงรอยต่อระหว่างท่อแต่ละท่อเข้าทิ้งหัวต่อเปิดไว้ ดังนั้นน้ำจึงรั่วออกจากท่อตรงรอยต่อเหล่านี้ได้ เพื่อป้องกันมิให้ทรายหรือดินเข้าไปอุดท่อก็ใช้กรวดเม็ดเล็กหุ้มรอยต่อไว้ เพื่อทำหน้าที่ช่วยในการกรองสิ่งที่จะมาทำให้อุดตันท่อการให้น้ำแก่พืชโดยวิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมปฏิบัติกันในบ้านเรานัก เพราะมีข้อจำกัดมากมายประสิทธิภาพของการให้น้ำแบบนี้จะอยู่ในระหว่าง 30-50 เปอร์เซ็นต์

2.3 วิธีการให้น้ำแก่พืชแบบน้ำหยด (DRIP OR TRICKLE IRRIGATION)

เป็นการส่งน้ำลงสู่พื้นดิน ณ บริเวณที่มีรากพืชปลูกอยู่อย่างสม่ำเสมอด้วยจำนวนน้ำที่ออกมาทีละน้อย โดยรักษาความชื้นในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกคือที่จุดความชื้นชลประทาน (FIELD CAPACITY)

2.4 วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอยหรือระบบฝนเทียม (SPRINKLER IRRIGATION)

การให้น้ำแก่พืชแบบฉีดฝอยเป็นการกระทำ โดยน้ำที่จะให้พืชจะถูกสูบจากแหล่งน้ำผ่านท่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วย แรงดันสูงและให้น้ำพ่นเป็นฝอยออกทางหัวฉีด หรือตามรูที่เจาะไว้ตามท่อขึ้นไปในอากาศ แล้วปล่อยให้น้ำแพร่กระจายแล้วตกลงมาบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปทรงการกระจายของเม็ดน้ำสม่ำเสมอและอัตราของน้ำที่ตกลงบนพื้นจะต้องน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำเข้าไปในดิน เนื่องจากการให้น้ำแบบนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝน ดังนั้นบางคนจึงเรียกการให้น้ำแบบนี้ว่า การให้น้ำแบบฝนโปรย

วิธีการให้น้ำแก่พืชแบบนี้สามารถส่งน้ำที่ต้องการได้อย่างประหยัด รวดเร็วและสม่ำเสมอ มีประสิทธิภาพสูงแต่ราคาลงทุนครั้งแรกก็สูงเช่นกัน อย่างไรก็ตามบางครั้งการให้น้ำระบบนี้ก็คุ้มค่าในการลงทุน จึงควรรู้หลักการคร่าวๆ เพื่อประกอบการพิจารณาว่าสมควรหรือเหมาะกับพื้นที่และพืชชนิดใดหรือไม่ เพราะปัจจุบันดูเหมือนว่าจะเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ยิ่งในอนาคตแล้วแนวโน้มในการใช้ระบบน้ำจะมีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีรูปแบบให้เกษตรกรได้เลือกใช้หลายแบบตามความต้องการและกำลังเงินทุนที่มีอยู่การให้น้ำแก้พืชโดยวิธีฉีดฝอยนี้จะมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 75-80 เปอร์เซ็นต์

โดยสรุปการให้แก่พืชโดยวิธีฉีดฝอยเป็นวิธีการให้น้ำ โดยการฉีดพ่นน้ำจากหัวฉีดภายใต้แรงดันที่เหมาะสม ขึ้นไปบนอากาศที่มีการแพร่กระจายของน้ำ โดยสม่ำเสมอและอัตราของน้ำที่ตกลงสู่พื้นที่ปลูกน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำลงไปในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การใช้น้ำแบบฉีดฝอยสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

ก. การแบ่งตามประเภทแรงดันของการใช้น้ำแบบฉีดฝอย

การแบ่งตามประเภทแรงดันของการใช้น้ำแบบฉีดฝอย แบ่งออกเป็น

(1) ประเภทความดันสูง (HIGH PRESSURE)ใช้ความดันสูงกว่า 4 บรรยากาศขึ้นไปใช้กับ ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นสูง(HDPE, HIGH DENSITY POLYETHYLENE) คือมีความหนาแน่นมากกว่า 0.940 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ท่อชนิดนี้นอกจากใช้ในการเกษตรแล้วปัจจุบันได้นำไปใช้ในการประปาแทน

(2) ประเภทความดันปานกลาง (INTERMEDIATE PRESSURE) ใช้ความดัน 2 ถึง 4 บรรยากาศ ใช้กับ ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นปานกลาง(LLDPE, LINEAR POLYETHYLENE) คือ มีความหนาแน่น 0.915-0.9350 กรัมต่อตารางเซนติเมตร มีคุณสมบัติคล้ายท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำ แตกต่างกันที่การจับตัวของโมเลกุล ทำให้เนื้อท่อแน่นกว่าท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำแต่ไม่แน่นเท่าท่อพีอีที่มีความหนาแน่นสูง

(3) ประเภทความดันต่ำ (LOW PRESSURE) มักใช้ความดันระหว่าง 1/3 ถึง 2 บรรยากาศ ใช้กับ ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE, LOW DENSITY POLYETHYLENE) คือ มีความหนาแน่น 0.918-0.935 กรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื่องจากเนื้อวัสดุมีความหนาแน่นต่ำท่อจึงอ่อนตัวถูกตัดขาดได้โดยง่ายด้วยของมีคมและเสื่อมคุณภาพง่ายเมื่อถูกแดด ส่วนใหญ่จะใช้เป็นท่อแขนงเป็นท่อติดตั้งหัวกระจายน้ำ ขนาดที่ผลิตมีตั้งแต่ 4-32 มิลลิเมตร แต่ที่ใช้มากคือขนาด 16-25 มิลลิเมตร

2.4.2 การแบ่งตามประเภทของการใช้น้ำแบบฉีดฝอย

การแบ่งตามประเภทของการใช้น้ำแบบฉีดฝอย แบ่งออกเป็น

ก. หัวฉีดแบบนิ่ง (STATIONARY SPRINKLER)

หัวฉีดแบบนิ่ง (STATIONARY SPRINKLER) แบ่งออกเป็น

(1) หัวฉีดน้ำแบบท่อเจาะรู (PERFORATED PIPE SPRINKLER)
(2) หัวฉีดน้ำแบบเพาะชำ (NURSERY SPRINKLER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. หัวฉีดน้ำแบบหมุน (ROTATING SPRINKLER)

(1) หัวฉีดน้ำแบบหมุนธรรมดา(WHIRTING SPRINKLER)

(2) หัวฉีดน้ำแบบหมุนด้วยค้อน(HAMMER-WEDGE-SPRING SPRINKLER)

ค. การแบ่งตามระบบการให้น้ำแบบฉีดฝอย

(1) แบบติดอยู่กับที่ (PERMANENT SYSTEM)

(2) แบบเคลื่อนย้ายได้เพียงบางส่วน(SEMI-PORTABLE SYSTEM)

(3) แบบเคลื่อนย้ายได้ทั้งหมด(PORTABLE SYSTEM)

2.5 วิธีการให้น้ำแก่พืชแบบประหยัด หรือการให้น้ำแบบน้ำน้อย

หลักการให้น้ำแก่พืชแบบระบบประหยัดหรือการให้น้ำแบบน้ำน้อย(MICRO IRRIGATION) เป็นการให้น้ำครั้งละน้อยๆแต่บ่อยครั้งด้วยอัตราการให้น้ำ (APPLICATION RATE) ที่ต่ำและไม่ครอบคลุมพื้นที่เขคราก โดยอาศัยคุณสมบัติของดินช่วยในการแพร่กระจายน้ำออกไปรอบข้างเพื่อให้ปริมาตรดินเปียกอยู่ในวงที่จำกัด และเป็นระบบการให้น้ำที่ไม่มีการซ้อนทับ(OVERLAP)ของวงเปียก เช่นระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ (MINI SPRINKLER) ไมโครสปริงเกอร์(MICRO SPRINKLER) ไมโครเจ็ท (MICRO -JET) ไมโครสเปรย์(MICRO SPRAY) มิสสเปรย์ (MIST-SPRAY) ซึ่งมีรูปแบบของการจ่ายน้ำในระบบให้น้ำระบบประหยัดมีดังนี้

(1) มิสสเปรย์ (MIST SPRAY) นอกจากจะเป็นระบบให้น้ำแล้วยังเป็นระบบที่ใช้ในการปรับสภาวะแวดล้อมด้วยกลุ่มละอองน้ำขนาดเล็กมากทำให้ความชื้นบริเวณรอบๆสูงขึ้น

(2) เจ็ทสเปรย์ (JET SPRAY) เป็นระบบที่พ่นน้ำออกมาเป็นเส้นน้ำเล็กๆหลายๆเส้นด้วยมุมกว้างแบบต่างๆ เช่น 90, 180 หรือ 360 องศา ในรัศมีประมาณ 2 เมตร

(3) ไมโครเจ็ท (MICRO JET) เป็นระบบที่พ่นน้ำออกมาเป็นสายละอองน้ำขนาดเล็กคล้ายร่มด้วยมุมกว้างขนาดต่างๆ เช่น 90, 180 หรือ 360 องศา ในรัศมีประมาณ 2 เมตร

(4) ไมโครสเปรย์ (MICRO SPRAY) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาจากการรวมระบบเจ็ทสเปรย์กับระบบไมโครเจ็ทดังนั้น จึงเป็นระบบที่พ่นน้ำออกมาเป็นสายน้ำขนาดเล็กหลายเส้นผสมกับสายละอองน้ำขนาดเล็กคล้ายร่มด้วยมุมกว้างขนาดต่างๆ เช่น 90 ,180 หรือ 360 องศาในรัศมีประมาณ 2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) มินิสปริงเกอร์ (MINI SPRINKERS) เป็นระบบที่ให้น้ำด้วยอัตราการไหลของน้ำ 90-250 ลิตรต่อชั่วโมง ผ่านท่อไมโครทิวบ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่าไปกระทบกับหัวเหวี่ยงที่หมุนรอบตัวเองเกิดเป็นเม็ดน้ำเหวี่ยงกระจายออกไปรอบๆ หัวจ่ายน้ำด้วยแรงเหวี่ยงในรัศมีตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป

(6) ไมโครสปริงเกอร์ (MICRO SPRINKLERS) เป็นระบบให้น้ำด้วยอัตราการไหลของน้ำระหว่าง 20 ถึง 90 ลิตรต่อชั่วโมง ตัวเสื้อของสปริงเกอร์จะเล็กกว่าไมโครสปริงเกอร์ผ่านท่อไมโครทิวบ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตรลงมาไปกระทบกันกับหัวเหวี่ยงที่หมุนรอบตัวเองเกิดเป็นเม็ดน้ำเหวี่ยงกระจายออกไปรอบๆหัวจ่ายน้ำด้วยแรงเหวี่ยงในรัศมีตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป

ปกติแล้วการกระทบของน้ำกับหัวเหวี่ยง(ของระบบมินิสปริงเกอร์และระบบไมโครสปริงเกอร์ที่ชาวสวนทั่วไปเรียกว่า หัวน้ำเหวี่ยง ที่หมุนรอบตัวเองได้นี้ จะมีรัศมีการกระจายน้ำที่กว้างกว่าการให้น้ำของระบบเจ็ทสเปรย์ ไมโครเจ็ทและไมโครสเปรย์

อนึ่งระบบมินิสปริงเกอร์แตกต่างกับระบบไมโครสปริงเกอร์คือ อัตราการให้น้ำ ขนาดของท่อไมโครทิวบ์ และตัวเสื้อของสปริงเกอร์การจำแนกรูปแบบการจ่ายน้ำในระบบให้น้ำแบบประหยัดที่กล่าวมานี้ เป็นการจำแนกเพื่อสร้างความเข้าใจและใช้ประโยชน์ ในการศึกษาอาจแตกต่างกับการจำแนกของบริษัทผู้ผลิตดังนั้นในการเลือกใช้งานนั้นขอให้พิจารณาคุณสมบัติองหัวจ่ายน้ำเป็นหลัก

2.6 ท่อสำหรับระบบให้น้ำในการเกษตร

2.6.1 ชนิดของท่อ

จากการที่ถูกใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้มีความจำเป็น ต้องใช้ท่อที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน เพื่อให้สามารถรับภาระที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการใช้งานและสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันและความคงทนแข็งแรงที่ต้องการแตกต่างกันในแต่ละจุด ท่อจึงมีหลายชนิดด้วยกันแต่ที่นิยมใช้ในระบบให้น้ำได้แก่

(1) ท่อเหล็ก

(2) ท่ออลูมิเนียม

(3) ท่อซีเมนต์ใยหิน

(4) ท่อพีวีซี หรือโพลิไวนิลคลอไรด์(PVC, POLYVINYL CHIORIDE)

(5) ท่อพีอีหรือโพลิเอทิลีน(PE, POLYETHYLENE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อแต่ละชนิดต่างมีจุดเด่นและจุดด้อยที่ต่างกันจะพบว่าในระบบที่ให้น้ำจะมีการใช้ท่อมากกว่า 1 ชนิดตามลักษณะความต้องการในการใช้งาน

ก. ท่อพีวีซีหรือโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC, POLYVINYL CHIORIDE)

เป็นท่อชนิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันนี้ เนื่องจากราคาถูกเมื่อเทียบกับท่อชนิดอื่นๆที่กล่าวมาแล้วหาซื้อได้ง่าย มีน้ำหนักเบา เชื่อมต่อง่ายใช้ได้ทั้งกาวและเกลียว ไม่ต้องใช้ช่างที่มีฝีมือสูงในการติดตั้งและสามารถต่อเชื่อมกับท่อชนิดอื่นๆได้ด้วย นอกจากนี้ยังไม่เป็นสนิมและทนต่อการกัดกร่อนของกรดและสารเคมีด้วย แต่มีข้อเสียที่แตกหักได้ถ้าถูกกดทับโดยตรงด้วยน้ำหนักมากๆ ท่อพีวีซีชนิดสีฟ้าที่ผลิตในประเทศไทย ผลิตตามมาตรฐาน มาตรฐานอุตสาหกรรม 17-2523 ซึ่งท่อพีวีซี ชนิดสีฟ้าเท่านั้นที่เหมาะสมนำมาใช้ในระบบให้น้ำ เพราะท่อพีวีซีชนิดสีอื่นๆ (เหลือง และเทา)มีความบางกว่าท่อสีฟ้าทำให้ไม่สามารถรับแรงดันน้ำสูงๆได้

ข. ท่อพีอีหรือโพลิเอทิลีน (PE, POLYETHYLENE)

เป็นท่อสีดำจึงนิยมเรียกว่า ท่อดำ เป็นท่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการเกษตรโดยเฉพาะ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าท่อชนิดอื่นๆตัดต่อง่าย ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการเจาะติดตั้งหัวกระจายน้ำมีน้ำหนักเบาและสามารถขดเป็นม้วนได้ในท่อขนาดเล็กทำให้สะดวกในการขนย้าย นอกจากนี้ยังผลิตให้มีความยาว 50 ถึง 200 เมตร จึงลดจำนวนข้อต่อที่ต้องใช้ลงไปได้มาก ทำให้จุดที่จะรั่วจากการใช้ข้อต่อลดลงไปด้วย ข้อดีของท่อพีอีที่เหนือกว่าท่อพีวีซี คือ มีความหยุ่นตัวสูงกว่า สามารถรับน้ำหนักกดทับได้โดยตรงโดยไม่แตกหัก

ปัจจุบันนี้ ในท้องตลาดมีทั้งท่อ พีอี ที่ผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนราคาของท่อนำเข้าจะสูงกว่าท่อที่ผลิตในประเทศ เนื่องจากต้นทุนวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่เม็ดพลาสติกในประเทศ มีราคาแพงกว่าในต่างประเทศ ทำให้ต้นทุน ในการผลิตท่อในประเทศสูง ผู้ผลิตบางรายจึงพยายามลดต้นทุนเพื่อให้มีราคาถูกกว่าท่อนำเข้ามากๆโดยการผสมพลาสติกใช้แล้วลงไปในวัตถุดิบทำให้คุณสมบัติของท่อที่ผลิตออกมาไม่ได้มาตรฐานและขณะนี้ยังไม่มี มาตรฐานอุตสาหกรรมออกมาบังคับใช้กับท่อ พีอี ชนิดที่ใช้ในการเกษตร (LDPE) มีแต่มาตรฐานอุตสาหกรรมเลขที่ 982-2533 ซึ่งใช้บังคับใช้กับท่อ พีอีชนิดความหนาแน่นสูง(HDPE)ที่ใช้ในการประปา ดังนั้นท่อพีอีส่วนใหญ่จึงผลิตตามมาตรฐานสากล ISO หรือ DIN ท่อที่ไม่ได้มาตรฐานจะมีความหนามากกว่าท่อมาตรฐานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาจะไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถใช้ต่อกับข้อต่อมาตรฐานได้สนิทและมักจะแตกเป็นทางยางเมื่อนำไปใช้งาน

ค. ท่อพีอีหรือโพลิเอทิลีน (PE, POLYETHYLENE)

ท่อพีอีหรือโพลิเอทิลีน(PE, POLYETHYLENE) แบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

(1) ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE, LOW DENSITY POLYETHYLENE)

คือ มีความหนาแน่น 0.918-0.935 กรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื่องจากเนื้อวัสดุมีความหนาแน่นต่ำท่อจึงอ่อนตัวถูกตัดขาดได้โดยง่าย ด้วยของมีคมและเสื่อมคุณภาพง่ายเมื่อถูกแดด ส่วนใหญ่จะใช้เป็นท่อแขนงเป็นท่อติดตั้งหัวกระจายน้ำ ขนาดที่ผลิตมีตั้งแต่ 4-32 มิลลิเมตร แต่ที่ใช้มากคือขนาด 16-25 มิลลิเมตร

(2) ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นสูง(HDPE, HIGH DENSITY POLYETHYLENE)

คือมีความหนาแน่นมากกว่า 0.940 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ท่อชนิดนี้นอกจากใช้ในการเกษตรแล้วปัจจุบันได้นำไปใช้ในการประปาแทน โดยที่ท่อชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นท่อประธานหรือท่อ รองประธานที่มีขนาดตั้งแต่ 32 มิลลิเมตรขึ้นไป เนื้อท่อจะแน่นและแข็งยากต่อการตัดขาดด้วยของมีคมความยืดหยุ่นจึงน้อยกว่าท่อพีอี ที่มีความหนาแน่นต่ำ การต่อเชื่อมจึงไม่เหมือนกันด้วย โดยที่ท่อพีอีที่มีความหนาแน่นสูง มีวิธีเชื่อมต่อได้ 2 วิธีคือ เชื่อมต่อแบบชน ซึ่งใช้ความร้อนหลอมและอัดด้วยแรงดันให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้หน้าจาน(ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ)และวิธีใช้ข้อต่อชนิดสวมรัดขนาดท่อที่ผลิตมีตั้งแต่ 16-1200 มิลลิเมตรแต่ขนาดที่ใช้มากมีขนาด ตั้งแต่ 32-400 มิลลิเมตร

(3) ท่อพีอีชนิดความหนาแน่นปานกลาง (LLDPE, LINEAR POLYETHYLENE)

คือมีความหนาแน่น 0.915-0.935 กรัมต่อตารางเซนติเมตร มีคุณสมบัติคล้ายท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำ แตกต่างกันที่การจับตัวของโมเลกุล ทำให้เนื้อท่อแน่นกว่าท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำแต่ไม่แน่นเท่าท่อพีอีที่มีความหนาแน่นสูงในการใช้งานและการต่อเหมือนท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำแต่มีราคาแพงกว่าท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำเล็กน้อยใช้เป็นท่อแขนงเช่นเดียวกับท่อพีอีที่มีความหนาแน่นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ประวัติและความเป็นมาของกล้วยไม้

กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในวงศ์ ORCHIDACEAE เป็นไม้ตัดดอกยอดนิยม เนื่องจากมีลักษณะดอกและสีสันลวดลายสวยงาม เป็นไม้ตัดดอกที่มีอายุการใช้งานได้นาน กล้วยไม้เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของไทย เพราะเป็นไม้ส่งออกขายต่างประเทศทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท มีการปลูกเลี้ยงอย่างครบวงจร ตั้งแต่การผสมเกสร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เลี้ยงลูกกล้วยไม้ เลี้ยงต้นกล้วยไม้จนกระทั่งให้ดอก ตัดดอกบรรจุหีบห่อและส่งออกเอง

แหล่งกำเนิดกล้วยไม้ป่าที่สำคัญของโลกมี 2 แหล่งใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ลาตินอเมริกา กับเอเชียแปซิฟิค สำหรับในลาตินอเมริกาเป็นอาณาบริเวณอเมริกากลางติดต่อกับเขตเหนือของอเมริกาใต้ ส่วนแหล่งกำเนิดกล้วยไม้ป่าในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก มีประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง จากการค้นพบประเทศไทยมีพันธุ์กล้วยไม้ป่าเป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการเจริญงอกงามของกล้วยไม้มาก และกล้วยไม้ป่าที่ในพบในภูมิภาคแถบนี้มีลักษณะเด่นที่เป็นเอกลักษณ์ของตการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ในประเทศไทย

จากการสำรวจในอดีตพบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีกล้วยไม้อยู่ในป่าธรรมชาติไม่ต่ำกว่า 1,000 ชนิด ทั้งประเภทที่พบอยู่บนต้นไม้ บนพื้นผิวของภูเขาและบนพื้นดิน สรุปได้ว่าสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติของประเทศไทยเอื้ออำนวยแก่การเจริญงอกงามของกล้วยไม้เป็นอย่างมาก ในอดีตชาวชนบทของไทย โดยเฉพาะในแหล่งที่เคยมีกล้วยไม้ป่าอุดมสมบูรณ์ ได้นำกล้ายไม้ป่ามาปลูกเลี้ยงโดยเลียนแบบธรรมชาติ โดยนำกล้วยไม้มาปลูกไว้กับต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้ๆ บ้านเรือน การเลี้ยงกล้วยไม้เริ่มเปลี่ยนมาเป็นการปลูกเลี้ยงอย่างจริงจังโดยชาวตะวันตกผู้หนึ่ง ที่เข้ามาทำธุรกิจในประเทศไทย เห็นว่าสภาพแวดล้อมของประเทศไทยเหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ จึงได้สร้างเรือนกล้วยไม้อย่างง่ายๆ และนำเอากล้วยไม้ป่าจากเขตร้อนของอเมริกา ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดกล้วยไม้ป่าแหล่งใหญ่แหล่งหนึ่งของโลก ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากกล้วยไม้ในเอเชียและเอเชียแปซิฟิก โดยนำมาปลูกเลี้ยงเป็นงานอดิเรกในขณะเดียวกันก็มีเจ้านายชั้นสูงและบรรดาข้าราชการที่ใกล้ชิด ให้ความสนใจเลี้ยงกล้วยไม้เป็นงานอดิเรกเช่นกัน นอกจากนั้นก็ยังมีกลุ่มบุคคลสูงอายุซึ่งเลี้ยงกล้วยไม้เพื่อความสุขทางใจ การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ อย่างไรก็ตามการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ยังคงจำกัดอยู่ในวงแคบ คือ ในกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มผู้มีเงินในยุคนั้น และเป็นการปลูกเลี้ยงที่นิยมกล้วยไม้พันธุ์ต่างประเทศ ส่วนกล้วยไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในป่าของประเทศไทยจะนิยมและยกย่องเฉพาะพันธุ์ที่หายากและมีราคาแพง

หลังการเปลี่ยนแปลงระบอบการปกครองในปี 2475 สภาพการเลี้ยงก็ยังคงจำกัดอยู่ในวงแคบเช่นเดิม แต่ผลงานเกี่ยวกับการผสมพันธุ์กล้วยไม้ ในต่างประเทศเริ่มมีอิทธิพลกระตุ้นให้ผู้เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับวงการกล้วยไม้ ในประเทศไทยสนใจกล้วยไม้ลูกผสมมากขึ้น มีการสั่งกล้วยไม้ลูกผสมจากประเทศในทวีปยุโรป สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย เพื่อนำเข้ามาปลูกเลี้ยงในประเทศไทย

การพัฒนาการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ เป็นไปอย่างจริงจัง เมื่อประมาณปี 2493 โดยได้มีการวิจัยนับตั้งแต่การรวบรวมปลูกในระดับพื้นฐาน ต่อมาในปี 2497 ได้เริ่มเปิดการฝึกอบรมการเลี้ยงกล้วยไม้ให้แก่ประชาชนผู้สนใจทั่วไป และมีการจัดตั้งชมรมกล้วยไม้ขึ้นในปี 2498 ซึ่งต่อมาได้รับการสถาปนาเป็นสมาคมกล้วยไม้เมื่อปี 2500 และในปีเดียวกันนี้ ได้เริ่มมีการนำเอาความรู้ในเรื่องกล้วยไม้และแนวความคิดในการพัฒนาวงการกล้วยไม้ออกเผยแพร่ทั้งทางโทรทัศน์และวิทยุ และมีการผลิตเอกสารสิ่งพิมพ์เผยแพร่ ทำให้วงการกล้วยไม้ของประเทศไทย ขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง จนกระทั่งมีการจัดตั้งสมาคมและสโมสรเกี่ยวกับกล้วยไม้ขึ้นในภาคและจังหวัดต่างๆ

ในปี พ.ศ. 2501 ได้มีการเปิดการสอนวิชากล้วยไม้ขึ้นในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นครั้งแรก เพื่อผลิตนักวิชาการพัฒนางานวิจัยกล้วยไม้ของประเทศ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ไม่ได้จำกัดอยู่ภายในวงแคบ จากการส่งเสริมดังกล่าวทำให้มีการนำเข้ากล้วยไม้ลูกผสมจากต่างประเทศ เช่น จากฮาวายและสิงคโปร์จำนวนมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้ที่มีความรู้หันมารวบรวมพันธุ์ผสมเพาะพันธุ์จากพ่อแม่พันธุ์ในประเทศ ทั้งที่เป็นพ่อแม่พันธุ์จากป่า และลูกผสมที่สั่งเข้ามาแล้วในอดีต

ในปีพ.ศ. 2506 วงการกล้วยไม้ของไทยได้เริ่มมีแผนในการขยายข่ายงานออกไปประสานกับวงการกล้วยไม้สากล เพื่อยกระดับวงการกล้วยไม้ในประเทศให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ

ในปีพ.ศ. 2509 เริ่มการทำสวนกล้วยไม้ตัดดอกอย่างจริงจัง เมื่อไทยเริ่มส่งออกกล้วยไม้ไปสู่ตลาดต่างประเทศในยุโรปตะวันตก เช่น สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และอิตาลี ต่อมาจึงขยายตลาดไปสู่ประเทศญี่ปุ่น แคนาดาและบางรัฐของสหรัฐอเมริกาเองแตกต่างจากกล้วยไม้ในภูมิภาค ลาตินอเมริกา

2.8 การจำแนกประเภทของกล้วยไม้

การจำแนกประเภทของกล้วยไม้ออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะภายนอก เพื่อสะดวกในการปลูกเลี้ยง การขยายพันธุ์ ตลอดจนการศึกษาค้นคว้า ซึ่งการจำกล้วยไม้สามารถจำแนกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 จำแนกตามลักษณะราก

เป็นการจำแนกตามลักษณะรากหรือตามระบบรากของกล้วยไม้

ก. ระบบรากดิน

จัดเป็นกล้วยไม้ที่มีระบบรากเกิดจากหัวที่อวบน้ำอยู่ใต้ดินตัวกับรากจะมีน้ำมาก เช่นกล้วยไม้สกุลนางอั้ว กล้วยไม้ประเภทนี้พบมากบริเวณพื้นที่ที่มีสภาพอากาศในฤดูกาลที่ชัดเจน เช่น ฤดูฝนมีฝนตกชุก และมีฤดูแล้ง เมื่อถึงฤดูฝนหัวจะแตกหน่อใบอ่อนจะชูพ้นขึ้นมาบนผิวดิน และออกดอกในตอนปลายฤดูฝน เมื่อพ้นฤดูฝนไปแล้วใบก็จะทรุดโทรมและแห้งไป คงเหลือแต่หัวที่อวบน้ำและมีอาหารสะสมฝังอยู่ใต้ดินสามารถทนความแห้งแล้งได้

ข. ระบบรากกึ่งดิน

มีรากซึ่งมีลักษณะอวบน้ำใหญ่หยาบและแตกแขนงแผ่กระจายอย่างหนาแน่น สามารถเก็บสะสมน้ำได้ดีพอสมควร กล้วยไม้ประเภทนี้พบอยู่ตามอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อยผุพังร่วนโปร่ง กล้วยไม้ที่มีระบบรากกึ่งดินได้แก่ กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี สกุลสเปโธกล๊อตติส และ สกุลเอื้องพร้าว เป็นต้น

ค. ระบบรากกึ่งอากาศ

เป็นระบบรากที่มีเซลล์ผิวของรากมีชั้นเซลล์ที่หนาและมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ ผิวนอกเกลี้ยงไม่มีขน มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ เก็บและดูดน้ำได้มาก สามารถนำน้ำไปใช้ตามเซลล์ผิวได้ตลอดความยาวของราก ระบบรากกึ่งอากาศมักมีรากแขนงใหญ่หยาบอยู่กันอย่างหนาแน่นไม่มีรากขนอ่อน รากมีขนาดเล็กกว่ารากอากาศ กล้วยไม้ระบบรากกึ่งอากาศได้แก่ กล้วยไม้สกุลแคทลียา สกุลออนซิเดี้ยม เป็นต้น

ง. ระบบรากอากาศ

กล้วยไม้ที่มีระบบรากเป็นรากอากาศ จะมีรากขนาดใหญ่ แขนงรากหยาบ เซลล์ที่ผิวรากจะทำหน้าที่ดูดน้ำ เก็บน้ำและนำน้ำไปตามรากได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี รากอากาศไม่ชอบอยู่ในสภาพเปียกแฉะนานเกินไป นอกจากนั้นปลายรากสดมีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียวของคลอโรฟีลล์สามารถทำหน้าที่ปรุงอาหารได้เช่นเดียวกับใบเมื่อมีแสงสว่าง เพราะฉะนั้นรากประเภทนี้จึงไม่หลบแสงสว่างเหมือนรากต้นไม้ดินทั่วๆ ไป กล้ายไม้ที่มีระบบรากอากาศได้แก่ กล้วยไม้สกุลแวนด้า สกุลช้าง สกุลกุหลาบ สกุลแมลงปอ สกุลเข็มและกล้ายไม้สกุลเรแนนเทอร่า

2.8.2 รากกล้วยไม้

กล้วยไม้มีระบบรากแขนง ไม่มีรากแก้ว รากของกล้วยไม้เกิดจากส่วนของต้นทั้งหมด มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่แล้วแต่ชนิดของกล้วยไม้ และรากของกล้วยไม้บางชนิดก็อาจเป็นจุดกำเนิดของกล้วยไม้ต้นใหม่ได้ เช่น ฟาแลนนอปซิส และ แคทตาซิตั้ม โดยที่ระบบรากสามารถแยกได้ 4 ประเภท คือ

(1) รากดิน กล้วยไม้ประเภทนี้จะขึ้นอยู่ตามพื้นดิน รากมีขนาดเล็กที่สุด รากจะมีการแตกแขนง จึงสามารถเจริญเติบโตในเครื่องปลูกที่ค่อนข้างทึบได้ เช่น ลิ้นมังกร เท้าคูลู นางอั้ว

(2) รากกึ่งดิน กล้วยไม้ประเภทนี้จะขึ้นอยู่ตามซอกหิน รากประเภทนี้จะมีขนรากรอบๆ ราก ซึ่งมีขนาดใหญ่พอควร ระบบนี้ต้องการอากาศในการหายใจมากพอสมควร ไม่ชอบเครื่องปลูกที่ทึบเกินไป เช่น รองเท้านารี

(3) รากกึ่งอากาศ กล้วยไม้ประเภทนี้จะขึ้นอยู่ตามต้นไม้ใหญ่ รากมีขนาดเล็ก ไม่มีขนราก ระบบนี้ต้องการอากาศในการหายใจค่อนข้างมาก ชอบเครื่องปลูกที่ค่อนข้างโปร่ง เช่น หวายแคทลียา ออนซิเดียม

(4) รากอากาศ กล้วยไม้ประเภทนี้จะมีรากขนาดใหญ่ มักยื่นไปในอากาศ ไม่ค่อยเกาะยึดกับสิ่งใดนัก เนื่องจากต้องการอากาศในการหายใจมาก กล้วยไม้ประเภทนี้ไม่ต้องการเครื่องปลูกมากนัก เช่น แวนด้า ช้าง เข็ม

2.9 สกุลของกล้วยไม้ที่สำคัญ

สกุลของกล้วยไม้ที่สำคัญ ได้แก่

2.9.1 กล้วยไม้สกุลกุหลาบ (AERIDES)

กล้วยไม้สกุลกุหลาบ (AERIDES) เป็นกล้วยไม้ที่พบตามธรรมชาติในป่าทั่วทุกภาคของประเทศไทยและประเทศในแถบเอเซียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเกาะอาศัยอยู่ตามต้นไม้ อาจขึ้นเป็นต้นเดียวโดดๆ หรือขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่ มีการเจริญเติบโตแบบฐานเดียว บางต้นมียอดเดียว บางต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกเป็นกอ มีหลายยอด เมื่อต้นสูงหรือยาวขึ้นจะห้อยย้อยลงมา แต่ปลายยอดยังคงชี้ขึ้นข้างบน ช่อดอกส่วนใหญ่โค้งปลายช่อห้อยลงมา รากเป็นระบบรากอากาศ ดอกมีขนาดปานกลาง มักมีกลิ่นหอม มีเดือยดอกเรียวแหลมหรือปลายงอนออกมาทางด้านหน้าของดอก ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างกับกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ กลีบดอกผึ่งผายสวยงามสะดุดตา เป็นกล้วยไม้ที่เลี้ยงง่าย มีบทบาทสำคัญในการผสมพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ สามารถผสมในสกุลเดียวกัน และผสมข้ามสกุลต่างๆ เช่น ผสมกับสกุลแวนด้าเป็นสกุลแอริโดแวนด้า (AERIDOVANDA) ผสมกับสกุลช้างเป็นสกุลแอริโดสไตลิส (AERIDOSTYLIS)

2.9.2 กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี (LADY 'S SLIPPER)

กล้วยไม้รองเท้านารี (LADY 'S SLIPPER) เป็นกล้วยไม้สกุล PAPHIOPEDILUM มีชื่อเรียกอื่นๆ อีกหลายชื่อ เช่น รองเท้านาง รองเท้าแตะนารี หรือ บุหงากะสุต ในภาษามาเลเซีย อันหมายถึงรองเท้าของสตรี เนื่องจากกลีบดอก หรือที่เรียกว่า “กระเป๋า” มีรูปร่างคล้ายกับรองเท้าของสตรีและรองเท้าไม้ของชาวเนเธอแลนด์ กระเป๋าของรองเท้านารีมีรูปร่างลักษณะและสีสรรแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์

กล้วยไม้รองเท้านารี มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตอบอุ่น และเขตร้อนแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่อินเดีย ฟิลิปปินส์ พม่า มาเลเซีย และในประเทศไทยซึ่งพบกล้วยไม้รองเท้านารีขึ้นอยู่ในป่าทั่วๆ ไป บางชนิดเกาะอาศัยอยู่ตามต้นไม้ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นพวกที่ขึ้นอยู่ตามพื้นดินหรือซอกหินที่มีต้นไม้ใบหญ้าเน่าตายทับถมกัน เจริญงอกงามในที่โปร่ง ไม่ชอบที่รกทึบ แสงแดดส่องถึง โดยธรรมชาติของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีทุกชนิด เมื่อออกดอกแล้วก็จะตายไป แต่ก่อนตายจะแตกหน่อทดแทน ซึ่งหน่อนี้ก็จะเจริญงอกงามเป็นต้นใหม่ต่อไป

2.9.3 กล้วยไม้สกุลแวนด้า (VANDA)

แวนด้าเป็นกล้วยไม้ประเภทโมโนโพเดี้ยล ไม่แตกกอ เจริญเติบโตไปทางยอด รากเป็นรากอากาศ ใบมีลักษณะกลม แบนหรือร่อง ใบซ้อนสลับกัน ช่อดอกจะออกด้านข้างของลำต้นสลับกับใบ ช่อดอกยาวและแข็ง กลีบนอกและกลีบในมีรูปร่างคล้ายคลึงกัน โคนกลีบแคบ และไปรวมกันที่โคนเส้าเกสร กลีบดอกในล่างด้านใต้มีเดือยแหลมยื่นออกมาเป็นส่วนท้ายของปากกระเป๋า ปากกระเป๋าของแวนด้าเป็นแบบธรรมดาแบนเป็นแผ่นหนาแข็ง และพุ่งออกด้านหน้า รูปลักษณะคล้ายช้อน หูกระเป๋าทั้งสองข้างแข็งและตั้งขึ้น สีดอกมีมากมายแตกต่างกันตามแต่ละชนิด กล้วยไม้สกุลแวนด้าพบในป่าตามธรรมชาติประมาณ 40 ชนิด มีกระจายพันธุ์อยู่ในทวีปเอเชีย ตั้งแต่อินเดีย ศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พม่า ไทย อินโดนีเซีย จนถึงฟิลิปปินส์ แวนด้าได้รับการปรับปรุงสายพันธุ์ขึ้นอีกหลายพันธุ์ ปัจจุบันได้มีการจำแนกประเภทของแวนด้า โดยอาศัยรูปร่างลักษณะของใบออกเป็น 4 ประเภท คือ แวนด้าใบกลม แวนด้าใบแบน แวนด้าใบร่อง แวนด้าก้างปลา

ในบรรดาแวนด้าทั้ง 4 ประเภทนี้ แวนด้าใบกลมเป็นแวนด้าที่เลี้ยงง่ายที่สุด สามารถปลูกลงแปลงกลางแจ้งได้โดยไม่ต้องมีโรงเรือน แต่ดอกมักจะบานไม่ทน ส่วนที่เลี้ยงยากที่สุดคือ แวนด้าใบแบน มีหลายพันธุ์ ทั้งดอกใหญ่และดอกเล็ก แต่ที่ได้รับความนิยมได้แก่ ฟ้ามุ่ย เพราะดอกใหญ่ สีสวย การเลี้ยงแวนด้าใบแบนจำเป็นต้องมีโรงเรือนเพราะต้องการแสงที่พอเหมาะ สำหรับแวนด้าใบร่องเป็นลูกผสมระหว่างใบกลมและใบแบน ถูกผสมขึ้นเพื่อให้ปลูกเลี้ยงง่ายขึ้น แต่ดอกมักจะสีไม่สวยและปากหักง่าย

2.9.4 กล้วยไม้สกุลเข็ม(ASCOCENTRUM)

กล้วยไม้สกุลเข็ม ได้สมญาว่าเป็น "ราชินีของกล้วยไม้แวนด้าแบบมินิหรือแบบกระเป๋า" เพราะเป็นกล้วยไม้ที่มีลักษณะเล็กทั้งขนาดต้น ช่อดอก ขนาดดอก และมีดอกที่มีสีสดใสสะดุดตามากกว่ากล้วยไม้อื่นๆ ในธรรมชาติพบกล้วยไม้สกุลนี้กระจายพันธุ์อยู่ในทวีปเอเชีย ตั้งแต่อินเดีย ศรีลังกา พม่า ไทย ลงไปถึงอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ จัดเป็นกล้วยไม้ประเภทไม่แตกกอ มีการเจริญเติบโตขึ้นไปทางส่วนยอด เช่นเดียวกับกล้วยไม้สกุลช้าง สกุลแวนด้า สกุลกุหลาบ มีลำต้นสั้น ใบเรียงแบบซ้อนทับกัน รากเป็นระบบรากอากาศ ออกดอกตามข้อของลำต้นระหว่างใบ ช่อดอกตั้งตรงเป็นรูปทรงกระบอก จัดเป็นกล้วยไม้ประเภทแวนด้าที่มีดอกขนาดเล็ก ในประเทศไทยมีกล้วยไม้สกุลเข็มแท้อยู่ 4 ชนิดคือ เข็มแสด เข็มแดง เข็มม่วง และเข็มหนู แต่ที่มีบทบาทสำคัญในการผสมปรับปรุงพันธุ์ คือ เข็มแดง เข็มแสด และเข็มม่วง

2.9.5 กล้วยไม้สกุลช้าง(RHYNCHOSTYLIS)

จากการสำรวจพบว่ากล้วยไม้สกุลช้างที่มีอยู่ในโลก มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย พม่า มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ประเทศในแถบอินโดจีน อินเดีย ศรีลังกา ภาคใต้ของหมู่เกาะในทะเลจีน และหมู่เกาะอินเดียตะวันออก สำหรับในประเทศไทยพบว่ากล้วยไม้สกุลช้างมีกระจายพันธุ์อยู่ทุกภาคของประเทศ ซึ่งกล้วยไม้สกุลช้างที่พบตามธรรมชาติมีเพียง 4 ชนิดเท่านั้น คือ ช้าง(RHYNCHOSTYLIS GIGIANTEA) ไอยเรศหรือพวงมาลัย(RHYNCHOSTYLIS RETUSA) เขาแกะ(RHYNCHOSTYLIS COELETIS)และช้างฟิลิปปินส์ (RHYNCHOSTYLIS VIOLACEA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดยที่ 3 ชนิดแรกมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงส่วนชนิดหลังมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศฟิลิปปินส์

กล้วยไม้สกุลช้างมีการเจริญเติบโตแบบฐานเดี่ยว มีลักษณะแตกต่างไปจากกล้วยไม้สกุลอื่นๆ คือ มีลำต้นสั้น แข็งแรง ใบแข็ง หนาค่อนข้างยาว อวบน้ำ เรียงชิดกันอยู่บนลำต้น ใบเป็นร่อง หน้าตัดของใบรูปตัววี สันล่างของใบเห็นได้ชัด ใบอาจมีเส้นใบเป็นเส้นขนานสีจางๆ หลายๆ เส้นตามความยาวของใบ ปลายใบหยักมนหรือเป็นฟันแหลมไม่เท่ากัน รากเป็นระบบรากอากาศ มีขนาดใหญ่ แขนงรากใหญ่ ปลายรากมีสีเขียวซึ่งสามารถปรุงอาหารด้วยวิธีสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ช่อดอกอาจห้อยลงหรือตั้งขึ้น ความยาวของช่อดอกเกือบเท่าๆ กับความยาวของใบ ดอกมีเป็นจำนวนมากแน่นช่อดอก กลีบนอกและกลีบในของดอกแผ่ออก อาจมีจุดหรือไม่มีจุดสีม่วงหรือสีน้ำเงินก็ได้ ขนาดของกลีบนอกโตกว่ากลีบใน เส้าเกสรสั้น ปากไม่มีข้อพับ ปลายปากไม่หยัก หรือหยักเป็นลอนเล็กๆ 3 ลอน ปลายปากชี้ตรงไปข้างหน้า ปากเชื่อมต่อกับฐานสั้นๆ ของเส้าเกสร จึงดูเหมือนว่าไม่มีฐานของเส้าเกสร เดือยของดอกแบน ชี้ตรงไปข้างหลัง มีอับเรณู 2 ก้อน แยกออกจากกัน ออกดอกปีละครั้ง บ้างต้นอาจมีดอกครั้งละหลายๆ ช่อ

2.9.6 กล้วยไม้สกุลฟาแลนอปซีส (PHALAENOPSIS)

กล้วยไม้สกุลฟาแลนอปซีสปลูกเลี้ยงกันในประเทศไทยมานานแล้ว แต่ไม่ค่อยมีผู้สนใจมากนักเนื่องจากดอกมีขนาดเล็ก แต่ปัจจุบันกล้วยไม้สกุลนี้กำลังเป็นที่สนใจของผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ทั่วไป ทั้งนี้ก็เพราะกล้วยไม้สกุลนี้ได้ถูกปรับปรุงพันธุ์และผสมกันมาหลายทอด จนทำให้สวยงามทั้งรูปทรงดอกและสีของดอก ดอกกลมใหญ่ กลีบหนา ดอกมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู สีเหลือง ก้านช่อยาว เหมาะสำหรับปักแจกัน ต้นหนึ่งออกดอกได้หลายช่อ แต่ละพันธุ์ออกดอกต่างเดือนกัน บางชนิดออกดอกในเดือนที่ตลาดต้องการดอกไม้ตัดดอก จึงทำให้ผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ตัดดอกสนใจการเลี้ยงกล้วยไม้สกุลนี้มากขึ้น

กล้วยไม้ฟาแลนอปซีส มีแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติและกระจายพันธุ์อยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ บอร์เนียว ชวา สุมาตรา มาเลเซีย สำหรับประเทศไทยมีกล้วยไม้สกุลนี้อยู่ 2-3 ชนิด เช่น เขากวาง กาตาฉ่อ ขนาดของดอกมีใหญ่และเล็กตามลักษณะของพันธุ์ แต่ที่นิยมปลูกกันอยู่ในขณะนี้เป็นพันธุ์ลูกผสม ที่มีการปรับปรุงพันธุ์และผสมกันมาหลายทอด จนดอกกลมใหญ่ ลักษณะของลำต้นทรงเตี้ยตรง การเจริญเติบโตเป็นแบบโมโนโพเดี่ยล ใบอวบน้ำ ค่อนข้างหนาแผ่แบนรูปคล้ายใบพาย ดอกกลมใหญ่ ขนาดกว้างประมาณ 5-8 ซม.กลีบหนา ดอกมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู สีเหลือง มองดูดอกแล้วงามทั้งฟอร์มดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55714

และสี ก้านช่อยาว บางช่อยาวถึง 80 ซม. ช่อหนึ่งมีหลายดอก เรียงไปตามก้านช่ออย่างมีระเบียบ บางต้นแยกออกเป็นหลายช่อ ดอกบานทน ถ้าบานอยู่กับต้นสามารถบานอยู่ได้นานเป็นเดือน เป็นกล้วยไม้ที่เลี้ยงง่ายสามารถเจริญงอกงามและออกดอกให้ได้ดีในสภาพสิ่งแวดล้อมต่างๆ กัน นอกจากนี้ยังสามารถผสมข้ามสกุลกับสกุลกล้วยไม้สกุลต่างๆ ได้หลายสกุล เช่น ผสมกับสกุลแวนด้า ผสมกับสกุลอะแรคนิส ผสมกับสกุลเรแนนเทอร่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบควบคุมและการสร้าง

3.1 ประวัติและความเป็นมาของ PLC [3,4]

เมื่อปี พ.ศ. 2511 ในฝ่าย HYDROMATIC ของบริษัท GENERAL MOTORS ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่เพื่อใช้ทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัทและในปีพ.ศ.2512 PLC ได้ถูกผลิตขึ้จำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริการเป็แห่งแรก ส่วนในประเทศญี่ปุ่น PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นภายหลังจากที่บริษัท ออมรอน (OMRON) ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิต โซลิด สเตทรีเลย์ (SOLID STATE RELAY)ในปี พ.ศ.2508 หลังจากนั้น 5 ปี PLC ก็ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา

PLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศคือ

PC หรือ PROGRAMMABLE CONTROLLER เรียกกันในประเทศอังกฤษ

PLC หรือ PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา

PBC หรือ PROGRAMMABLE BINARY SYSTEM เรียกกันในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย

ระยะแรก PLC ถูกใช้แทนวงจรรีเลย์ ในการควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF เท่านั้น หลังจากนั้นเนื่องจาก PLC มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่ารีเลย์ทำให้ PLC เริ่มถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมแขนงต่าง มากขึ้น

การควบคุมแบบซีเควนซ์หรือแบบลำดับขั้นนั้นจะใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์หลักและมักจะมีปัญหาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงวงจรเพราะความยุ่มยากในการเดินสายไฟและขนาดพื้นที่ที่ใช้สำหรับตัดตั้งอปุกร์ควบคุมต่างๆมีจำกัดเมื่อความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้นจึงมีการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมแทนระบบบเก่า ซึ่งได้เปรียบกว่าในเรื่องขนาด ราคา ความเชื่อถือได้ ความเร็วในการทำงานและความปลอดภัยจากไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรควบคุม อย่างไรก็ตามการนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้แทนระบบเก่าซึ่งเป็นวงจรรีเลย์ก็ยังไม่สามารแก้ปัญหาเกี่ยวกับความยุ่งยากในการปรับปรุงและพัฒนาวงควบคุมได้ จนกระทั่งมีการพัฒนาระบบควบคุมที่ไม่ผูกติดกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) ขึ้นใช้สำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยทำงานตามคำสั่งที่ถูกกำหนดจากผู้ใช้ในลักษณะของโปรแกรม(PROGRAM) หรือชุดคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติ มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืดหยุ่นต่อลักษณะการใช้งานสูง และสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขบวนการผลิตได้พอสมควร เช่นความร้อน อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพันธ์ เป็นต้น การปรับปรุงแก้ไขการทำงานก็สามารถทำได้ง่าย เพียงแต่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรม และที่สำคัญใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) เป็นหน่วยประมวลผลทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กแต่มีขีดความสามารถและความเร็ว ในการทำงานสูงกว่าระบบเดิมจนได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรมกันมากขึ้นตามลำดับ

เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมานี้ถูกกำหนดการทำงานจากโปรแกรมที่ผู้ใช้ได้เขียนขึ้นจึงเรียกเครื่องควบคุมนี้ว่า โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์หรือ PLC (PROGRAMMABLE CONTROLLER) สามารถทำการวิเคราะห์สัญญาณได้ทั้งแบบดิจิตอลและอนาล็อก นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ควบคุมที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กลงไปอีกเพื่อให้เหมาะสมกับงานที่มีการควบคุมไม่ซับซ้อนมากนัก โดยให้มีการวิเคราะห์ได้แต่สัญญาณดิจิตอลเพียงอย่างเดียวเรียกว่า โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ซึ่งจัดเป็น PLC ขนาดเล็ก แต่ก็สามารถใช้ได้ดีกับงานควบคุมทั่วไปและใช้ไมโครโปรเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลเหมือนกันทำให้ทั้ง PLC สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

3.2 PLC ในปัจจุบัน

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 เป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้โฉมหน้าของPLC ตลอดจนลักษณะของการควบคุมการทำงาน เปลี่ยนแปลงไปทั้งด้านซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์

3.2.1 การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์

ก. PLC มีความเร็วสูงขึ้นโดยใช้ บิตสไลซ์ไมโครโปรเซสเซอร์ (BISLICE MICROPROCESSOR)

ข. PLC ขนาดเล็กราคาถูกหรือPLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ที่ใช้แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ ON/OFF

ค. หน่วยอินพุท / เอาท์พุท ความหนาแน่นสูงถูกสร้างขึ้นทำให้PLC ที่มีอินพุท / เอาพุท จำนวนมากมีขนาดเล็กและราคาถูกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. หน่วยอินพุท / เอาท์พุทที่มีการตัดสินใจ(INTELLIGENT I /O) เช่น หน่วย PID (PROPORTIONAL INTEGRAL AND DERIVATIVE CONTROL) หน่วยสื่อสารแบบ ASCII (ASDCIICOMMUNICATION) ได้ถูกสร้างขึ้นทำให้ขอบเขตการใช้งานของ PLC เพิ่มขึ้น

จ. หน่วยเชื่อมต่อพิเศษ(SPECIAL INTERFACE) ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อ รับค่าตัวแปรต่างๆจากภายนอก เช่น เทอร์โมคัปเปิล(THERMOCOUPLER) สเตรนเกจ (STRAIN GAUGE)

ฉ. หน่วยอินพุท / เอาท์พุทแยกเป็นอิสระจาก PLC ทำให้สามารถเลือกใช้และขยายจำนวนของอินท์ / เอาท์พุทได้ตามต้องการ

ช. อุปกรณ์ต่อรวม (PERIPHERAL DEVICE) ต่างๆ ของPLC มีประสิทธิภาพมากขึ้น

PLC ในปัจจุบันถูกสร้างขึ้นเป็นชุดตั้งแต่ PLC ขนาดเล็กราคาถูกใช้ในงานควบคุมง่ายๆ จนถึง PLC ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานควบคุมที่ซับซ้อน พร้อมอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เช่น PLC ของบริษัท TEXAS INSTRUMENTS ตระกูล 500 ซึ่งประกอบด้วย PLC ขนาดเล็ก มีขนาด อินพุท / เอาท์พุท 10 จุด จนถึงPLC ขนาดใหญ่ที่สามารถขยายจำนวนของอินพุท / เอาท์พุท ได้ถึง 8000 จุด PLC ทุกขนาดในตระกูลนี้จะใช้อุปกรณ์ร่วมต่างๆ เช่น หน่วยโปรมแกรมและเครื่องพิมพ์ร่วมกัน

3.3.2 การพัฒนาด้านซอฟต์แวร์

ก. ภาษาระดับสูง เช่น ภาษา BASIC และPASCAL ถูกนำมาใช้เขียนโปรแกรมของ PLC เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการควบคุม

ข. คำสั่งบล็อค (BLOCK INSTRUCTION) ถูกใช้ร่วมกับคำสั่ง แลดเดอร์(LADDER DIAGRAM INSTRUCTION) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเขียนโปรแกรม

ค. PLC มีโปรแกรมตรวจสอบการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU (CENTRAL PROCESSSING UNIT) อินพุท / เอาท์พุท ตลอดจนอุปกรณ์ร่วมต่างๆทำให้บำรุงรักษาง่าย

ง. การคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์ ทั้งเลขจำนวนเต็ม เลขจริงและฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชันทางสถิติ ตรีโกณมิติ ทำให้PLCใช้ในงานควบคุมและรวบรวมข้อมูลที่ซับซ้อนได้

จ. การเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลของ PLC ทำพร้อมกันทั้งชุดในเวลาเดียวกันทำให้การทำงานของ PLC เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ข้อดีของ PLC เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเดิม

ก. มีความยืดหยุ่นและคล่องตัวต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมระดับสูง

ข. ติดตั้งและควบคุมการทำงานได้ง่าย

ค. การทำงานอาศัยโปรแกรมที่ป้อนจากผู้ใช้ จึงสามารถปรับปรุงและแก้ไขได้ง่าย

ง. มีขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

จ. หน่วยความจำที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้หลายแบบอาจจะเป็น RAM, ROM, PROM หรือ EPROM

ฉ. สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่อยู่ไกลๆ ได้ด้วยการควบคุมแบบรีโมต

ช. ความเร็วในการทำงานสูง

ซ. ทนต่อสภาพการใช้งานหลายลักษณะ ดูแลรักษาทำได้ง่าย

ฌ. ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสกปรกของหน้าสัมผัส

ญ. ความน่าเชื่อถือสูงเพราะเป็นคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบให้นำมาใช้งานเฉพาะด้าน

ฎ. เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรม ที่อาจจะมีการขยายหรือเพิ่มขบวนการผลิต เพราะสามารถติดตั้งและเพิ่มเติมจุดต่อ อินพุท / เอาท์พุทได้อีกจำนวนมาก

ฏ. มีINPUT/OUTPUT RELAY, AUXILLARY RELAY, TIMER / COUNTER ให้เรียกใช้เป็นจำนวนมากและหน้าสัมผัสของรีเลย์แต่ละตัวสามารถเรียกใช้งานได้ไม่จำกัด

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์ (SEQUENCE) กับระบบPLC [3]

ลักษณะงาน	ระบบซีเคว้นซ์ หรือใช้การเดินสายไฟ	ระบบโปรแกรมเมบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์
การควบคุมระบบ	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ยาก	สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติม
การซ่อมหรือแก้ไข	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
อายุการใช้งาน	น้อยกว่า เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก	มากกว่า เพราะส่วนที่เคลื่อนที่มีน้อย
ติดต่อกับอุปกรณ์ไกลๆ	ทำได้ยุ่งยาก เพราะต้องเดินสาย ไฟยาวขึ้น	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย
ความเร็วในการทำงาน	ช้า	เร็ว
ขนาด	ใหญ่	เล็ก
สัญญาณรบกวน	มาก	น้อย
การติดตั้ง	ใช้เวลามาก	ใช้เวลาน้อย
การทำงาน	ยาก ต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก	ง่าย สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ส่วนประกอบที่สำคัญของ PLC แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง (CONTROL PROCESSING UNIT :CPU) หน่วยความจำ (MEMORY UNIT) อุปกรณ์ต่อร่วม (PERIPHERAL DEVICES) มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 หน่วยประมวลผล (CPU UNIT)

หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมทำงานของระบบทั้งหมด โดยรับข้อมูลอินพุทเข้าทำการประมวลผลแล้วส่งผลที่ได้ออกไป จากนั้นก็จะวนกลับไปรับข้อมูลอินพุทเข้ามาอีกแล้วจะทำซ้ำๆ ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

การทำงานของ CPU จะอยู่ภายใต้การควบคุมของโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป โดยที่การทำงานในแต่ละรอบนี้เรียกว่า การสแกน (SCANING) สำหรับเวลาของการสแกนขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำและความเร็วของหน่วยประมวลผล ช่วงเวลาของการสแกนจะทำให้ทราบถึงความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอินพุท / เอาท์พุท ว่ามีความรวดเร็วเพียงใด

3.4.2 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)

เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเพราะใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมและข้อมูล และขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถของระบบ ปกติมักจะมีขนาดวัดกันเป็นสเต็ปของคำสั่งในการโปรแกรมระบบที่ขนาดของหน่วยความจำมาก จะทำให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น เนื่องจาก PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประมวลผลด้วยไมโครโปรเซอร์ ดังนั้นจึงต้องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บคำสั่งและข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เรียกใช้ในการประมวลผล โดยขนาดของหน่วยความจำนี้จะเป็นสิ่งกำหนดขีดความสามารถของระบบด้วย ซึ่งปกติแล้วการอ้างถึงคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมจะอ้างแอดเดรส (ADDRESS) โดยให้คำสั่งแรกเริ่มจากแอดเดรสที่ OOOO แล้วคำสั่งถัดไปก็จะอยู่ในแอดเดรสที่ต่อเนื่องกันบางบริษัทผู้ผลิต PLC จะบอกมาในคู่มือการใช้เครื่องมือว่า ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมได้ไม่เกินแอดเดรสที่เท่าไร นอกจากนี้ PLC ยังให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้หลายชนิดอีกด้วย เช่น

ก. ROM (READ ONLY MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลภายในได้ แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ในขณะไม่มีไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. RAM (RANDOM ACCESS MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่แก้ไขข้อมูลได้ แต่ต้องใช้ไฟเลี้ยงเพื่อรักษาข้อมูลไว้หน่วยความจำ RAM เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมที่ป้อน โดยผู้ใช้ให้กับ PLC ทั้งนี้เพราะโปรแกรมควบคุมนี้อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขดังนั้นจำเป็นต้องใช้หน่วยความจำที่สามารถลบข้อมูลเดิมและนำโปรแกรมใหม่เข้าไปเก็บไว้ได้ในการใช้งานจริงๆ แล้วต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองต่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลสูญหายเมื่อไฟฟ้าดับ

ค. PROM (PROMGRAMMABLE READ ONLY MEMORY) เป็น ROM ชนิดหนึ่งที่ผู้ใช้สามรถเขียนโปรแกรมลงได้ด้วยอุปกรณ์พิเศษ

ง. EPROM (ERASABLE PROGRMMABLE READ ONLY MEMORY)เป็น PROM แต่สามารถลบข้อมูลได้ทั้งนี้สามารถศึกษาได้จากสเป็คของ PLC แต่ละบริษัท หน่วยความจำEPROM เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมที่มีการพัฒนาจนใช้งานได้ดีให้เป็นการถาวร และในการอัดโปรแกรมจะทำได้โดยถ่ายข้อมูลจากหน่วยความจำ RAM ลงมาสู่หน่วยความจำ EPROM โดยอาศัยเครื่องอัดโปรแกรมชนิดพิเศษ (EPROM WRITER) ต่อร่วมกับชุดของ PLC ซึ่งจะทำให้ได้โปรแกรมถาวรดังกล่าวในหน่วยความจำ EPROM นั้น และพร้อมที่จะนำมาติดตั้ง (INSTALL) ลงใน PLC เพื่อให้ PLC มีการทำงานตามโปรแกรมที่บรรจุ หน่วยความจำประเภทนี้โปรแกรมจะไม่มีการสูญหายเมื่อไฟดับแต่ถ้ามีความจำเป็นที่จะลบโปรแกรมภายในก็สามารถทำได้โดยใช้เครื่องล้างโปรแกรม

โดยลักษณะการใช้งานของหน่วยความจำนั้น สามารถแบ่งหน่วยความจำได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

(1) หน่วยความจำของระบบ (SYSTEM MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่เก็บระบบจัดการและข้อมูลต่างๆ ของระบบ

(2) หน่วยความจำของผู้ใช้(USER MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกชนิดของหน่วยความจำชนิดนี้ได้

3.5 โครงสร้างและการทำงานของ PLC

การประมวลผลของ PLC จะประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อน โดยสถานะภาพการทำงานของอุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รับเข้ามาและผลที่ได้จากการประมวลข้อมูลเข้ามานั้นจะแสดงทางด้านเอาท์พุท การตรวจรับข้อมูลอินพุทจะเริ่มตรวจรับตั้งแต่อินพุทแรกจนถึงอินพุทสุดท้ายแล้วจึงกลับไปตรวจรับอินพุทแรกอีกกล่าวคือ ทำงานแบบวนรอบ(LOOP) หรือแบบทำซ้ำ(REPETITIVE) ซึ่งการทำงานในแต่ละรอบนี้เรียกว่า การสแกน (SCANING) และการสแกนในแต่ละรอบหากมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุทแล้ว ผลจากการสแกนก็จะถูกประมวลผลไปยังเอาท์พุทในทันที โดยทั่วไปแล้วสแกนของ PLC ในรอบหนึ่งๆ จะเร็วมากคือ ใช้เวลาเป็นมิลลิหรือไมโครวินาที ทั้งนี้ก็ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่กับขนาดของโปรแกรมด้วย เพราะในระหว่างการสแกนคำสั่งในโปรแกรมจะถูกประมวลผลหมด ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้เวลาในการสแกนน้อยก็จะมีการวนรอบเพื่อตรวจรับอินพุทถี่กว่าโปรแกรมที่ใช้เวลาในการสแกนมาก เป็นผลให้การตอบสนองต่อการควบคุมรวดเร็วกว่าด้วยซึ่งวงรอบของการสแกนและโครงสร้างของ CPU

3.6 อุปกรณ์ต่อร่วม (PERIPHERAL DEVICES)

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า PLC ถูกออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานสูงและมีโครงสร้างคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ PLC สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้มากมาย ทั้งนี้ความสามารถในการเชื่อมต่อกันกับอุปกรณ์อื่นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิตและขนาดของเครื่อง PLC นั้น ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่มักจะออกแบบมาคล้ายๆ กัน อุปกรณ์หลักๆ ที่ PLC สามารถติดต่อได้ ได้แก่

3.6.1 หน่วยป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE)

3.6.2 เครื่องป้อนโปรแกรมผ่านจอภาพ (CRT PROGRAMMER)

3.6.3 เครื่องพิมพ์ (PRINTER)

3.6.4 เครื่องบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำ (MEMORY BURNER)

3.6.5 จอภาพแสดงผล (TERMINAL MONITOR)

3.6.6 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)

3.6.7 เครื่องคอมพิวเตอร์ (COMPUTER)

การใช้งานทั่วไปนั้นมักจะใช้ PLC ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีทั้งฟังก์ชันที่ช่วยในการเขียนและตรวจสอบโปรแกรมมากมาย ประกอบกันโดยทั่วไปตามโรงงานหรือห้องควบคุมต่างๆ มักจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานอยู่แล้ว การใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อกับ PLC จึงกระทำได้สะดวก PLC ที่ติดตั้งใช้งานอยู่โดยทั่วไปนั้นจะประกอบด้วย ชุดของ CPU หน่วยอินพุท / เอาท์พุท อาจจะมีหน่วยขยายจำนวนอินพุท / เอาท์พุท หรือหน่วยขยาย CPU ร่วมอยู่ด้วยซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดอาจถูกจัดให้อยู่ในกล่องเป็นชุดสำเร็จก็ได้ แต่ก็อาจจะไม่มีอุปกรณ์สำหรับการป้อนโปรแกรม เพราะอุปกรณ์เหล่านี้

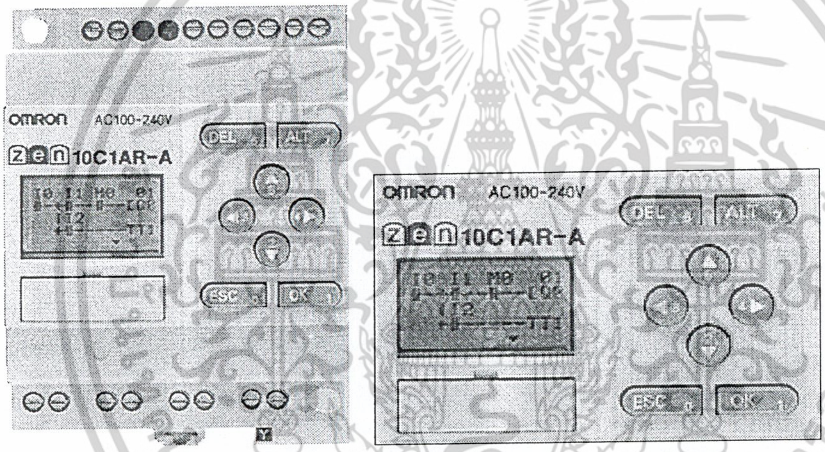
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการป้อนโปรแกรมให้กับ CPU แล้วสามารถถอดไปใช้งานกับเครื่องอื่นๆ ได้ ปัจจุบันนี้ผู้ผลิต PLC หลายๆ ยี่ห้อ ได้พัฒนาอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมให้สามารถแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรม (LADDER DIAGRAM) บนหน้าจอด้วยเพื่อให้สามารถตรวจสอบการทำงานของ PLC และสถานะภาพของรีเลย์ได้ง่ายยิ่งขึ้น

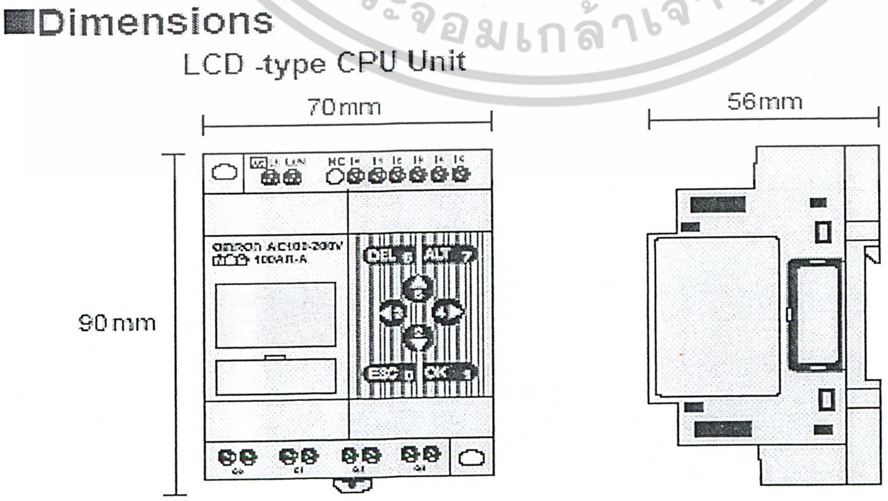
3.7 โครงสร้าง PLC ของ OMRON รุ่น ZEN [5,6]

3.7.1 หน้าจอแสดงผลและการทำงานขั้นพื้นฐาน

PLC ของ OMRON รุ่น ZEN มีหน้าจอแสดงผลและปุ่มแสดงการทำงานดังภาพที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.1 จอแสดงผลของ PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)



ภาพที่ 3.2 ขนาดมาตรฐานของ PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 วิธีการเตรียม PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)

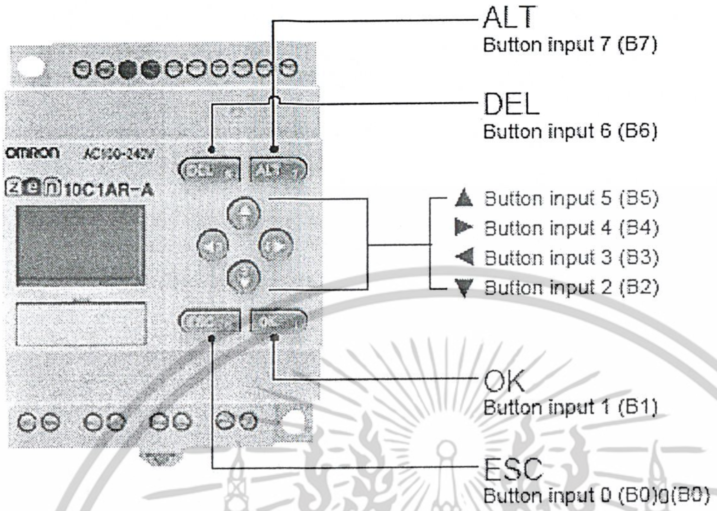
ขั้นตอนการทำงานของ PLCเพื่อควบคุมโรงเรือนได้ตามต้องการดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 วิธีการเตรียม PLC ของ OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 ลักษณะของปุ่มกดและหน้าที่การใช้งาน

PLC ของ OMRON รุ่น ZEN มีลักษณะของปุ่มกดและหน้าที่การทำงานดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ลักษณะของปุ่มกดและหน้าที่การใช้งาน

ตารางที่ 3.2 รายชื่อปุ่มกดใช้งานและหน้าที่การใช้งาน [6]

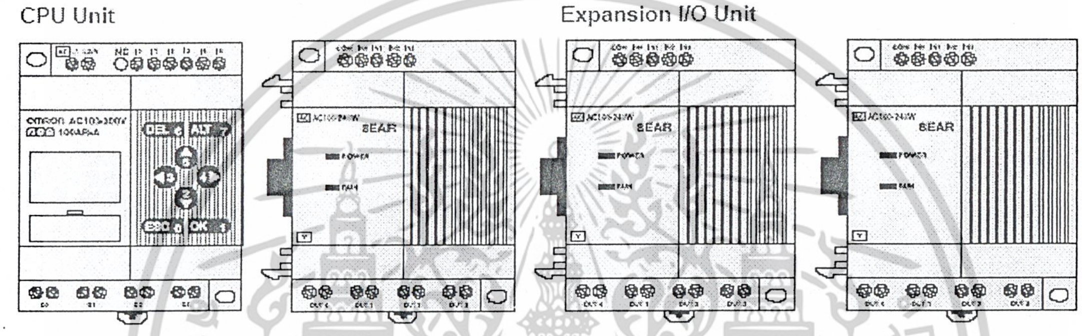
ปุ่ม	ฟังก์ชัน		
	เมนู	การเขียนโปรแกรม	การเซ็ทค่าพารามิเตอร์
DEL	-	ลบอินพุท, เอาท์พุทบรรทัดที่ต่อและบรรทัดที่ว่าง	-
ALT	-	เปลี่ยนหน้าคอนแทนระหว่างแบบปกติปิดกับปกติเปิดและการต่อบรรทัดในการเขียนโปรแกรม	-
UP /DOWN	ใช้เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นและลง	ใช้เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นและลง เลือกชนิดบิทและฟังก์ชันเมนู	ใช้เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นและลง เปลี่ยนตัวเลขและพารามิเตอร์
LEFT/ RIGHT	-	ใช้เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายหรือทางขวา	ใช้เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายหรือทางขวา
ESC	ย้อนกลับมาหน้าจอก่อนหน้า	ยกเลิกการเซ็ทค่าและกลับมาที่การทำงานก่อนหน้า	-
OK	เลือกเมนู	ยืนยันการเซ็ทค่า	ยืนยันการเซ็ทค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

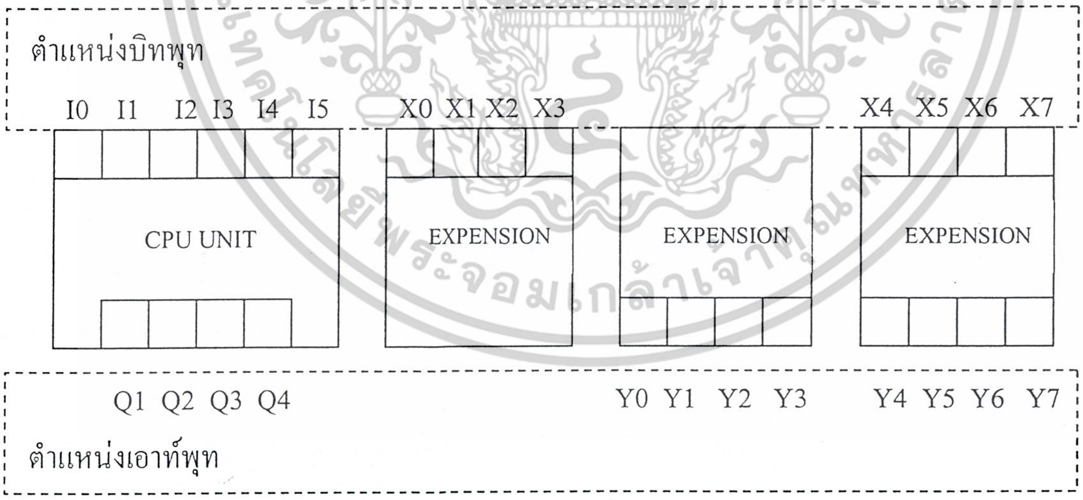
3.8 การกำหนดพื้นที่การใช้งาน I / O บิท

อินพุทบิทจะเริ่มต้นจาก I0 ถึง I5 และเอาท์พุทบิทจะเริ่มจาก Q0 ถึง Q3 ซึ่งอยู่ในชุด CPU UNIT สามารถต่อเพิ่ม EXPANSION I / O UNIT ได้ถึง 3 ตัวและอินพุทบิทจะเริ่มต้นจากตำแหน่ง X0 ถึง X3 และเอาท์พุทบิทจะเริ่มต้นจากตำแหน่ง Y0 ถึง Y3 มีรายละเอียดดังภาพที่ 3.5

ตัวอย่างการต่อชุด EXPANSION UNIT แบบมีเฉพาะอินพุท 4 จุด ชุด EXPANSION OUTPUT UNITแบบมีเฉพาะเอาท์พุท 4 จุด และ EXPANSION I / O UNIT มีทั้งอินพุทและเอาท์พุท รวมจุด 8 จุด มีรายละเอียดดังภาพที่ 3.6

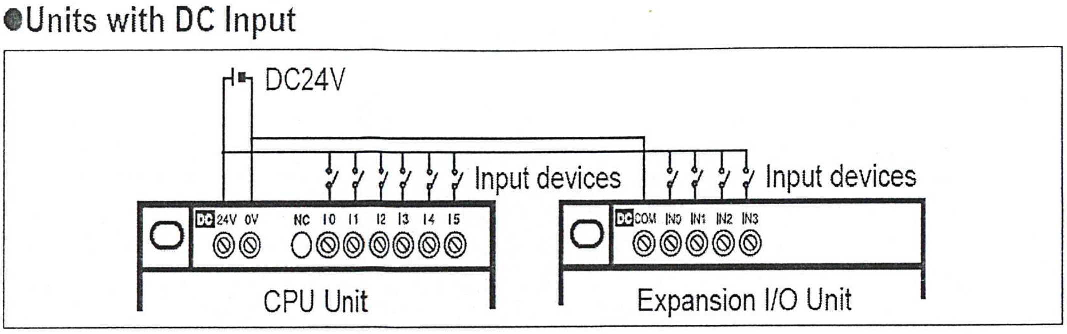


ภาพที่ 3.5 แสดงการต่อตัว EXPANSION UNIT



ภาพที่ 3.6 แสดงการต่อตัว EXPANSION UNIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

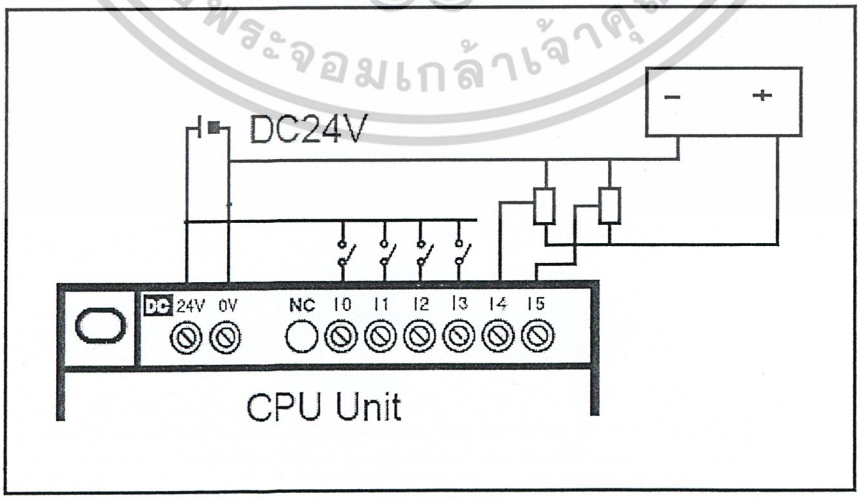


ภาพที่ 3.7 การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุท

เมื่อมีการต่อขยายโดยใช้ EXPANSION I /O UNIT ซึ่งอาจจะมีการใช้เป็นอินพุทอย่างเดียวหรือเอาท์พุทอย่างเดียว ตัวอย่างเป็นตามรูปด้านบนชุดขยายแรกเป็นแบบ 4 อินพุทอย่างเดียวชุดขยายต่อมาเป็นแบบ 4 เอาท์พุทอย่างเดียว พื้นที่บิทแอดเดรสของชุดขยายตัวที่ 3 จะเริ่มต่อจากอินพุทชุดขยายตัวแรก และเอาท์พุทจะเริ่มต่อจากชุดขยายที่ 2การเดินสายเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุทดังภาพที่ 3.7

3.8.1 การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุท

การเดินสายไฟเข้ากับเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุท PLC ของOMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS) เป็นแบบกระแสตรง(DC)โดยจะทำงานเมื่อมีกระแสมากกว่า16โวลต์ (ON $\geq$ 16 V) และจะปิดเมื่อมีกระแสน้อยกว่า 5 โวลต์ (OFF $\leq$ 5V)สำหรับอินพุท I4 และI5 สามารถใช้กับอนาล็อกอินพุทได้ดังภาพที่ 3.8 โดยสามารถรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 V ถึง 10 V

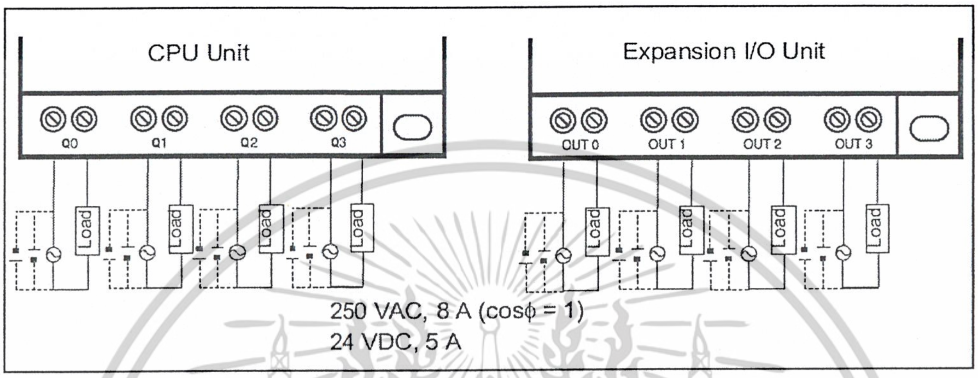


ภาพที่ 3.8 การต่อเพาเวอร์ซัพพลายและสายอินพุทแบบอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 การเดินสายวงจรเอาท์พุท

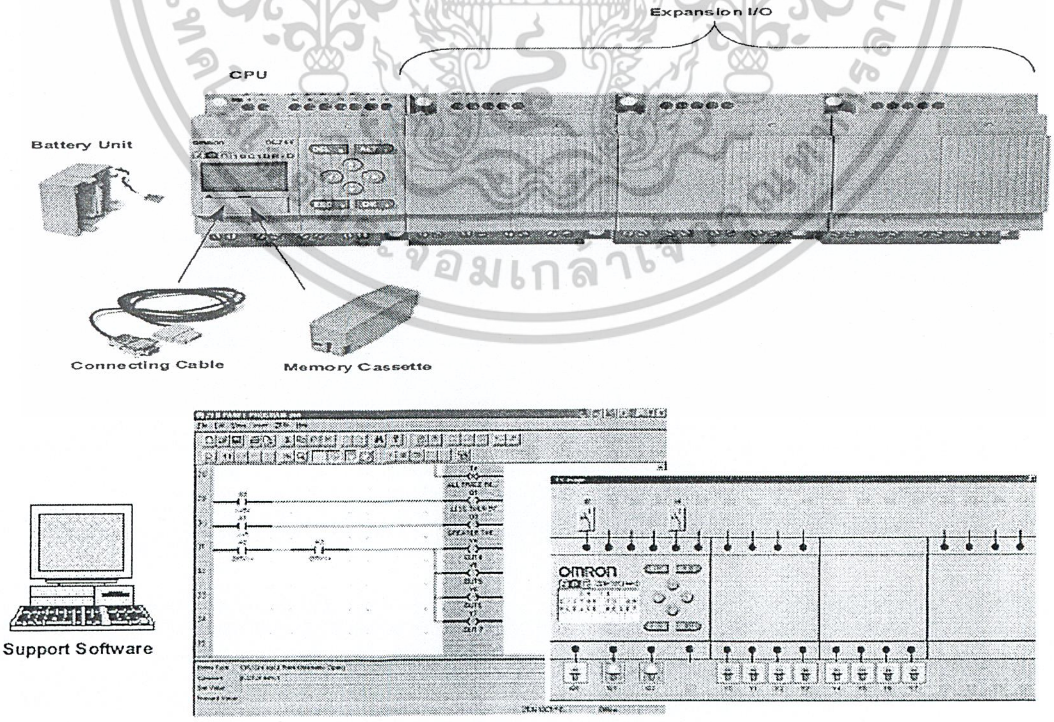
เอาท์พุททั้ง 4 ชุดมีหน้าคอนแทคแยกอิสระต่อกันจึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องขั้วไฟฟ้าคือ Q0 Q1 Q2 และQ3 แยกออกจากกันแล้วจึงไม่มีปัญหาเรื่องไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การต่อตัวเสริม (EXPANSION UNIT) ก็เป็นเช่นเดียวกันคือ เอาท์พุท มีอิสระต่อกันจึงไม่มีปัญหาเรื่องขั้วไฟฟ้าเวลาการต่อเอาท์จำนวนมากๆซึ่งการเดินสายวงจรเอาท์พุทดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.8 แสดงการเดินสายวงจรเอาท์พุท

3.8.3 โครงสร้างโดยรวมของ PLC ของบริษัท OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS)

PLC ของบริษัท OMRON รุ่น ZEN (LCD CPU UNITS) มีโครงสร้างโดยรวมดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 โครงสร้างโดยรวมของ PLC ของบริษัท OMRON รุ่น ZEN(LCD CPU UNITS)

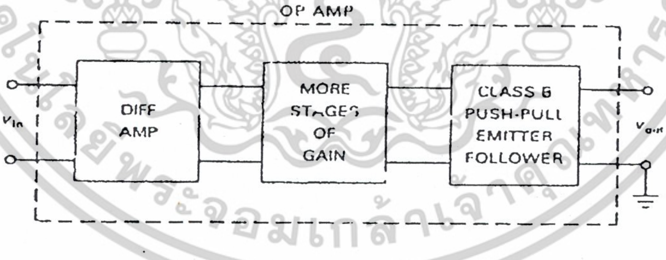
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 วงจรขยายสัญญาณ (OPERATIONAL AMPLIFIER : (OP-AMP)) [7]

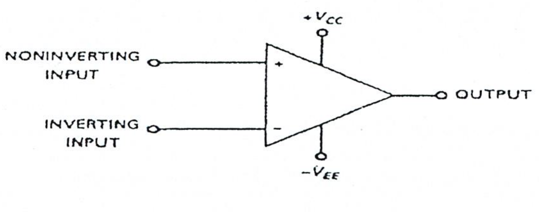
OP-AMP เป็นอุปกรณ์แบบACTIVE ซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเนื่องจากความสะดวกในการใช้งาน เช่น การสร้างวงจรขยายสัญญาณด้วย OP-AMP ซึ่งทำได้โดยการต่อวงจรร่วมกับตัวต่อต้านทานสองตัว ก็จะได้วงจรขยายสัญญาณที่มีค่าอัตราขยายตามต้องการได้ละนอกจากนี้การต่อวงจรของ OP-AMP ร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆก็จะได้วงจรที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่นสัญญาณแบบ ACTIVE (ACTIVE FILTER) และวงจรอื่นๆ

3.9.1 คุณสมบัติของ OP - AMP

โครงสร้างภายในของ OP-AMP จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.10 เริ่มจากภาครับสัญญาณอินพุทซึ่งเป็น DIFFERENTIAL VOLTAGE ตามด้วยภาคขยายสัญญาณแล้วจ่ายออกมาเป็นเอาท์พุท ด้วยภาคขยาย CLASS B PUSH EMITTER FOLLOW คุณสมบัติทางด้านอินพุทของ OP-AMP จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของภาค DIFF AMP นี้ และสำหรับวงจรในภาคเอาท์พุทของ OP-AMP ซึ่งโดยมากแล้วจะเป็นแบบ SINGLE-ENDED เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงลบให้กับ OP-AMP แล้วเอาท์พุทที่ได้จาก OP-AMP จะมีค่าเป็นศูนย์ เมื่ออินพุทที่เข้ามาเป็นศูนย์ สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ OP-AMP จะแสดงดังภาพที่ 3.11 ซึ่งจะประกอบด้วยขาสัญญาณที่สำคัญคือ NON INVERTING SINGLE-ENDED OUTPUT ขาไฟเลี้ยงบวก และไฟเลี้ยงลบ



ภาพที่ 3.10 แสดงโครงสร้างภายในของ OP – AMP

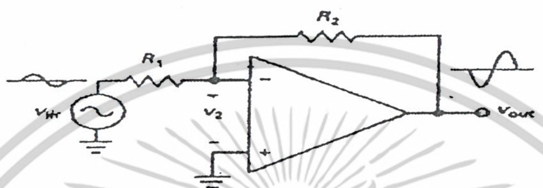


ภาพที่ 3.11 แสดงสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ OP - AMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 วงจรขยายกลับเฟส (INVERTING AMPLIFIER)

วงจรขยายกลับเฟสเป็นวงจรOP-AMPดังภาพที่ 3.12 พื้นฐานโดยการใช้การป้อนกลับแบบลบ (NEGATIVE FEEDBACK)ในการทำให้อัตราขยายของวงจรโดยรวมมีค่าคงที่ ความจำเป็นที่ต้องทำให้อัตราขยายรวมคงที่ก็เนื่องจากค่า A_{OL} ของOP-AMP มีค่ามากเกินไปที่จะนำมาใช้งานได้ และที่สำคัญค่าของ A_{OL} มีค่าเปลี่ยนไปมากสำหรับ OP-AMP แต่ละตัวเช่น LM741 มีค่าของ A_{OL} ต่ำสุดคือ 20000 เท่าและมีค่าสูงสุดที่เป็นไปได้คือ 200,000 เท่า



ภาพที่ 3.12 วงจรขยายกลับเฟส

วงจรขยายกลับเฟสรูปที่ นี้ได้แสดงเฉพาะส่วนของสัญญาณ (AC SIGNAL) เท่านั้นโดยไม่ได้แสดงการจ่ายไฟเลี้ยงของ OP-AMP สัญญาณอินพุท V_{IN} จะถูกป้อนเข้าที่ขา INVERTING INPUT ผ่าน R1 ซึ่งทำให้เกิดแรงดัน v2 เป็นอินพุทของ OP-AMP แล้วมันจะถูกขยายด้วย OPEN-LOOP GAIN ได้เป็นแรงดันเอาท์พุทที่มีเฟสกลับกันออกมา แรงดันเอาท์พุทนี้จะถูกป้อนกลับไปยังอินพุทโดยผ่านทาง FEEDBACK RESISTOR, R2 ซึ่งจะเป็นการป้อนกลับแบบลบเพราะสัญญาณที่เอาท์พุทนี้มีเฟสตรงข้ามกับสัญญาณที่อินพุท

การต่อ NEGATIVE FEEDBACK นี้จะทำให้ค่าอัตราขยายแรงดันของวงจรมีค่าคงที่ไม่ว่าค่า A_{OL} ของ OP-AMP จะเปลี่ยนไปก็ตาม ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ค่าของ A_{OL} มีค่าเพิ่มขึ้นขนาดของสัญญาณที่เอาท์พุทจะใหญ่ขึ้นจึงทำให้มีสัญญาณป้อนกลับมากขึ้นขนาดของ V2 ก็จะลดลงจะเห็นได้ว่า ถ้าค่า A_{OL} มีค่าเพิ่มขึ้นแล้วV2 ก็จะลดลงได้เองเป็นผลให้ขนาดของสัญญาณเอาท์พุทมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.9.3 VIRTUA GROUND

เมื่อใช้สายไฟต่อเชื่อมจุดใดของวงจรเข้ากับกราวด์ ค่าแรงดันที่จุดนั้นๆก็จะมีค่าเป็นศูนย์ และกระแสก็สามารถไหลจากจุดนั้นผ่านลงสู่กราวด์ได้ สำหรับหลักการของ VIRTUAL GROUND หรือกราวด์เสมือนนั้นจะต่างออกไปจะเป็นวิธีลัดในการวิเคราะห์วงจรขยายกลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของ VIRTUAL GROUND จะอาศัยคุณสมบัติของ OP-AMP ที่เป็นอุดมคติสองข้อด้วยกัน คือ

(1) จากค่า R_{IN} ที่เป็น INFINITE ทำให้กระแส i2 = 0

(2) จากค่าของ A_{OL} ที่เป็น INFINITE ทำให้แรงดันของ V2 ต้องเท่ากับศูนย์

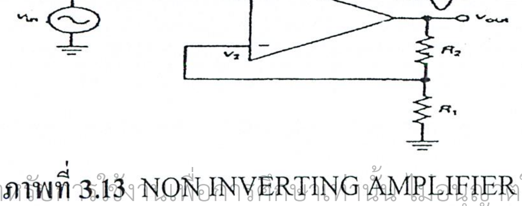
เมื่อค่ากระแสของ I2 = 0 ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน R2 จึงต้องเท่ากับกระแสที่ไหลผ่าน R1 และเมื่อค่าของ V2 มีค่าเป็นศูนย์จึงเปรียบเสมือนเป็นกราวด์ แตกระแสไม่สามารถจะไหลได้จึงถูกแสดงโดยใช้เส้นประ

3.9.4 INPUT IMPEDANCE

ในบางครั้งของการออกแบบวงจรขยายมีความต้องการที่จะให้ได้ INPUT IMPEDANCE มีค่าตามที่กำหนดไว้ การออกแบบวงจรขยายด้วย INVERTING AMPLIFIER ก็จะทำให้กำหนดINPUT IMPEDANCE ได้โดยง่ายเมื่อมองข้ามมาจากฝั่งของสัญญาณอินพุทก็จะพบ R1 ที่ต่ออยู่กับ VIRTUAL GROUND

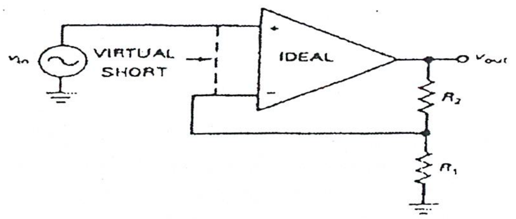
3.9.5 NON INVERTING AMPLIFIER

วงจรขยายไม่กลับเฟสก็เป็นอีกหนึ่งของวงจรพื้นฐานของการใช้งาน OP-AMP โดยอาศัย NEGATIVE FEEDBACKในการรักษาค่าอัตราการขยายแรงดันให้คงที่ จากภาพที่ 3.13 แสดงวงจรเสมือนAC ของวงจรขยายแบบ NON INVERTING AMPLIFIER สัญญาณอินพุท V_{IN} จะป้อนเข้าสู่วงจรที่ขา NON INVERTING AMPLIFIER ของ OP-AMP สัญญาณนี้จะถูกขยายโดย OP-AMP ให้ได้สัญญาณเอาท์พุทออกมาซึ่งจะมีเฟสตรงกับสัญญาณอินพุท ส่วนของสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จะถูกป้อนกลับโดยผ่านทาง VOLTAGE DIVIDER ซึ่งค่าของแรงดันที่ R1 จะเป็นแรงดันที่ป้อนกลับไปขาINVERTING INPUT ของ OP-AMP ค่าแรงดันที่ป้อนกลับนี้จะมีค่าใกล้เคียงกับแรงดันที่เป็นอินพุทจากการที่ A_{OL} มีค่ามาก ค่าของ V1V2 จึงต้องมีค่าน้อยเมื่อเราใช้สายไฟเชื่อมต่อจุดในวงจรค่าแรงดันที่จุดทั้งสองนั้นๆ ก็จะมีค่าเท่ากันและกระแสสามารถไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้



ภาพที่ 3.13 NON INVERTING AMPLIFIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 แสดงหลักการของ VIRTUAL SHORT

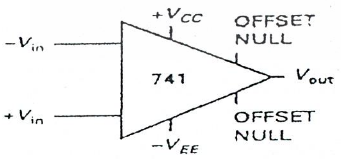
สำหรับหลักการของVIRTUAL SHORT ดังภาพที่ 3.14 นั้นจะใช้เป็นวิธีลัดในการวิเคราะห์วงจรขยายไม่กลับเฟส หลักการของ VIRTUAL SHORT จะอาศัยคุณสมบัติของ OP-AMP ที่เป็นอุดมคติสองข้อด้วยกันคือ

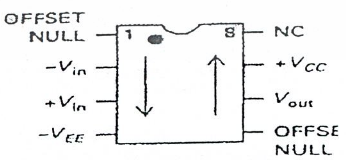
(1) จากค่าRin ที่เป็น INFINITE ทำให้กระแสที่อินพุททั้งสองของ OP-AMP เป็นศูนย์ จากค่าของ A_{OL} ที่เป็น INFINITE ทำให้แรงดันของ V1-V2 ต้องเท่ากับศูนย์

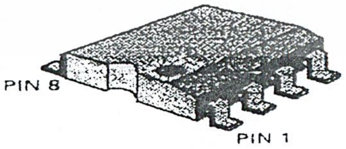
(2) การที่จะใส่ VIRTUAL SHORT ระหว่างขาอินพุททั้งสองของ OP-AMP ได้นั้น เราจะต้องพิจารณาว่า OP-AMP นี้ทำงานอยู่ในช่วงของการเป็นเชิงเส้น (LINEAR REGION : เอาท์พุทของ OP-AMP นั้นไม่ SATURATED ทางด้านบวกหรือด้านลบ) และค่าอัตราขยาย A_{OL} มีค่ามากพอ

3.9.6 การต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับ Op-Amp

OP-AMP เป็นอุปกรณ์แบบ ACTIVE ดังภาพที่ 3.15 ซึ่งในการทำงานจะต้องใช้แหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอกทำได้โดยการต่อแหล่งจ่ายไฟให้เข้ากับขาเลี้ยงของ OP-AMP การต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับ OP-AMP นี้สามารถทำได้หลายแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับการใช้งานของ OP-AMP สำหรับการต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟให้กับ OP-AMP ในแบบของDUAL SUPPLY โดยการต่อไฟบวกเข้าที่ V_{CC} และไฟลบเข้าที่ V_{EE} ทั้งนี้ก็เพื่อให้ OP-AMP สามารถที่จะขยายสัญญาณได้ทั้งซีกบวกและลบ







ภาพที่ 3.15 (ก) แสดงชื่อขาสัญญาณต่างๆของ OP-AMP

(ข) แสดงตำแหน่งขาของ IC โดยเริ่มต้นขาที่ 1จาก “จุด” หรือ “บาก”

(ค) แสดงรูปของ IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การศึกษาคุณสมบัติของ SENSOR

3.10.1 การทดลองหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

ก จุดประสงค์

(1) เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR

(2) เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของ SENSOR และอุณหภูมิ

ข. อุปกรณ์

(1) SENSOR วัดอุณหภูมิ

(2) มิเตอร์วัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า

(3) เทอร์โมมิเตอร์

(4) ขวดโหลแก้วมีฝาปิด เจาะรู 2 รูบนฝา

(5) น้ำแข็ง

(6) กระติกน้ำแข็ง

ค. ขั้นตอนการทดลอง

(1) ต่อมิเตอร์กับ SENSOR วัดอุณหภูมิ

(2) ปรับย่านการวัดไปที่โอห์มมิเตอร์

(3) นำ SENSOR และเทอร์โมมิเตอร์ใส่ในขวดแก้วที่เจาะฝาไว้ด้านบน

(4) นำขวดโหลแก้วใส่ลงในกระติกน้ำแข็ง

(5) ใส่น้ำแข็งลงในกระติกน้ำแข็งที่มีขวดแก้ววางอยู่จนเต็มรอบบริเวณขวดโหลแก้ว

(6) เริ่มอ่านค่าอุณหภูมิและค่าความต้านทานของ SENSOR

(7) บันทึกผลการทดลอง

(8) เมื่ออุณหภูมิลดจนถึงจุดต่ำสุด(ประมาณ 8 องศาเซลเซียส)เริ่มเอาน้ำแข็งออก

(9) สังเกตดูการเปลี่ยนแปลงจดบันทึก

(10) ทำซ้ำในข้อ 5-9 จำนวน 3 ครั้ง

(11) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2 การทดลองหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR วัดความชื้น

ก. จุดประสงค์

(1) เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR

(2) เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของ SENSOR และความชื้น

ข. อุปกรณ์

(1) SENSOR วัดความชื้น

(2) ห้องปรับอุณหภูมิ

(3) มิเตอร์วัดไฟฟ้า

(4) เครื่องมือวัดความชื้น

ค. ขั้นตอนการทดลอง

(1) ต่อ SENSOR เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5 V

(2) ต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับ OUTPUT ของ SENSOR

(3) เปิดเครื่องมือวัดความชื้น

(4) ปรับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้ต่ำที่สุด

(5) เริ่มอ่านค่า OUTPUT ของ SENSOR และค่าความชื้นจากเครื่อง

(6) บันทึกผลการทดลอง

(7) ปรับอุณหภูมิให้ค่อยๆสูงขึ้น สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

(8) ทำซ้ำ ข้อ4-7 จำนวน 3 ครั้ง

(9) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น (%RH) กับ VOLTAGE

3.10.3 การออกแบบวงจร SIGNAL CONDITIONING

ก. แนวทางการออกแบบ SIGNAL CONDITIONING ที่ใช้กับ SENSOR

(1) นำคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR มาเป็นส่วนประกอบของวงจรและต่อเข้ากับวงจร SIGNAL CONDITIONING

(2) ค่าOUTPUT ที่ได้จาก SIGNAL CONDITIONING ต้องอยู่ในช่วง-99mV ถึง +99 mV

(3) มีการขยายสัญญาณที่ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้าของ SENSOR เช่น V เปลี่ยนกรณี RH,I เปลี่ยนความเข้มแสง เป็นต้น

(4) สามารถปรับเทียบค่าให้ถูกต้องได้

(5) ใช้แรงดันไฟฟ้าในวงจร 5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) OUTPUT ของ SIGNAL CONDITIONING จะต่อเข้ากับตัว DATA LOGGER

3.10.4 การทดลองแบบ SIGNAL CONDITIONING กับ SENSOR วัดอุณหภูมิ

ก. จุดประสงค์

(1) เพื่อทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ที่ออกแบบ

(2) หาความสัมพันธ์ระหว่าง OUTPUT SIGNAL และอุณหภูมิ

ข. อุปกรณ์

(1) ชุด SIGNAL CONDITIONING

(2) SENSOR อุณหภูมิ

(3) ขวดโหลแก้วด้านบนเจาะรู 2 รู

(4) เทอร์โมมิเตอร์

(5) น้ำแข็ง

(6) กระติกน้ำแข็ง

(7) มิเตอร์วัดไฟ

ค. ขั้นตอนการทดลอง

(1) นำชุด SIGNAL CONDITIONING กับ SENSOR มาต่อเข้าด้วยกัน

(2) ต่อโวลต์มิเตอร์กับ OUTPUT SIGNAL CONDITIONING

(3) นำ SENSOR และเทอร์โมมิเตอร์ใส่ในขวดโหลแก้ว

(4) ใส่ขวดโหลแก้วลงในกระติกน้ำแข็ง

(5) ใส่น้ำแข็งลงในกระติกรอบๆขวดโหลแก้ว

(6) รอจนอุณหภูมิคงที่ เริ่มอ่านค่า OUTPUT SIGNAL และอุณหภูมิ

(7) บันทึกผลการทดลอง

(8) เริ่มเอาน้ำแข็งออกเพื่อให้อุณหภูมิเปลี่ยนช้าๆ

(9) บันทึกผลการทดลองไปเรื่อยๆ

(10) ทำข้อ 5-9 ซ้ำ จำนวน 3 ครั้ง

(11) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OUTPUT SIGNAL CONDITIONINGและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.5 การทดลองทดสอบ SIGNAL CONDITIONING กับ SENSOR วัดความชื้น

ก. จุดประสงค์

(1) เพื่อทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING

(2) หาความสัมพันธ์ระหว่าง OUTPUT SIGNAL กับความชื้น (%RH)

ข. อุปกรณ์

(1) ชุด SIGNAL CONDITIONING

(2) SENSOR ความชื้น

(3) ห้องปรับอากาศ

(4) มิเตอร์ไฟฟ้า

(5) เครื่องมือวัดความชื้นมาตรฐาน

ค. ขั้นตอนการทดลอง

(1) ต่อ SENSOR เข้ากับชุด SIGNAL CONDITIONING

(2) ต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับ OUTPUT SIGNAL

(3) เปิดเครื่องมือวัดความชื้น

(4) ปรับอุณหภูมิในห้องปรับอากาศให้ต่ำที่สุด

(5) เริ่มอ่านค่า OUTPUT SIGNAL และ %RH

(6) บันทึกผลการทดลอง

(7) ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเรื่อยๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

(8) ทำซ้ำในข้อ 4-7 จำนวน 3 ครั้ง

(9) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง OUTPUT SIGNAL กับความชื้น (%RH)

3.11 โรงเรือน (GREENHOUSE)

3.11.1 ที่ตั้ง (LOCATION)

ก. โรงเรือนควรจะตั้งอยู่ที่ที่รับแสงแดดได้เต็มที่

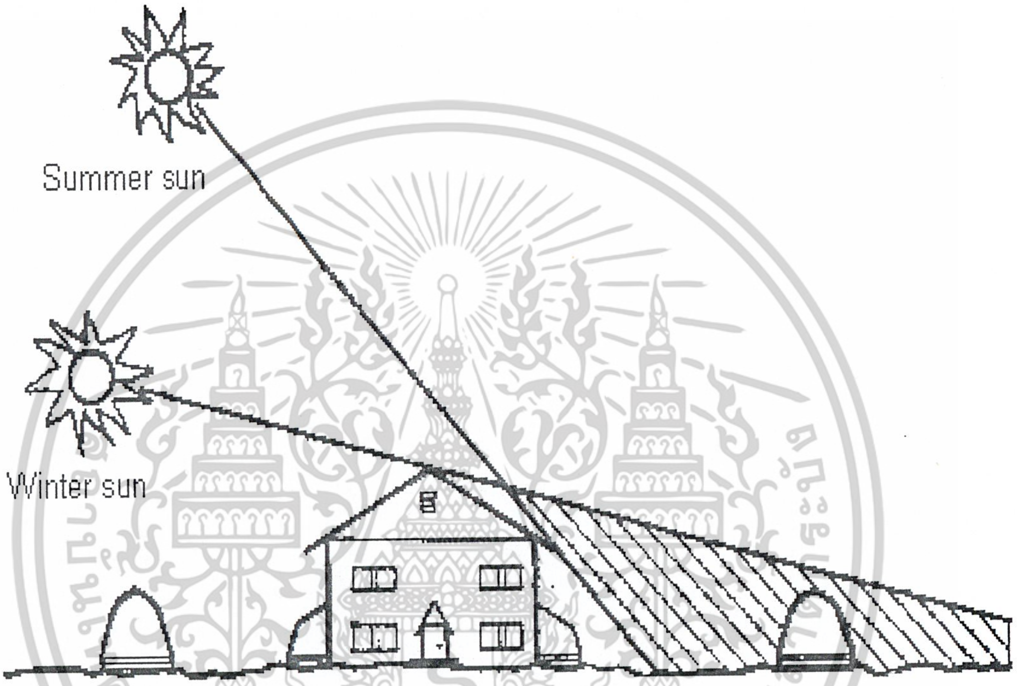
ข. ตั้งโรงเรือนอยู่ทางทิศใต้ หรือทิศตะวันออกเฉียงใต้และรับแสงจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน แต่ควรได้รับแสงจากตอนเข้าในทางทิศตะวันออกอย่างเพียงพอ เพราะแสงแดดในตอนเข้าจะทำให้พืชได้ปรุงอาหารทำให้พืชเจริญเติบโตได้เต็มที่

ค. ในทางด้านทิศตะวันออกจะได้รับแสงมากในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ และทิศที่เหมาะสมกับการติดตั้งคือทิศใต้หรือทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ในทางทิศเหนือจะได้รับแสงแดดลงมาน้อย ซึ่งเหมาะสมสำหรับพืชที่ไม่ต้องการแสงมากจำพวกพืชตระกูลไม้เลื้อย

ดังนั้นลักษณะที่ตั้งโรงเรือนควรคำนึงถึงคำแนะนำดังกล่าวข้างต้นซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.16

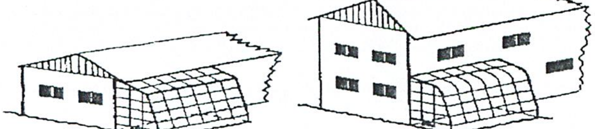


ภาพที่ 3.16 การเลือกทำเลที่ตั้งของโรงเรือนควรคำนึงถึงการบังเงาของแสงในทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว

3.11.2 ชนิดของโรงเรือน (TYPE OF GREENHOUSE)

ลักษณะของโรงเรือนโดยทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ LEAN-TO EVAN-SPAN FREESTANDING STRUCTURES และ WINDOW-MOUNTED มีรูปแบบดังภาพที่ 3.17-3.20

ก. LEAN-TO

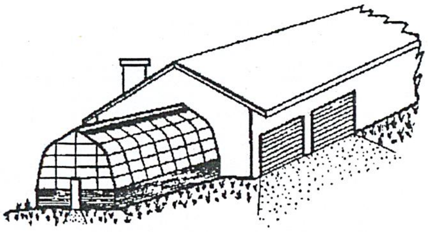


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาพที่ 3.17 LEAN-TO

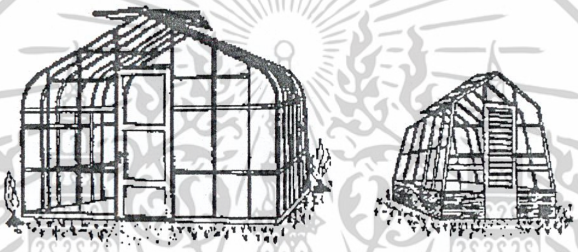
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. EVAN-SPAN



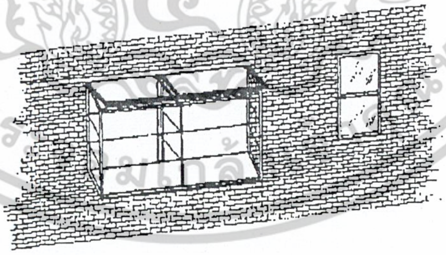
ภาพที่ 3.18 EVAN-SPAN

ค. FREESTANDING STRUCTURES



ภาพที่ 3.19 FREESTANDING STRUCTURES

ง. WINDOW-MOUNTED



ภาพที่ 3.20 WINDOW-MOUNTED

3.11.3 ลักษณะโครงสร้าง (STRUCTURE MATERIALS)

การเลือกถึงโครงสร้างของโรงเรือน ควรคำนึงราคาของวัสดุที่จะนำมาประกอบเป็นโครงโรงเรือน โครงเรือนโดยส่วนใหญ่ดังภาพที่ 3.21 มักทำจาก ไม้ เหล็กชุบสังกะสี อะลูมิเนียม เป็นต้น ถ้าจะสร้างโรงเรือนอย่างง่ายมักจะใช้ ไม้ ท่อเหล็ก ท่อพีวีซี โครงโรงเรือนควรจะสามารถคลุมด้วยกระจกไฟเบอร์กลาส แผ่นพลาสติก หรือฟิล์มพลาสติกโครงสร้างของโรงเรือนได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. โรงเรือนแบบโครงเหลี่ยม (FRAMES)

เป็นโรงเรือนแบบธรรมดาเรียบง่าย เป็นการออกแบบที่มีโครงสร้างค่อนข้างแข็งแรง

ข. โรงเรือนแบบโครงโค้ง (QUONSET)

เป็นโรงเรือนที่มีความแข็งแรงทางโครงสร้าง มักทำด้วยท่อแสตนเลท เป็นโครงโค้ง มักคลุมด้วยพลาสติก แบบ QUONSET มีทั้งแบบผนังด้านข้างสูงและแบบผนังด้านข้างต่ำ

ค. โรงเรือนแบบโครงโค้งสูง (GOTHIC)

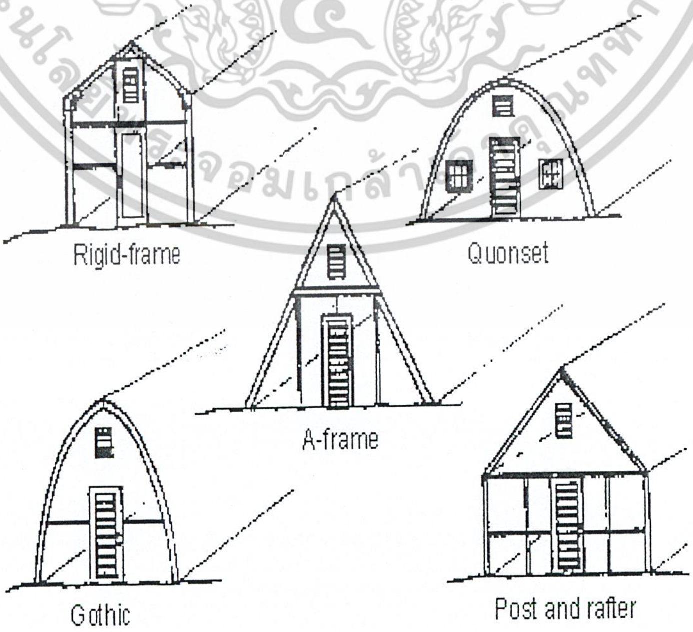
เป็นโรงเรือนที่มีลักษณะคล้ายแบบ QUONSET แต่จะมีส่วนหัวของค่อนสูงและผนังด้านข้างสูงกว่าแบบ QUONSET

ง. โรงเรือนแบบโครงแข็ง (RIGID-FRAME)

เป็นโรงเรือนที่มีแนวตั้งและแนวนอนแบนราบ ไม่มีข้อต่อที่หลังคา โครงสร้างหลักมักทำด้วยวัสดุแข็งและเป็นชิ้นเดียว เป็นโรงเรือนที่รับน้ำหนักได้ระดับหนึ่ง

จ. โรงเรือนแบบโครงค้ำรูปตัววี (POST AND RAFTER AND A FRAME)

เป็นโรงเรือนที่ต้องการความแข็งแรง ควรใช้ไม้หรือโลหะที่มีความแข็งแรงเป็นโครงสร้างหลักเพราะโรงเรือนแบบนี้มักเป็นโรงเรือนขนาดใหญ่ เพื่อรับแรงกดของลม มีประสิทธิภาพในการหมุนเวียนอากาศที่ดี



ภาพที่ 3.21 ลักษณะโรงเรือนในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 วัสดุคลุมโรงเรือน (COVERING)

วัสดุคลุมโรงเรือน(COVERING) ได้แก่ กระจก (GLASS) ไฟเบอร์กลาส (FIBERGLASS) พลาสติกคู่ (DOUBLE WALL PLASTIC) ฟิล์มพาสติก (FILM PLASTIC) และวัสดุอื่นๆ

3.12.1 กระจก (GLASS)

กระจก (GLASS) ลักษณะของกระจกคือจะโปร่งแสง มีความคงทนสูง สำหรับกระจกมักจะทำโครงด้วยอะลูมินัม (ALUMINUM) กระจกมีความหลากหลายตามลักษณะการใช้งาน สำหรับกระจกถ้าจะเพิ่มความแข็งแรงอาจจะวางซ้อน 2 ถึง 3 อัน ข้อเสียของกระจกคือ กระจกจะแตกง่าย ราคาต้นทุนเริ่มแรกจะสูงและโครงที่ใช้ทำจะต้องดีกว่าไฟเบอร์กลาส(FIBERGLASS) หรือ พลาสติก(PLASTIC)

3.12.2 ไฟเบอร์กลาส (FIBERGLASS)

ไฟเบอร์กลาส (FIBERGLASS) ลักษณะของไฟเบอร์กลาส จะมีน้ำหนักเบา แข็ง คุณภาพของไฟเบอร์กลาสมีหลายคุณภาพ ถ้าไฟเบอร์กลาสคุณภาพต่ำจะได้สีที่ไม่ดี และแสงจะลดการส่องผ่านได้ควรใช้ไฟเบอร์กลาสชนิดที่โปร่งแสงสำหรับใช้ในโรงเรือไฟเบอร์กลาสมีอายุการใช้งานประมาณ 10 ถึง 15 ปี ความโปร่งแสงของไฟเบอร์กลาสจะคล้ายกระจกแต่ถ้าคุณภาพต่ำก็จะด้อยลงมาตามลำดับ

3.12.3 พลาสติกคู่ (DOUBLE WALL PLASTIC)

พลาสติกคู่ (DOUBLE WALL PLASTIC) ลักษณะพลาสติกคู่จะเป็นพลาสติกแข็ง 2 แผ่นติดกันทำด้วย อะคริลิก (ACRYLIC) หรือ โพลีคาร์บอนเนต (POLYCARBONATE) มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถรักษาความร้อนได้ประมาณ 30% อะคริลิกเมื่อใช้ไปนานจะไม่เป็นสีเหลือง โพลีคาร์บอนเนตเมื่อใช้เป็นนานจะเป็นสีเหลือง แต่จะสามารถทนทานรังสีอัลตราไวโอเลต ULTRAVIOLET (UV)ได้ วัสดุทั้งสองอย่างสามารถอยู่ได้ประมาณ 10 ปี ทั้งอะคริลิกและโพลีคาร์บอนเนตสามารถทำเป็นโครงโค้งได้ แต่โพลีคาร์บอนเนตจะเป็นที่นิยมมากกว่า สามารถลดแสงได้ประมาณ 10 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.4 ฟิล์มพาสติก (FILM PLASTIC)

ฟิล์มพาสติก (FILM PLASTIC) ลักษณะของฟิล์มพาสติกมีหลายแบบตามคุณภาพ สามารถเปลี่ยนถี่กว่าวัสดุคลุมชนิดอื่นๆ ราคาถูกสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกฟิล์มพาสติกทำด้วย POLYETHYLENE (PE), POLYVINYL CHLORIDE (PVC), COPOLYMERS, วัสดุอื่นๆ สำหรับการใช้งานฟิล์มพาสติกแบบ PE สามารถทนทานต่อรังสีอัลตราไวโอเลต ULTRAVIOLET (UV) ได้ อายุการใช้งานประมาณ12 ถึง 18 เดือน สำหรับ COPOLYMERS จะมีอายุการใช้งานประมาณ 2 ถึง 3 ปี ฟิล์มพาสติกสามารถป้องกันรังสีจากความร้อนกลับเข้ามาในโรงเรือนได้ ฟิล์มพาสติกต้องทำความสะอาดเป็นครั้งคราว

ตารางที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวัสดุคลุม [8]

วัสดุคลุม	ข้อดี	ข้อเสีย
A. GLASS	ส่งผ่านรังสีจากแสงได้สูง ทนต่อสภาพภูมิอากาศ มีการขยายตัวต่ำเมื่ออุณหภูมิสูง ทนทานต่อแสง UV ทนต่อการกัดกร่อน	มีน้ำหนักมาก ราคาสูง ต้องมีกรอบกระจกเวลาติดตั้ง
B. ACRYLIC	ส่งผ่านรังสีจากแสงได้สูง ทนต่อสภาพภูมิอากาศ ทนทานต่อแสง UV ไม่เป็นสีเหลือง น้ำหนักเบา	เกิดรอยขีดข่วน ได้ง่าย มีการขยายตัวสูงเมื่ออุณหภูมิสูง, สามารถติดไฟได้ จะมีความเปาะมากขึ้นเมื่อใช้ไปนานๆ
C. POLYCARBONATE	ทนต่อแรงกระแทกสูง มีช่วงอุณหภูมิกว้างในการใช้งาน	ทนต่อสภาพภูมิอากาศต่ำ ทนทานต่อแสง UV ต่ำ มีการขยายตัวสูงเมื่ออุณหภูมิสูง, สามารถติดไฟได้ เกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย
D. POLYVINYL FLUORIDE	ส่งผ่านรังสีจากแสงได้สูง ทนทานต่อแสง UV ทนต่อแรงกระแทกสูง เมื่อโดนความร้อนจะหดตัว	ราคาสูง ฉีกขาดได้ง่าย
E. POLYVINYL CHLORIDE	ส่งผ่านรังสีจากแสงได้สูง สามารถทำได้จากพลาสติกหลายชนิด	เปลี่ยนสีดำคลำได้ง่าย ทนต่อแรงกระแทกต่ำ มีความเปราะสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวัสดุคลุม (ต่อ) [8]

วัสดุคลุม	ข้อดี	ข้อเสีย
F. FIBER REINFORED PLASIC (FRP)	ง่ายต่อการติดตั้ง ทนต่อสภาพภูมิอากาศ ทนต่อแรงกระแทกสูง	ทนทานต่อแสง UV ต่ำ มักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองถ้าใช้เป็นเวลานานๆ สามารถติดไฟได้ อายุการใช้งานปานกลาง
G. POLYETHYLENE (PE)	ราคาไม่แพง ง่ายต่อการติดตั้ง แผ่นมีขนาดใหญ่ ทนต่อแรงกระแทกสูง	อายุการใช้งานค่อนข้างสั้น ส่งผ่านรังสีจากแสงได้ต่ำ
H. POLYESTER	ส่งผ่านรังสีจากแสงได้สูง ทนต่อสภาพภูมิอากาศ ง่ายต่อการติดตั้ง	ทนต่อแรงกระแทกต่ำ ทนทานต่อแสง UV ต่ำ

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุคลุม [8]

COVERING	THICKNESS (mm)	PAR TRANSMISSIVITY (%)	THERMAL TRAMSMISSIVTY (%)	HEAT LOSS ($M^{-2}C^{-1}$)	LIFETIME (YEARS)
A. GLASS	3, 4 25	88 90-92	3 <3	6.3 6.3	25+ 25+
B. ACRYLIC	8, 16, 32	83	<3	3.5	20+
C.POLYCARBONATE	4, 6, 8, 16	79	<3	3.5	5-7
D. POLYVINYL FLUORIDE	90 – 120μm	92	21	5.7	>10
F. FIBER REINFORED PLASIC (FRP)	1.2 -1.8 Kgm^{-2}	88	<3	5.7	10-15
G.POLYETHYLENE (PE)	100-150μm	87	50	6.3	2-3
H.POLYESTER	51-150μm	85-88	30	-	7-10

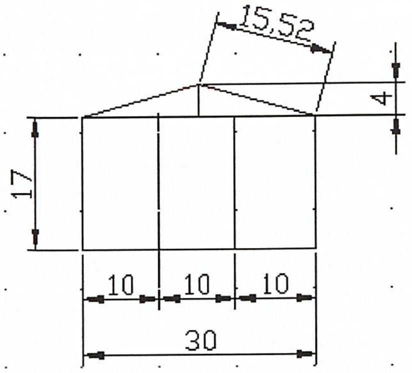
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

COVERING	วัสดุคลุม
THICKNESS	ความหนา (mm)
PAR TRANSMISSIVITY	ค่ามาตรฐานของการส่งผ่านรังสีของแสง (%)
THERMAL TRAMSMISSIVTY	ค่าความร้อนของการส่งผ่านรังสีของแสง (%)
HEAT LOSS	ค่าความสูญเสียความร้อน ($M^{-2}C^{-1}$)
LIFETIME	อายุการใช้งาน (YEARS)

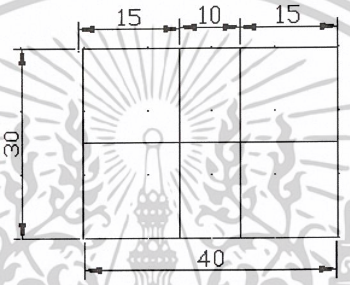
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ



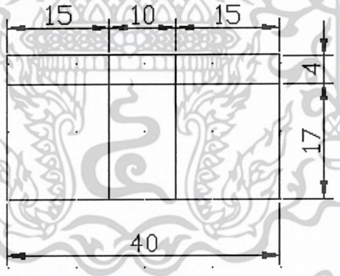
มาตราส่วน 1 : 100 cm

ภาพที่ 3.22 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน FRONT VIEW



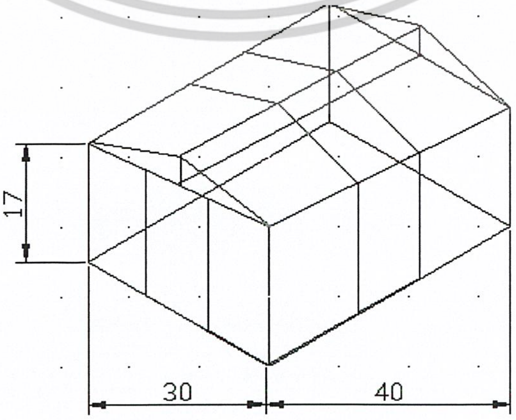
มาตราส่วน 1 : 100 cm

ภาพที่ 3.23 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน TOP VIEW



มาตราส่วน 1 : 100 cm

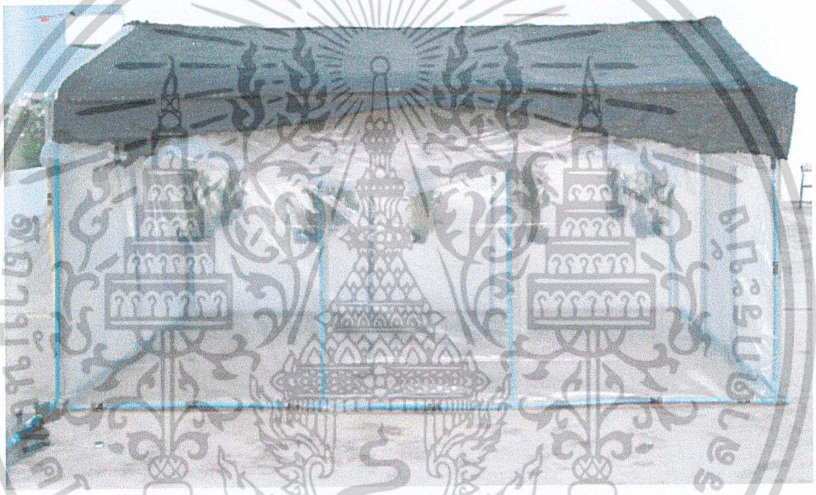
ภาพที่ 3.24 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบ ด้าน SIDE VIEW



มาตราส่วน 1 : 100 cm

ภาพที่ 3.25 ลักษณะโรงเรือนที่ออกแบบรูป ISOMETRIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.26 ลักษณะโรงเรือนที่ใช้ได้การทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

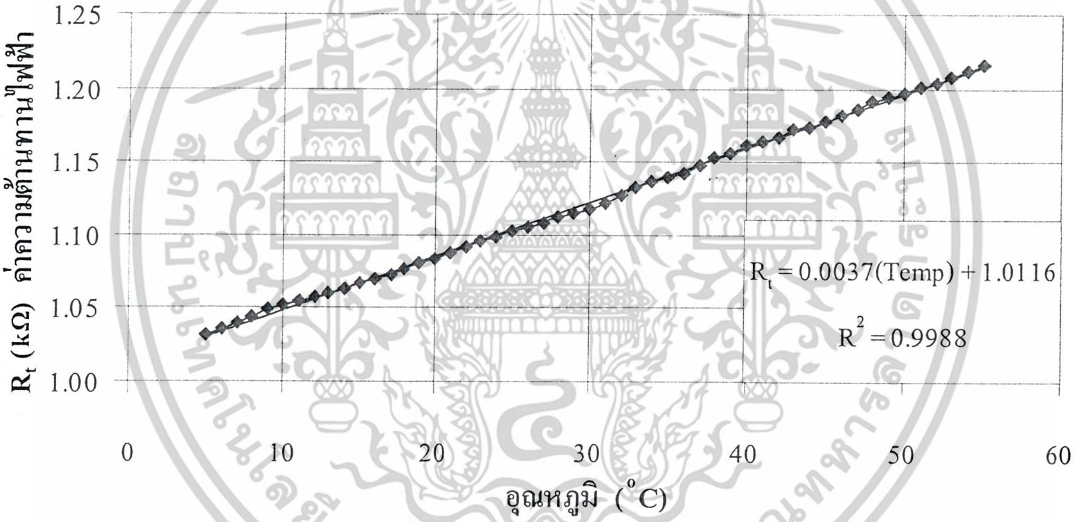
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

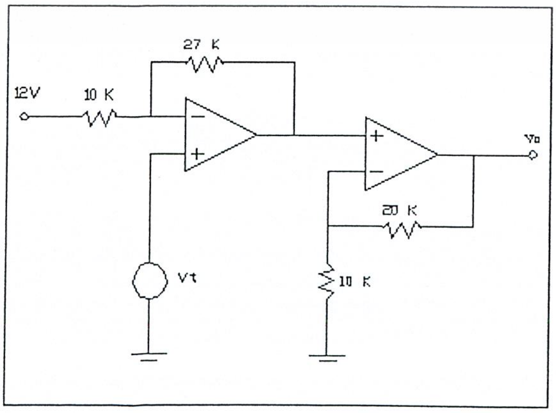
4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSORและการออกแบบวงจร SIGNAL CONDITIONING

4.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSORวัดอุณหภูมิ

จากการทดลองที่ 3.10.1ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก.1 และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความต้านทานทางไฟฟ้าของ SENSOR ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และจากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำไปออกแบบและสร้างวงจร SIGNAL CONDITIONING ได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ SENSOR (R)

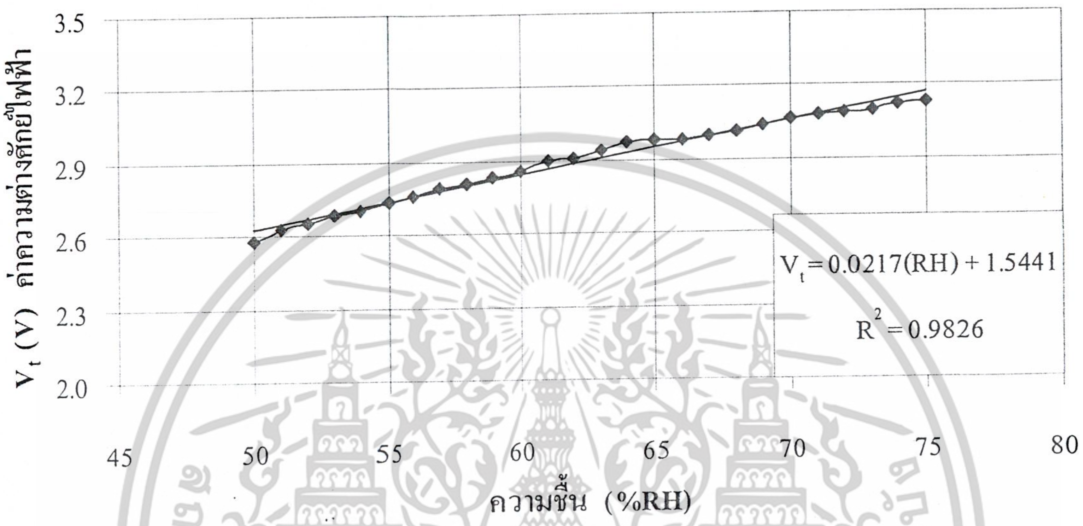


ภาพที่ 4.2 วงจร SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

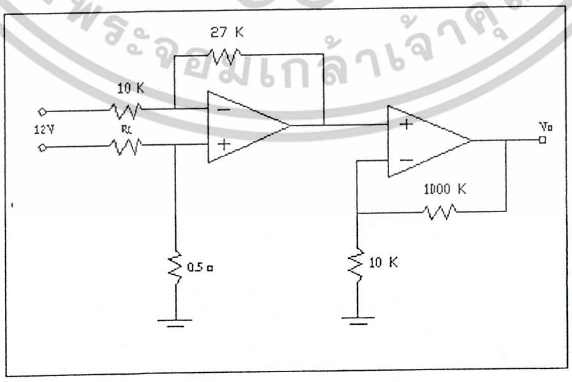
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของ SENSOR วัดความชื้น

จากการทดลองที่ 3.10.2 ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก.2 และความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความต่างศักย์ไฟฟ้าของ SENSOR ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำไปออกแบบและสร้างวงจร SIGNAL CONDITIONINGได้ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 สัมพันธ์ระหว่าง ความชื้น กับ SENSOR (RH%)



ภาพที่ 4.4 วงจร SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำ SENSOR ไปต่อในวงจรรูปที่ 4.2 และนำไปทดลองตาม 3.10.1 จะได้ข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 4.1

เมื่อนำ SENSOR ไปต่อในวงจรรูปที่ 4.4 และนำไปทดลองตาม 3.10.2 จะได้ข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบวงจรภาพที่ 4.1

ผลการทดลอง			
ค่า	**อุณหภูมิ (˚C)**	**R_t (kΩ)**	**V_{out} (V)**
MIN	5	1.024	0.67
MAX	50	1.286	10.59

ตารางที่ 4.2 ช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบวงจรภาพที่ 4.2

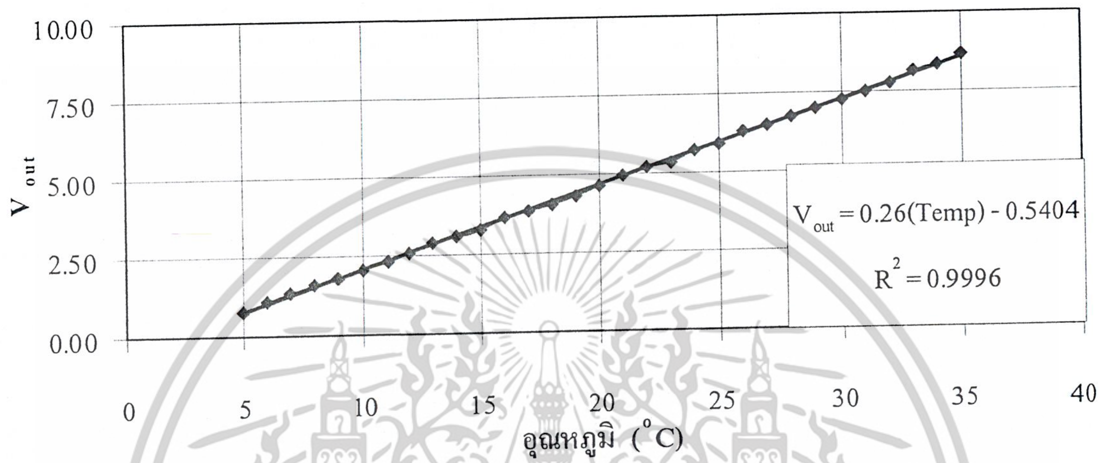
ผลการทดลอง			
ค่า	**ความชื้น (%RH)**	**V_t**	**V_{out} (V)**
MIN	50	2.41	6.09
MAX	85	3.27	9.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR

4.2.1 ผลการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

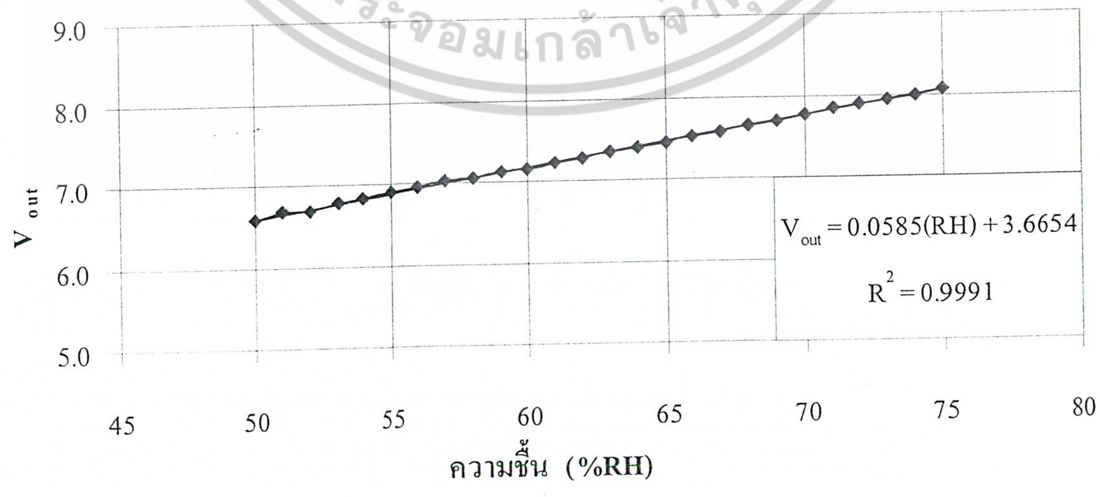
จากการทดลองได้ผลการทดลองมีดังตารางภาคผนวกที่ ก.3 และได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จาก SIGNAL CONDITIONINGของ SENSORได้ในดังในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 สัมพันธ์ระหว่างค่า V_{out} กับ อุณหภูมิ (°C)

4.2.2 ผลการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น

จากการทดลองได้ผลการทดลองแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก.4 และได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จาก SIGNAL CONDITIONINGของ SENSOR ในดังภาพที่ 4.6



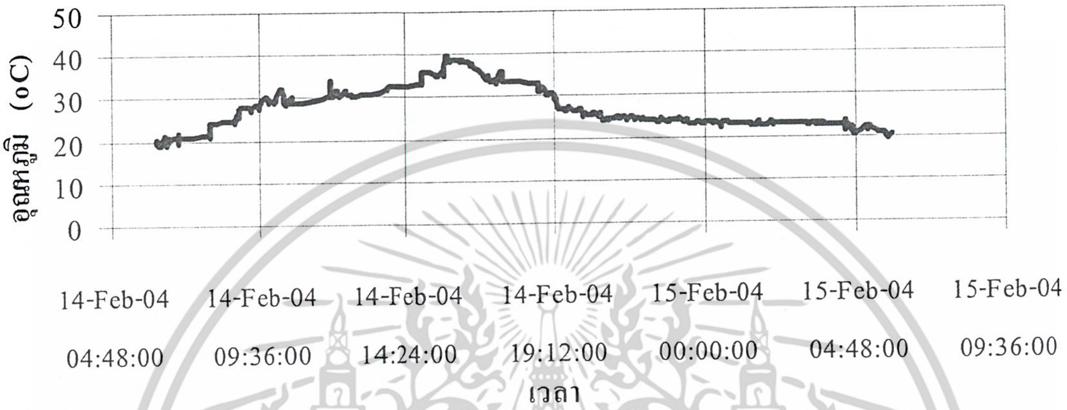
ภาพที่ 4.6 สัมพันธ์ระหว่างค่า V_{out} กับ ความชื้น (RH%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองเก็บข้อมูลโดยชุดเก็บข้อมูล

4.3.1 การทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

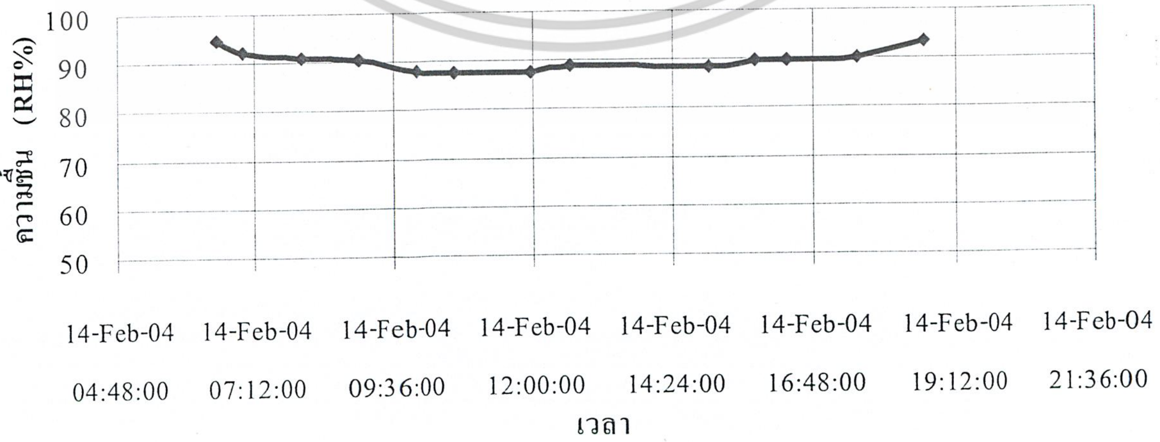
จากการทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิในช่วงเวลา 06.00 – 18.40 น. ดังภาพที่ 4.7 ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางภาคผนวกที่ ก.3



ภาพที่ 4.7 ข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

4.3.2 การทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น

จากการทดลองเก็บข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSORวัดความชื้นในช่วงเวลา 06.00-18.40 น.ดังภาพที่ 4.8 ได้ผลการทดลองดังตารางภาคผนวกที่ ก.3



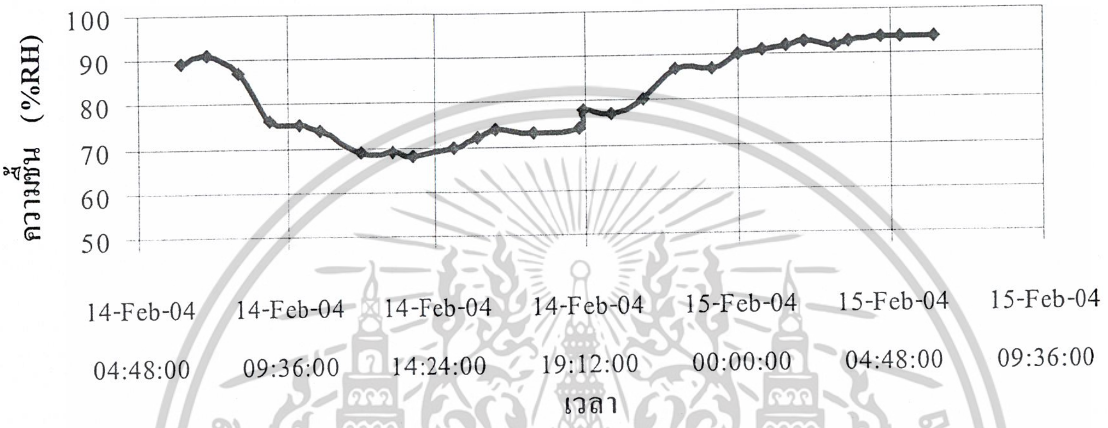
ภาพที่ 4.8 ข้อมูล SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน

4.4.1. การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลความชื้นจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน

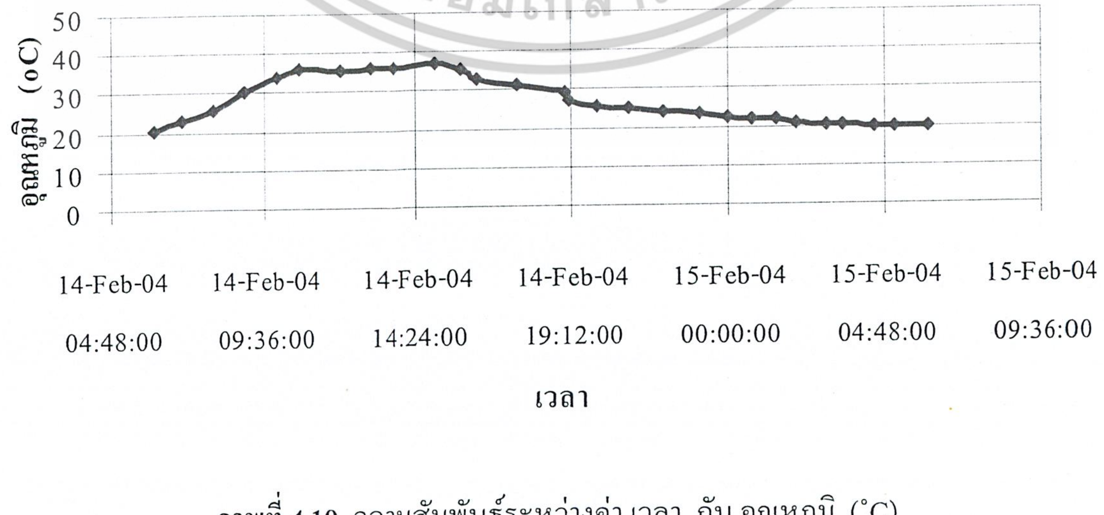
การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน โดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGER แสดงในตารางภาคผนวกที่ ก.5 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความชื้นได้ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลากับความชื้น (RH%)

4.4.2 การทดลองการเก็บผลข้อมูลอุณหภูมิจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน

จากผลการทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGER มีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก.5 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิได้ดังภาพที่ 4.10



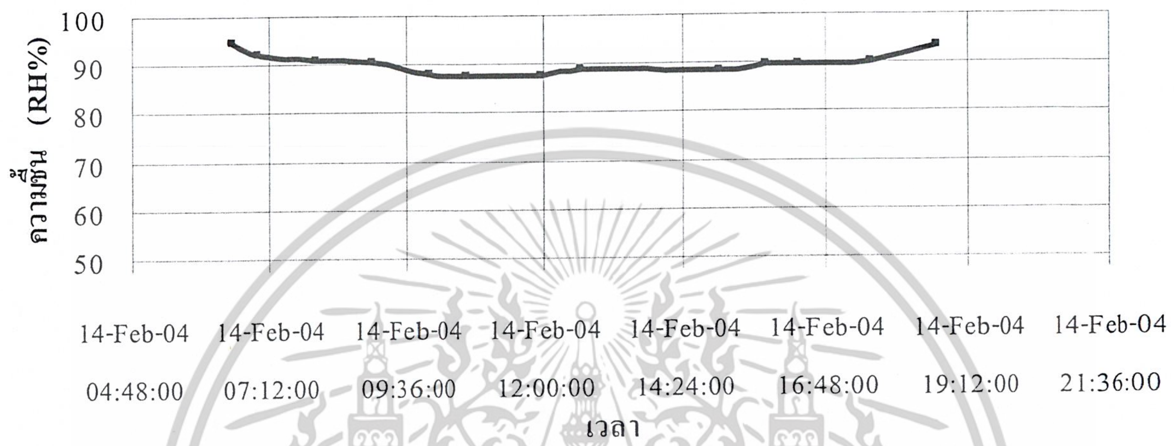
ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลา กับ อุณหภูมิ (˚C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศในโรงเรือน

4.5.1 การทดลองการเก็บผลข้อมูลความชื้นจากสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือน

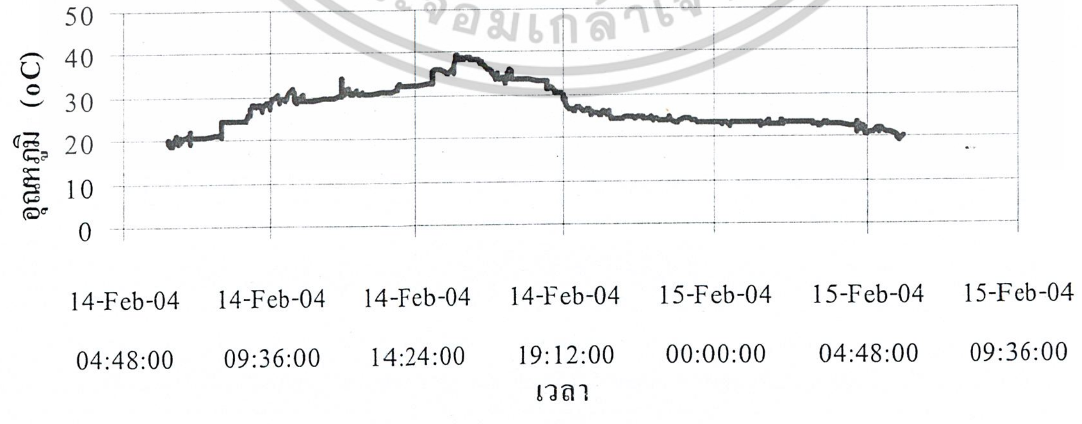
จากผลการทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศใน โรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGERในตารางภาคผนวกที่ ก.6 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความชื้น ได้ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ข้อมูลความชื้นจากสภาพภูมิอากาศภายใน โรงเรือน

4.5.2. การทดลองการเก็บผลข้อมูลอุณหภูมิจากสภาพภูมิอากาศ ภายในโรงเรือน

จากผลการทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศใน โรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGERในตารางภาคผนวกที่ ก.6 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิได้ดังภาพที่ 4.12



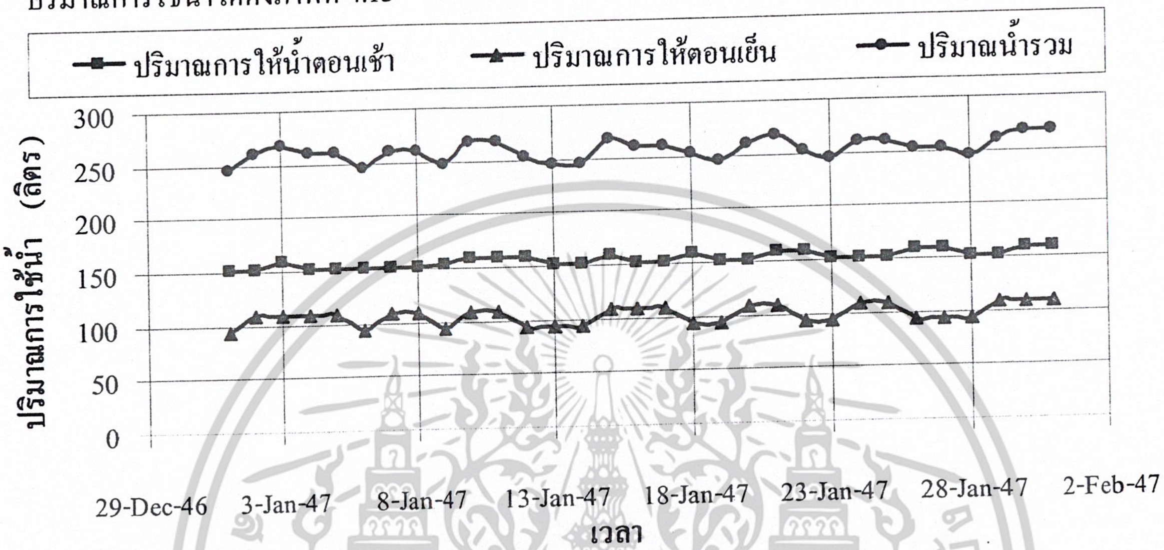
ภาพที่ 4.12 ข้อมูลอุณหภูมิจากสภาพภูมิอากาศ ภายในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบ

4.6.1 การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัตโนมัติ

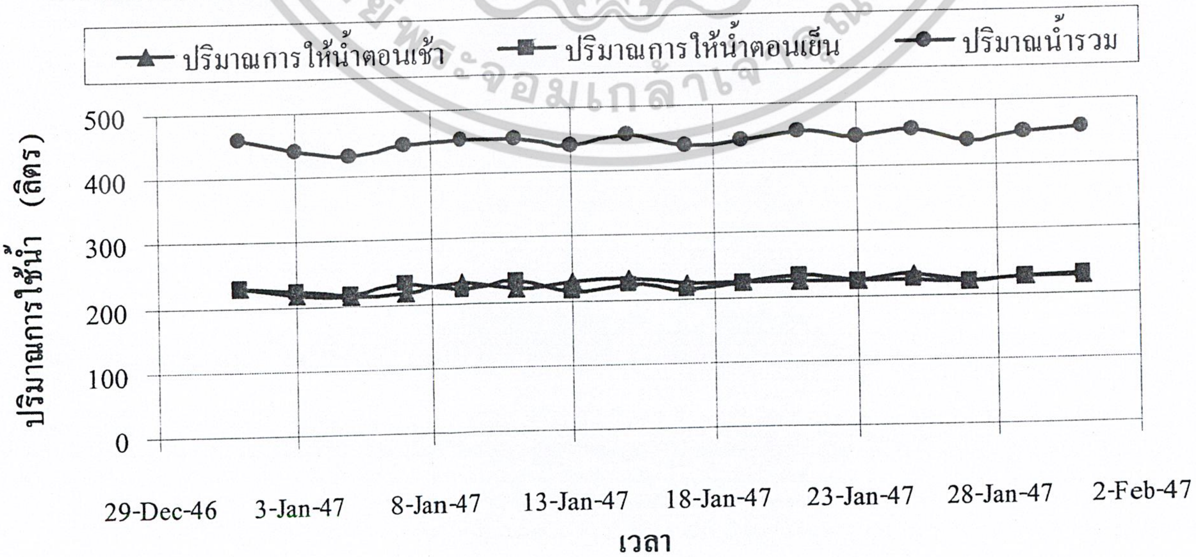
การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัตโนมัติโดยวัดจากมาตรวัดน้ำมีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก.7 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณการใช้น้ำได้ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ปริมาณน้ำที่ใช้ในโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัตโนมัติ

4.6.2 การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่จังหวัดสุพรรณบุรี

การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่จังหวัดสุพรรณบุรีโดยวัดจากมาตรวัดน้ำมีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก.8 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณการใช้น้ำได้ดังภาพที่ 4.14

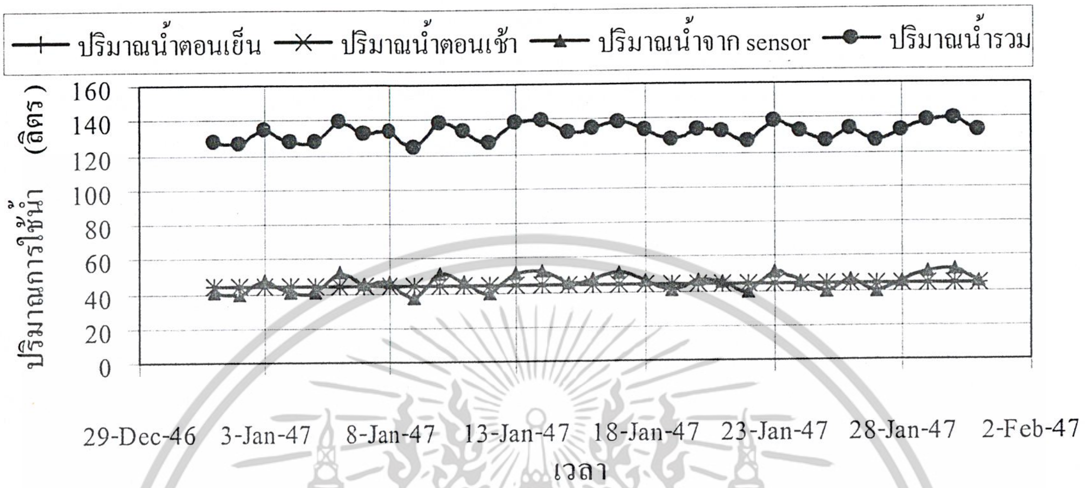


ภาพที่ 4.14 ปริมาณน้ำที่ใช้ในโรงเรือนที่จังหวัดสุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3. การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่ใช้ระบบอัติโนมัติ

การทดลองการเก็บผลข้อมูลจากการใช้ปริมาณในโรงเรือนที่ใช้ระบบอัติโนมัติโดยวัดจากมาตรวัดน้ำมีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก.9 ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณการใช้น้ำได้ดังภาพที่ 4.15

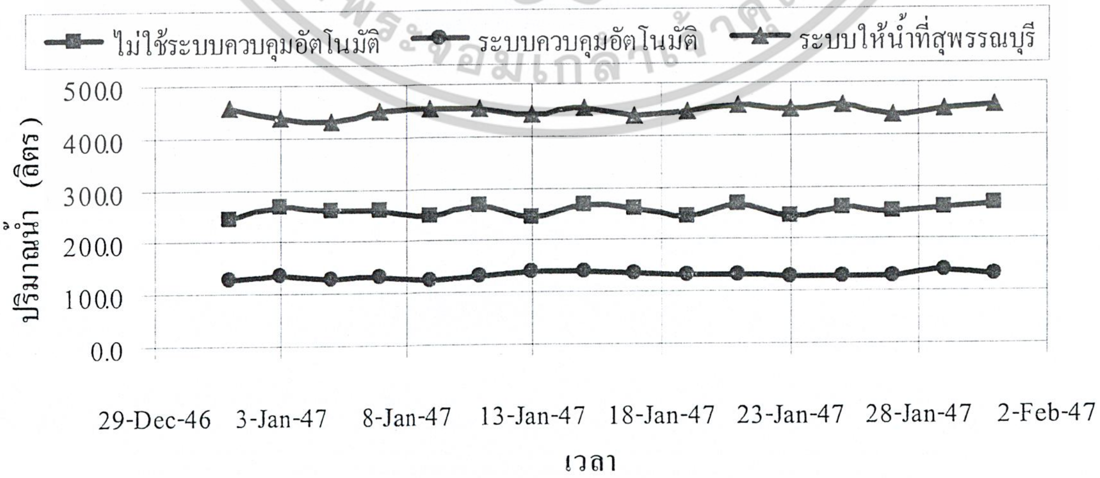


ภาพที่ 4.15 ปริมาณน้ำที่ใช้ในโรงเรือนที่ใช้ระบบอัตโนมัติ

4.7 ผลการเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนที่ใช้ระบบอัตโนมัติกับโรงเรือนที่ไม่ใช้ระบบอัตโนมัติ

4.7.1 ผลการ เปรียบเทียบผลการทดลอง ระหว่างโรงเรือน ที่ใช้ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ ระบบให้น้ำแบบไม่ใช้ระบบอัตโนมัติและระบบให้น้ำที่สุพรรณบุรี

โดยวัดจากมาตรวัดน้ำมีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก.7 - 9 ได้กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณการใช้น้ำได้ดังภาพที่ 4.16

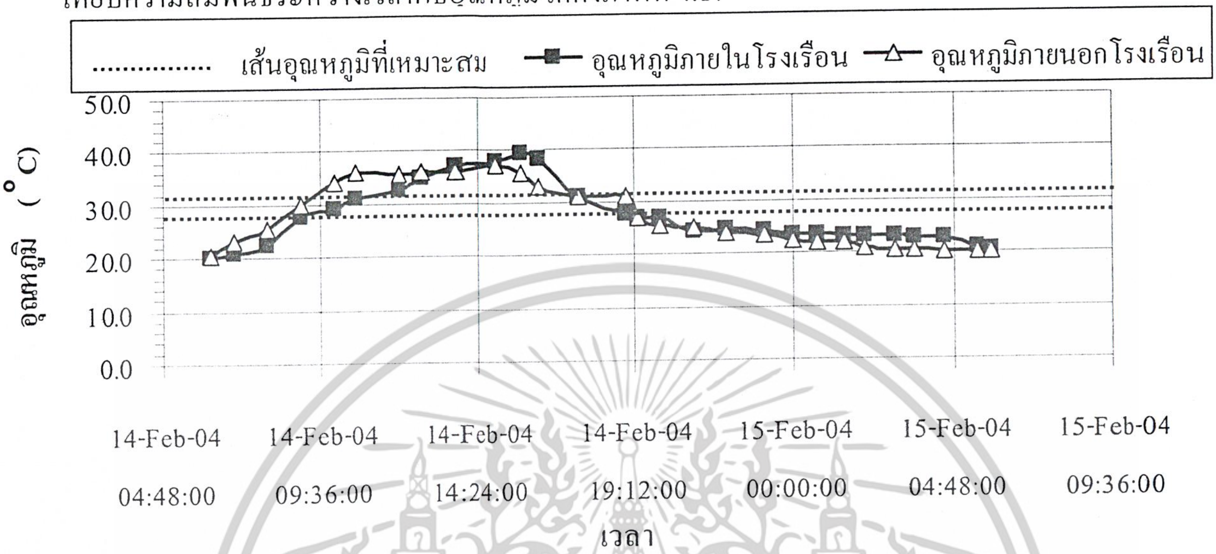


ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบปริมาณน้ำ ที่ใช้ระบบอัตโนมัติ ระบบไม่ใช้ระบบอัตโนมัติและระบบให้น้ำที่สุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนกับภายนอกโรงเรือน

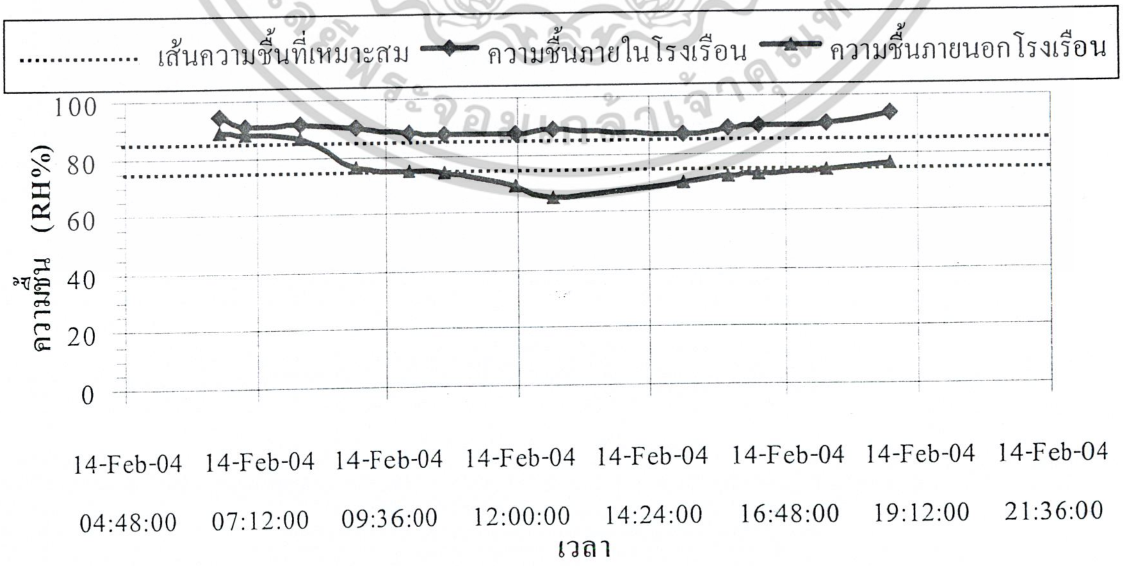
จากผลการทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือนและนอกโรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGER มีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก. 5 – 6 ได้กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิได้ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนกับภายนอกโรงเรือน

4.7.3 ผลการเปรียบเทียบความชื้นระหว่างภายในโรงเรือนกับภายนอกโรงเรือน

จากผลการทดลองการเก็บผลข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือนและนอกโรงเรือนโดยวัดจากเครื่อง DATA LOGGER มีรายละเอียดดังตารางภาคผนวกที่ ก. 5- 6 ได้กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความชื้น ได้ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างความชื้นภายในโรงเรือนและภายนอกโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์หรือการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

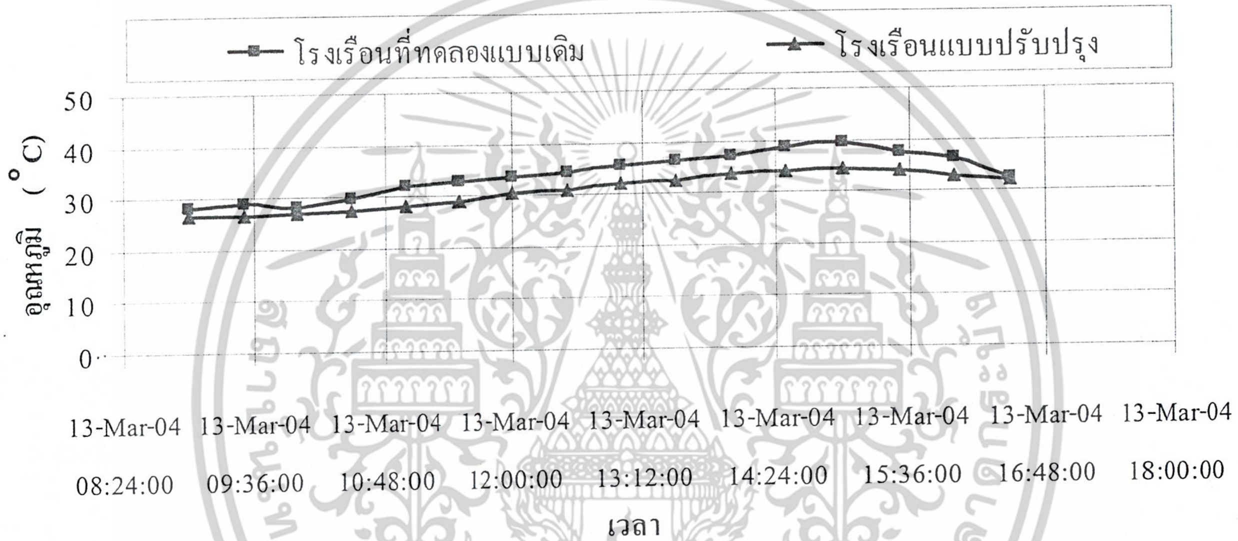
4.8 ผลการเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนแบบเดิมกับโรงเรือนแบบปรับปรุง

การปรับปรุงโรงเรือน มีดังนี้

1. นำฟางข้าวปูรองบริเวณที่พื้นโรงเรือนและจ่ายน้ำให้ฟางข้าวเพื่อป้องกันความร้อนที่สะสมบริเวณพื้นโรงเรือน

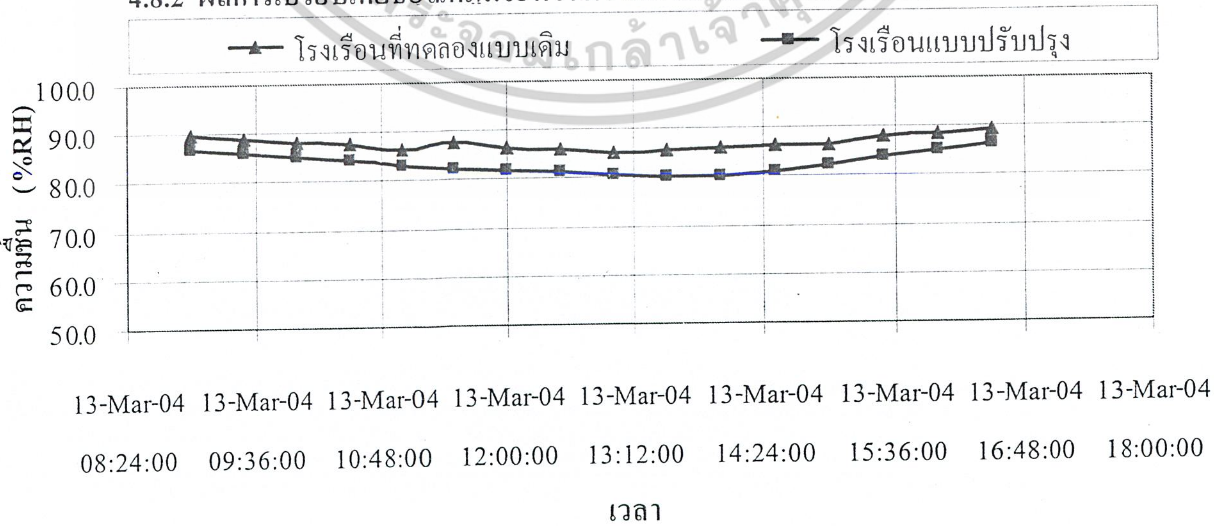
2. ยกพื้นโรงเรือนให้สูงขึ้นโดยใช้อิฐตัวหนอนขนาดความสูง 2.5 นิ้ว เพื่อเพิ่มช่องทางการระบายของอากาศด้านล่างโรงเรือนให้มากขึ้น บันทึกผลอุณหภูมิและทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่รองพื้นด้วยฟางและยกสูงแล้วกับอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ยังไม่ได้รองพื้นและยกสูง

4.8.1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างโรงเรือนแบบเดิมกับโรงเรือนแบบปรับปรุง



ภาพที่ 4.19 การเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างโรงเรือนแบบเดิมกับโรงเรือนแบบปรับปรุง

4.8.2 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างโรงเรือนแบบเดิมกับโรงเรือนแบบปรับปรุง



ภาพที่ 4.20 เปรียบเทียบความชื้นระหว่างโรงเรือนแบบเดิมกับโรงเรือนแบบปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล

5.1 สรุปผล

1. จากการศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR สามารถสรุปคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ SENSOR ได้ดังนี้

- TEMPERATURE SENSOR มีลักษณะทางไฟฟ้า คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้า

  (R_t = 0.0037(T) + 1.0115)

- RELATIVE HUMIDITY SENSOR มีลักษณะทางไฟฟ้า คือ แรงดันไฟฟ้า

  (V_t = 0.0217(RH) + 1.5403)

2. วงจร SIGNAL CONDITIONING ใช้สำหรับปรับแต่งสัญญาณทางไฟฟ้าจาก SENSOR เพื่อส่งให้กับ PLC (PROGRAMMABLE CONTROLLER)

3. ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์หรือPLC (PROGRAMMABLE CONTROLLER) เป็นระบบควบคุมทางไฟฟ้าที่รวบรวมอุปกรณ์อินพุท/เอาท์พุท อุปกรณ์ตั้งเวลา/หน่วงเวลา อุปกรณ์นับหรือเคาน์เตอร์ รีเลย์ภายในและฟังก์ชันก์อื่นๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวก หรือสามารถนำไปใช้ควบคุมเครื่องจักรได้หลายลักษณะตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้

การจ่ายน้ำเป็นเวลาและปริมาณที่แน่นอน และคำนึงถึงอุณหภูมิความชื้นที่ต้นกล้วยไม้ต้องการสามารถที่จะช่วยลดปริมาณน้ำให้ลดลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรือนที่จ่ายน้ำของเกษตรกร ผลจากการทดลองปรากฏว่าในระยะเวลาหนึ่งเดือนเกษตรกรใช้น้ำประมาณ 450 ลิตรต่อวัน และที่โรงเรือนที่ทำการทดลองในกรณีที่จ่ายน้ำตามแบบเกษตรกรจะจ่ายน้ำที่ปริมาณ 250 ลิตรต่อวัน และเมื่อทำการคำนึงถึงอุณหภูมิและความชื้นปริมาณน้ำที่จ่ายประมาณ 120 ลิตรต่อวัน

อุณหภูมิบริเวณที่ตั้งโรงเรือนนั้นโดยวัดภายในโรงเรือนจะเฉลี่ยอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียสซึ่งในขณะที่ด้านนอกโรงเรือนนั้นสามารถวัดได้เฉลี่ยอยู่ที่ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่โรงเรือนของเกษตรกรแล้วจะมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันคือ 27-28 องศาเซลเซียส ในการทดลองนั้นจะตั้งอุณหภูมิที่ต้องจ่ายน้ำไว้ที่ 38 องศาเซลเซียสซึ่งช่วงที่ต้องจ่ายนั้นจะอยู่ที่เวลาประมาณ 13.00-15.00 น. โดยเมื่อทำการจ่ายน้ำแล้วจะสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 2-4 องศาเซลเซียสในการจ่ายน้ำเพื่อการลดอุณหภูมินี้จะใช้เวลาเพื่อทำการลดอุณหภูมิประมาณ 15 นาที

ในส่วนของความชื้นนั้นต้นกล้วยไม้ต้องการที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองนั้นภายในโรงเรือนสามารถวัดได้ความชื้นอยู่ที่ 70-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของต้นกล้วยไม้ ทางด้านภายนอกโรงเรือนนั้นความชื้นจะอยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ทำการเปรียบเทียบกับความชื้นที่โรงเรือนของเกษตรกรทำให้ทราบว่าบริเวณที่ตั้งโรงเรือนทั้งสองมีความชื้นที่ใกล้เคียงกันคืออยู่ที่ 60-80

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการจ่ายน้ำให้ต้นกล้วยไม้ในส่วนที่คำนึงถึงความชื้นนี้ไม่ต้องทำการจ่ายน้ำเลยเพราะความชื้นนั้นเพียงพอกับความต้องการของต้นกล้วยไม้แล้ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำควรมีการ CALIBRATE อุปกรณ์การวัดและเก็บข้อมูลทางความชื้นและอุณหภูมิบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงที่ได้ทำการทดลอง

2. ควรมีการเก็บข้อมูลระยะยาวเพื่อทดสอบ และหาปัญญาที่เกิดขึ้นกับการทดลอง เพื่อนำมาแก้ไขและปรับปรุงให้ถูกต้องต่อไป

3. ควรนำวัสดุรองบริเวณพื้นโรงเรือนอย่างเช่น ฟางข้าว เพื่อเป็นการป้องกันความร้อนสะสมที่พื้นคอนกรีต

4. ควรยกตัวโรงเรือนให้สูงขึ้นหรือเพิ่มพื้นที่ระบายอากาศให้กับโรงเรือนเพื่อช่วยในการถ่ายเทของอากาศให้ดีขึ้น

5. อาจจะเพิ่มขนาดพัดลมที่ใช้ดูดอากาศออกให้มากขึ้นเพื่อช่วยในการถ่ายเทของอากาศ

6. ควรเพิ่มแรงดันน้ำให้มากขึ้นเพื่อให้หัวจ่ายน้ำได้จ่ายน้ำให้เป็นละอองหมอกยิ่งขึ้นช่วยในการปรับความชื้นและเป็นการประหยัดน้ำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความต้านทาน (kΩ)				SD
	ครั้งที่			เฉลี่ย	
	1	2	3		
5	1.031	1.032	1.031	1.031	0.00058
6	1.035	1.036	1.035	1.035	0.00058
7	1.039	1.038	1.04	1.039	0.00100
8	1.044	1.045	1.045	1.045	0.00058
9	1.049	1.049	1.047	1.048	0.00115
10	1.052	1.052	1.050	1.051	0.00115
11	1.055	1.055	1.053	1.054	0.00115
12	1.058	1.059	1.056	1.058	0.00153
13	1.060	1.063	1.059	1.061	0.00208
14	1.063	1.065	1.063	1.064	0.00115
15	1.067	1.069	1.066	1.067	0.00153
16	1.070	1.072	1.070	1.071	0.00115
17	1.073	1.076	1.073	1.074	0.00173
18	1.077	1.076	1.079	1.077	0.00153
19	1.081	1.083	1.080	1.081	0.00153
20	1.084	1.083	1.080	1.082	0.00208
21	1.088	1.089	1.087	1.088	0.00100
22	1.092	1.092	1.091	1.092	0.00058
23	1.095	1.096	1.095	1.095	0.00058
24	1.098	1.100	1.098	1.099	0.00115
25	1.103	1.104	1.102	1.103	0.00100
26	1.105	1.106	1.105	1.105	0.00058
27	1.108	1.109	1.109	1.109	0.00058
28	1.112	1.113	1.112	1.112	0.00058
29	1.115	1.116	1.115	1.115	0.00058
30	1.118	1.117	1.116	1.117	0.00100
31	1.122	1.124	1.122	1.123	0.00115
32	1.127	1.128	1.124	1.126	0.00208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของ SENSOR วัดอุณหภูมิ (ต่อ)

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความต้านทาน (kΩ)				SD
	ครั้งที่			เฉลี่ย	
	1	2	3		
33	1.132	1.133	1.133	1.133	0.00058
34	1.136	1.137	1.135	1.136	0.00100
35	1.139	1.139	1.139	1.139	0.00000
36	1.142	1.143	1.142	1.142	0.00058
37	1.148	1.147	1.146	1.147	0.00100
38	1.153	1.152	1.15	1.152	0.00153
39	1.156	1.158	1.158	1.157	0.00115
40	1.161	1.161	1.159	1.160	0.00100
41	1.164	1.165	1.165	1.165	0.00058
42	1.167	1.168	1.169	1.168	0.00100
43	1.172	1.171	1.172	1.171	0.00100
44	1.174	1.176	1.174	1.175	0.00115
45	1.177	1.178	1.176	1.177	0.00100
46	1.182	1.182	1.181	1.182	0.00058
47	1.186	1.187	1.187	1.187	0.00058
48	1.191	1.192	1.191	1.191	0.00058
49	1.194	1.195	1.196	1.195	0.00100
50	1.197	1.198	1.196	1.197	0.00100
51	1.201	1.2	1.202	1.201	0.00100
52	1.204	1.205	1.205	1.205	0.00058
53	1.208	1.209	1.207	1.208	0.00100
54	1.212	1.213	1.212	1.212	0.00058
55	1.216	1.217	1.218	1.217	0.00100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าที่ได้จากการทดลองหาคุณสมบัติของ SENSOR วัดความชื้น

ความชื้น (%RH)	ค่าความต่างศักย์ (V)				SD
	ครั้งที่			เฉลี่ย	
	1	2	3		
50.00	2.58	2.58	2.59	2.58	0.0058
51.00	2.63	2.62	2.64	2.63	0.0100
52.00	2.65	2.64	2.65	2.65	0.0058
53.00	2.69	2.67	2.69	2.68	0.0115
54.00	2.71	2.70	2.70	2.70	0.0058
55.00	2.73	2.72	2.74	2.73	0.0100
56.00	2.76	2.75	2.76	2.76	0.0058
57.00	2.79	2.78	2.79	2.79	0.0058
58.00	2.81	2.82	2.81	2.81	0.0058
59.00	2.84	2.83	2.82	2.83	0.0100
60.00	2.86	2.87	2.86	2.86	0.0058
61.00	2.90	2.91	2.89	2.90	0.0100
62.00	2.92	2.91	2.91	2.91	0.0058
63.00	2.94	2.93	2.95	2.94	0.0100
64.00	2.97	2.96	2.98	2.97	0.0100
65.00	2.98	2.98	2.99	2.98	0.0058
66.00	2.99	2.97	2.98	2.98	0.0100
67.00	3.00	2.99	3.01	3.00	0.0100
68.00	3.02	3.01	3.01	3.01	0.0058
69.00	3.04	3.05	3.04	3.04	0.0058
70.00	3.06	3.07	3.05	3.06	0.0100
71.00	3.07	3.08	3.08	3.08	0.0058
72.00	3.09	3.08	3.11	3.09	0.0153
73.00	3.10	3.10	3.11	3.10	0.0058
74.00	3.12	3.13	3.12	3.12	0.0058
75.00	3.13	3.14	3.13	3.13	0.0058

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความต้านทาน (kΩ)				SD
	ครั้งที่			เฉลี่ย	
	1	2	3		
5	0.80	0.76	0.83	0.80	0.0339
6	1.06	1.02	1.10	1.06	0.0378
7	1.32	1.33	1.30	1.32	0.0160
8	1.59	1.60	1.63	1.61	0.0239
9	1.85	1.72	1.90	1.82	0.0901
10	2.11	1.97	2.10	2.06	0.0782
11	2.37	2.21	2.31	2.30	0.0788
12	2.63	2.46	2.65	2.58	0.1068
13	2.89	2.70	2.97	2.85	0.1410
14	3.15	2.94	3.21	3.10	0.1405
15	3.34	3.19	3.34	3.29	0.0891
16	3.67	3.43	3.78	3.63	0.1792
17	3.93	3.78	3.86	3.86	0.0758
18	4.19	3.92	4.09	4.07	0.1395
19	4.43	4.16	4.39	4.33	0.1458
20	4.61	4.56	4.77	4.65	0.1097
21	4.97	4.65	5.12	4.91	0.2428
22	5.23	5.29	5.09	5.20	0.1033
23	5.42	5.13	5.41	5.32	0.1623
24	5.76	5.78	5.64	5.73	0.0749
25	5.98	5.79	6.01	5.93	0.1193
26	6.32	6.12	6.32	6.25	0.1155
27	6.54	6.43	6.45	6.47	0.0577
28	6.78	6.68	6.73	6.73	0.0500
29	6.99	6.85	7.11	6.98	0.1301
30	7.32	6.98	7.36	7.22	0.2089
31	7.53	7.39	7.61	7.51	0.1114
32	7.78	7.61	7.84	7.74	0.1193
33	8.10	7.98	8.34	8.14	0.1840
34	8.36	8.23	8.42	8.34	0.0975
35	8.63	8.77	8.56	8.65	0.1069

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น

ความชื้น (%RH)	ค่าความต่างศักย์ (V)				SD
	ครั้งที่			เฉลี่ย	
	1	2	3		
50.00	6.67	6.51	6.57	6.58	0.0783
51.00	6.61	6.78	6.63	6.67	0.0921
52.00	6.66	6.73	6.68	6.69	0.0364
53.00	6.73	6.88	6.73	6.78	0.0883
54.00	6.78	6.91	6.78	6.82	0.0747
55.00	6.85	6.99	6.83	6.89	0.0853
56.00	6.98	7.03	6.88	6.96	0.0740
57.00	7.03	7.09	6.94	7.02	0.0796
58.00	7.08	7.12	6.99	7.06	0.0686
59.00	7.14	7.19	7.04	7.12	0.0765
60.00	7.16	7.24	7.09	7.16	0.0746
61.00	7.23	7.29	7.18	7.23	0.0551
62.00	7.29	7.35	7.21	7.28	0.0705
63.00	7.35	7.41	7.26	7.34	0.0756
64.00	7.39	7.46	7.31	7.39	0.0751
65.00	7.46	7.53	7.36	7.45	0.0843
66.00	7.50	7.57	7.48	7.52	0.0462
67.00	7.56	7.62	7.54	7.57	0.0435
68.00	7.61	7.67	7.62	7.63	0.0355
69.00	7.66	7.73	7.67	7.69	0.0363
70.00	7.76	7.78	7.76	7.77	0.0118
71.00	7.83	7.83	7.82	7.83	0.0069
72.00	7.87	7.89	7.90	7.89	0.0150
73.00	7.94	7.94	7.96	7.95	0.0119
74.00	7.98	7.99	8.03	8.00	0.0262
75.00	8.06	8.04	8.09	8.06	0.0232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 การเก็บผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศนอกโรงเรือน

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น (RH%)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 06:10:41	89	20.5
14-Feb-04 07:00:01	91	23
14-Feb-04 07:59:59	87	25.5
14-Feb-04 09:00:07	76	30
14-Feb-04 10:00:07	75	34
14-Feb-04 10:41:12	74	36
14-Feb-04 11:59:07	69	35.5
14-Feb-04 13:00:06	69	36
14-Feb-04 13:40:07	68	36
14-Feb-04 15:00:01	70	37
14-Feb-04 15:47:18	72	35.5
14-Feb-04 16:20:17	73	33
14-Feb-04 17:32:25	73	31
14-Feb-04 18:59:21	76	31
14-Feb-04 19:07:19	78	27
14-Feb-04 20:00:10	77	25.5
14-Feb-04 21:00:54	80	25
14-Feb-04 22:00:58	87	24
14-Feb-04 23:09:51	87	23.5
15-Feb-04 00:00:20	90	22.5
15-Feb-04 00:45:42	91	22
15-Feb-04 01:29:45	92	22
15-Feb-04 02:05:33	93	21
15-Feb-04 03:00:20	92	20.5
15-Feb-04 03:29:47	93	20.5
15-Feb-04 04:29:49	93	20
15-Feb-04 05:05:33	93	20
15-Feb-04 06:10:41	93	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER

เวลา	ความชื้น		อุณหภูมิ	
	ชุดเก็บข้อมูล		ชุดเก็บข้อมูล	
วัน/เดือน/ปี	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 06:15:42	1.054	94.5	0.55	20.1
14-Feb-04 06:20:27	1.052	94.1	0.47	18.8
14-Feb-04 06:25:27	1.046	93.5	0.47	18.8
14-Feb-04 06:30:37	1.039	92.5	0.62	21.3
14-Feb-04 06:35:42	1.040	91.3	0.48	19.0
14-Feb-04 06:40:37	1.047	91.3	0.59	20.8
14-Feb-04 06:41:12	1.043	90.7	0.55	20.1
14-Feb-04 06:57:23	1.041	90.5	0.58	20.6
14-Feb-04 06:57:26	1.046	91.1	0.49	19.1
14-Feb-04 06:57:29	1.062	90.3	0.65	21.7
14-Feb-04 06:57:34	1.056	90.2	0.66	21.9
14-Feb-04 06:57:42	1.047	90.1	0.59	20.8
14-Feb-04 07:58:01	1.042	90.6	0.62	21.3
14-Feb-04 07:58:05	1.039	90.2	0.615	21.2
14-Feb-04 07:58:38	1.066	90.0	0.605	20.8
14-Feb-04 07:58:44	1.036	89.7	0.59	23.4
14-Feb-04 07:58:47	1.054	89.2	0.68	23.4
14-Feb-04 07:59:00	1.062	89.0	0.75	22.4
14-Feb-04 07:59:07	1.039	90.2	0.75	23.7
14-Feb-04 07:59:26	1.053	92.2	0.69	23.2
14-Feb-04 07:59:31	1.021	87.4	0.77	23.2
14-Feb-04 07:59:35	1.038	90.0	0.74	24.2
14-Feb-04 07:59:40	1.032	89.1	0.74	24.0
14-Feb-04 07:59:56	1.024	87.9	0.8	23.9
14-Feb-04 07:59:59	1.028	88.5	0.79	24.2
14-Feb-04 08:48:42	1.028	88.6	0.78	24.4
14-Feb-04 08:49:17	1.025	88.1	0.8	24.3
14-Feb-04 08:50:12	1.031	89.0	0.81	24.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น		อุณหภูมิ	
	ชุดเก็บข้อมูล		ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 08:51:22	1.018	87.0	0.805	24.4
14-Feb-04 08:52:22	1.019	87.1	0.83	25.3
14-Feb-04 08:53:02	1.027	88.4	0.815	25.1
14-Feb-04 08:54:22	1.028	88.5	0.865	25.5
14-Feb-04 08:55:12	1.032	89.1	0.855	25.4
14-Feb-04 08:56:17	1.053	89.2	0.88	25.8
14-Feb-04 08:57:27	1.051	89.7	0.875	25.7
14-Feb-04 08:58:07	1.048	89.1	0.895	26.0
14-Feb-04 08:59:07	1.043	89.0	0.89	26.9
14-Feb-04 09:00:07	1.041	89.5	0.91	27.6
14-Feb-04 09:05:52	1.034	89.7	0.965	28.0
14-Feb-04 09:10:32	1.033	89.2	1.01	27.6
14-Feb-04 09:15:07	1.035	89.5	1.03	28.0
14-Feb-04 09:20:42	1.033	89.2	1.01	26.7
14-Feb-04 09:25:32	1.038	90.0	1.03	28.0
14-Feb-04 09:30:37	1.031	89.0	0.95	28.3
14-Feb-04 09:35:32	1.026	88.1	1.03	27.3
14-Feb-04 09:40:27	1.031	89.0	1.05	29.3
14-Feb-04 09:45:27	1.025	88.0	0.99	29.6
14-Feb-04 09:50:27	1.023	87.8	1.11	30.3
14-Feb-04 09:55:37	1.019	87.2	1.13	28.6
14-Feb-04 10:00:07	1.026	88.1	1.17	29.3
14-Feb-04 10:05:47	1.038	90.0	1.07	28.9
14-Feb-04 10:10:37	1.053	92.3	1.11	29.3
14-Feb-04 10:15:42	1.046	91.1	1.09	30.9
14-Feb-04 10:20:27	1.039	90.1	1.11	31.9
14-Feb-04 10:25:27	1.039	90.2	1.21	29.3
14-Feb-04 10:30:37	1.038	90.0	1.27	28.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น ชุดเก็บข้อมูล		อุณหภูมิ ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 11:57:34	1.026	88.3	1.31	32.6
14-Feb-04 11:57:42	1.026	88.1	1.33	32.8
14-Feb-04 11:58:01	1.019	87.2	1.31	32.6
14-Feb-04 11:58:05	1.038	90.0	1.34	33.0
14-Feb-04 11:58:38	1.014	86.5	1.31	32.6
14-Feb-04 11:58:44	1.014	86.5	1.33	32.8
14-Feb-04 11:58:47	1.023	87.8	1.31	32.6
14-Feb-04 11:59:00	1.021	87.5	1.34	33.0
14-Feb-04 11:59:07	1.015	86.6	1.34	33.0
14-Feb-04 12:00:01	1.031	89.0	1.35	33.2
14-Feb-04 12:05:56	1.025	88.1	1.31	32.6
14-Feb-04 12:10:06	1.020	87.3	1.33	32.8
14-Feb-04 12:15:13	1.019	87.2	1.31	32.6
14-Feb-04 12:20:08	1.021	87.5	1.34	33.0
14-Feb-04 12:25:17	1.022	87.6	1.44	34.7
14-Feb-04 12:30:11	1.032	86.0	1.50	35.6
14-Feb-04 12:35:17	1.023	87.7	1.35	33.2
14-Feb-04 12:40:06	1.030	87.0	1.56	36.6
14-Feb-04 13:45:23	1.034	85.0	1.53	36.2
14-Feb-04 13:47:18	1.035	85.9	1.31	32.6
14-Feb-04 13:50:23	1.036	85.1	1.50	35.6
14-Feb-04 13:55:11	1.032	85.6	1.48	35.4
14-Feb-04 14:57:29	1.041	85.7	1.43	34.5
14-Feb-04 14:57:34	1.038	85.9	1.61	37.5
14-Feb-04 14:57:42	1.034	86.1	1.47	35.1
14-Feb-04 14:58:01	1.048	86.2	1.56	36.6
14-Feb-04 14:58:05	1.053	86.3	1.69	38.8
14-Feb-04 14:58:38	1.039	86.0	1.69	38.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้นอุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น ชุดเก็บข้อมูล		อุณหภูมิ ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)
14-Feb-04 14:59:35	1.046	88.6	1.47	35.1
14-Feb-04 15:00:01	1.046	87.0	1.56	36.6
14-Feb-04 15:05:56	1.037	88.5	1.57	36.8
14-Feb-04 15:10:06	1.037	86.4	1.47	35.1
14-Feb-04 15:15:13	1.037	86.9	1.43	34.5
14-Feb-04 15:20:08	1.039	87.6	1.56	36.6
14-Feb-04 15:25:17	1.057	87.0	1.05	34.2
14-Feb-04 15:30:11	1.062	87.9	1.41	38.1
14-Feb-04 15:35:17	1.047	87.6	1.65	35.8
14-Feb-04 15:40:06	1.048	88.6	1.51	38.1
14-Feb-04 15:45:23	1.042	87.0	1.65	39.4
14-Feb-04 15:47:18	1.036	87.7	1.73	39.4
14-Feb-04 15:50:23	1.034	87.7	1.73	38.3
14-Feb-04 15:55:11	1.039	87.9	1.77	38.7
14-Feb-04 16:00:06	1.039	88.0	1.77	38.5
14-Feb-04 16:05:59	1.049	88.6	1.71	38.7
14-Feb-04 16:10:20	1.051	88.1	1.85	38.3
14-Feb-04 16:15:14	1.038	88.3	1.79	38.5
14-Feb-04 16:20:17	1.037	88.7	1.77	38.3
14-Feb-04 16:25:21	1.037	88.8	1.65	38.1
14-Feb-04 16:30:15	1.039	88.3	1.65	37.5
14-Feb-04 16:35:08	1.046	88.7	1.71	37.8
14-Feb-04 16:40:07	1.040	89.0	1.63	36.8
14-Feb-04 16:45:17	1.040	89.1	1.57	36.1
14-Feb-04 16:50:20	1.045	89.5	1.53	35.8
14-Feb-04 16:55:29	1.057	89.6	1.51	35.5
14-Feb-04 17:00:13	1.054	89.5	1.49	33.9
14-Feb-04 17:05:14	1.039	90.1	1.39	34.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น ชุดเก็บข้อมูล		อุณหภูมิ ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 17:31:45	1.056	90.2	1.47	34.8
14-Feb-04 17:32:00	1.055	90.6	1.45	34.2
14-Feb-04 17:32:10	1.058	90.4	1.41	34.2
14-Feb-04 17:32:25	1.058	90.6	1.41	34.2
14-Feb-04 17:32:40	1.053	90.0	1.41	34.2
14-Feb-04 17:32:50	1.059	90.5	1.41	26.5
14-Feb-04 18:40:08	1.061	90.8	0.94	26.5
14-Feb-04 18:41:50	1.055	91.3	1.05	28.3
14-Feb-04 18:41:53	1.050	91.3	1.05	28.3
14-Feb-04 18:42:00	1.050	91.2	1.07	28.6
14-Feb-04 18:42:05	1.069	91.0	1.09	28.9
14-Feb-04 18:45:07	1.040	89.8	1.11	29.3
14-Feb-04 18:45:15	1.072	90.0	1.07	28.6
14-Feb-04 18:49:19	1.049	91.1	0.985	27.2
14-Feb-04 18:51:07	1.062	91.0	0.965	26.9
14-Feb-04 18:55:11	1.072	90.6	0.95	26.7
14-Feb-04 18:55:36	1.050	91.2	0.98	27.1
14-Feb-04 18:59:21	1.072	91.3	0.99	27.3
14-Feb-04 18:59:26	1.057	90.8	1.01	27.6
14-Feb-04 19:07:19	1.067	90.6	0.965	26.9
14-Feb-04 19:10:14	1.069	90.4	1.01	27.6
14-Feb-04 19:15:27	1.055	91.0	1.03	28.0
14-Feb-04 19:20:25	1.038	89.5	0.97	27.0
14-Feb-04 19:25:36	1.035	89.0	0.95	26.7
14-Feb-04 19:30:37	1.049	91.1	0.94	26.5
14-Feb-04 19:35:20	1.049	91.1	0.925	26.2
14-Feb-04 19:40:18	1.072	91.0	0.985	27.2
14-Feb-04 19:45:48	1.062	90.3	0.935	26.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น ชุดเก็บข้อมูล		อุณหภูมิ ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
14-Feb-04 19:50:07	1.056	90.1	0.925	26.2
14-Feb-04 19:55:14	1.058	90.1	0.925	26.2
14-Feb-04 20:00:10	1.074	90.0	0.96	26.8
14-Feb-04 20:05:36	1.067	89.9	0.86	25.2
14-Feb-04 20:10:54	1.056	89.5	0.895	25.8
14-Feb-04 20:15:09	1.070	89.4	0.885	25.6
14-Feb-04 20:20:19	1.063	90.3	0.875	25.4
14-Feb-04 20:25:11	1.048	91.0	0.87	25.3
14-Feb-04 20:30:01	1.043	90.2	0.91	26.0
14-Feb-04 20:35:04	1.035	89.0	0.85	25.0
14-Feb-04 20:40:15	1.039	89.6	0.91	26.0
14-Feb-04 20:45:26	1.038	89.5	0.795	24.1
14-Feb-04 20:50:40	1.073	90.0	0.815	24.4
14-Feb-04 20:56:00	1.079	90.9	0.805	24.3
14-Feb-04 21:00:54	1.042	90.1	0.81	24.4
14-Feb-04 21:05:43	1.055	90.8	0.815	24.4
14-Feb-04 21:10:22	1.069	90.6	0.835	24.8
14-Feb-04 21:15:28	1.059	91.0	0.84	24.9
14-Feb-04 21:20:03	1.069	90.6	0.83	24.7
14-Feb-04 21:25:50	1.039	89.7	0.835	24.8
14-Feb-04 21:30:47	1.069	90.4	0.8	24.2
14-Feb-04 21:35:09	1.065	92.0	0.83	24.7
14-Feb-04 21:40:19	1.056	91.0	0.835	24.8
14-Feb-04 21:45:20	1.048	91.0	0.8	24.2
14-Feb-04 21:50:00	1.045	90.6	0.815	24.4
14-Feb-04 21:55:47	1.055	91.0	0.795	24.1
14-Feb-04 22:00:58	1.079	92.0	0.83	24.7
14-Feb-04 22:05:59	1.070	91.2	0.78	23.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา	ความชื้น		อุณหภูมิ	
	ชุดเก็บข้อมูล		ชุดเก็บข้อมูล	
วัน/เดือน/ปี	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)
14-Feb-04 22:10:06	1.074	91.8	0.8	24.2
14-Feb-04 22:15:00	1.038	89.5	0.78	23.9
14-Feb-04 22:20:00	1.073	91.8	0.78	23.9
14-Feb-04 22:25:11	1.041	90.0	0.79	24.0
14-Feb-04 22:30:51	1.075	91.3	0.775	23.8
14-Feb-04 22:35:36	1.069	91.5	0.825	24.6
14-Feb-04 22:40:22	1.079	91.2	0.78	23.9
14-Feb-04 22:45:08	1.065	91.2	0.755	23.5
14-Feb-04 22:50:59	1.037	89.4	0.76	23.5
14-Feb-04 22:55:00	1.062	91.8	0.78	23.9
14-Feb-04 23:09:51	1.050	91.3	0.795	24.1
14-Feb-04 23:10:04	1.072	91.9	0.815	24.4
14-Feb-04 23:17:19	1.093	91.8	0.77	23.7
14-Feb-04 23:20:34	1.072	92.3	0.775	23.8
14-Feb-04 23:25:00	1.079	91.9	0.79	24.0
14-Feb-04 23:30:07	1.079	92.0	0.745	23.3
14-Feb-04 23:34:24	1.079	92.1	0.74	23.2
14-Feb-04 23:39:11	1.050	92.6	0.745	23.3
14-Feb-04 23:45:00	1.041	90.0	0.755	23.5
14-Feb-04 23:49:12	1.063	92.2	0.755	23.5
14-Feb-04 23:55:00	1.065	92.3	0.74	23.2
15-Feb-04 00:00:20	1.071	92.6	0.76	23.5
15-Feb-04 00:05:42	1.072	92.5	0.755	23.5
15-Feb-04 00:10:16	1.058	92.6	0.76	23.5
15-Feb-04 00:15:35	1.060	92.8	0.73	23.1
15-Feb-04 00:20:25	1.069	92.4	0.755	23.5
15-Feb-04 00:25:30	1.058	92.5	0.72	22.9
15-Feb-04 00:30:10	1.072	92.8	0.685	22.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น ชุดเก็บข้อมูล		อุณหภูมิ ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)
15-Feb-04 00:35:00	1.072	93.5	0.75	23.4
15-Feb-04 00:40:29	1.082	93.4	0.75	23.4
15-Feb-04 00:45:42	1.079	93.1	0.74	23.2
15-Feb-04 01:29:45	1.064	93.4	0.74	23.2
15-Feb-04 01:29:47	1.064	93.3	0.73	23.1
15-Feb-04 01:29:49	1.072	94.6	0.74	23.2
15-Feb-04 01:29:51	1.070	94.3	0.73	23.1
15-Feb-04 01:29:53	1.071	94.4	0.705	22.6
15-Feb-04 01:29:59	1.090	93.5	0.73	23.1
15-Feb-04 01:30:00	1.049	93.4	0.725	23.0
15-Feb-04 01:34:43	1.065	93.1	0.715	22.8
15-Feb-04 01:41:14	1.071	93.4	0.745	23.3
15-Feb-04 01:41:50	1.072	93.7	0.75	23.4
15-Feb-04 01:41:58	1.058	92.3	0.745	23.3
15-Feb-04 01:42:23	1.060	93.4	0.725	23.0
15-Feb-04 01:43:12	1.069	93.4	0.765	23.6
15-Feb-04 01:48:55	1.058	93.1	0.71	22.7
15-Feb-04 02:05:33	1.064	91.2	0.725	23.0
15-Feb-04 02:05:48	1.072	94.1	0.735	23.1
15-Feb-04 02:06:29	1.070	94.6	0.745	23.3
15-Feb-04 02:07:15	1.071	94.2	0.765	23.6
15-Feb-04 02:07:56	1.090	93.2	0.77	23.7
15-Feb-04 02:10:24	1.049	93.1	0.745	23.3
15-Feb-04 02:10:29	1.065	94.3	0.725	23.0
15-Feb-04 02:11:22	1.064	94.5	0.71	22.7
15-Feb-04 02:12:14	1.064	94.6	0.745	23.3
15-Feb-04 02:15:06	1.072	94.5	0.745	23.3
15-Feb-04 03:00:20	1.070	95.6	0.745	23.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา	ความชื้น		อุณหภูมิ	
	ชุดเก็บข้อมูล		ชุดเก็บข้อมูล	
วัน/เดือน/ปี	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
15-Feb-04 03:05:42	1.060	94.3	0.73	23.1
15-Feb-04 03:10:16	1.049	94.6	0.725	23.0
15-Feb-04 03:15:35	1.073	94.0	0.715	22.8
15-Feb-04 03:20:25	1.079	95.8	0.745	23.3
15-Feb-04 03:25:30	1.079	95.7	0.75	23.4
15-Feb-04 03:30:10	1.057	94.1	0.745	23.3
15-Feb-04 03:35:00	1.064	94.1	0.725	23.0
15-Feb-04 03:40:29	1.064	95.5	0.765	23.6
15-Feb-04 03:45:42	1.069	95.6	0.71	22.7
15-Feb-04 03:29:45	1.049	94.3	0.725	23.0
15-Feb-04 03:29:47	1.069	94.7	0.735	23.1
15-Feb-04 04:29:49	1.087	94.6	0.745	23.3
15-Feb-04 04:29:51	1.076	95.5	0.765	23.6
15-Feb-04 04:29:53	1.081	95.5	0.77	23.7
15-Feb-04 04:29:59	1.081	96.4	0.745	23.3
15-Feb-04 04:30:00	1.072	94.8	0.725	23.0
15-Feb-04 04:41:50	1.065	94.2	0.71	22.7
15-Feb-04 04:41:58	1.065	95.1	0.745	23.3
15-Feb-04 04:42:23	1.063	96.6	0.745	23.3
15-Feb-04 04:43:12	1.079	95.6	0.745	23.3
15-Feb-04 04:48:55	1.072	94.0	0.735	23.1
15-Feb-04 05:05:33	1.079	94.1	0.735	23.1
15-Feb-04 05:05:48	1.070	94.8	0.725	23.0
15-Feb-04 05:06:29	1.085	94.0	0.72	22.9
15-Feb-04 05:07:15	1.069	95.2	0.71	22.7
15-Feb-04 05:07:56	1.081	94.5	0.695	22.5
15-Feb-04 05:10:24	1.080	96.7	0.745	23.3
15-Feb-04 05:10:29	1.075	96.7	0.745	23.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าที่ได้จากการทดสอบชุด SIGNAL CONDITIONING ของ SENSOR วัดความชื้น อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือนด้วย DATA LOGGER (ต่อ)

เวลา วัน/เดือน/ปี	ความชื้น		อุณหภูมิ	
	ชุดเก็บข้อมูล		ชุดเก็บข้อมูล	
	(V)	(%RH)	(V)	อุณหภูมิ (°C)
15-Feb-04 05:11:22	1.101	95.0	0.72	22.9
15-Feb-04 05:12:14	1.078	95.5	0.73	23.1
15-Feb-04 05:13:12	1.079	94.0	0.73	23.1
15-Feb-04 05:14:12	1.094	95.3	0.71	22.7
15-Feb-04 05:15:06	1.086	95.6	0.71	22.7
15-Feb-04 05:25:33	1.087	94.5	0.695	22.5
15-Feb-04 05:30:48	1.078	95.7	0.605	21.0
15-Feb-04 05:35:29	1.078	96.4	0.69	22.4
15-Feb-04 05:40:15	1.085	95.5	0.71	22.7
15-Feb-04 05:45:56	1.074	95.6	0.75	23.4
15-Feb-04 05:50:24	1.079	95.1	0.65	21.7
15-Feb-04 05:55:26	1.086	95.6	0.68	22.2

ตารางที่ ก.7 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยไม่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำ (ลิตร)		ปริมาณน้ำรวม
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	
1-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
2-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
3-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5
4-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
5-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
6-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
7-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
8-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
9-Jan-47	7.1	4.3	154.4	93.5	248.0
10-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5
11-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยไม่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำ (ลิตร)		ปริมาณน้ำรวม
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	
14-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
15-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5
16-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
17-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
18-Jan-47	7.3	4.3	158.8	93.5	252.3
19-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
20-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
21-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5
22-Jan-47	7.3	4.3	158.8	93.5	252.3
23-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
24-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
25-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
26-Jan-47	7.3	4.3	158.8	93.5	252.3
27-Jan-47	7.3	4.3	158.8	93.5	252.3
28-Jan-47	7.0	4.3	152.3	93.5	245.8
29-Jan-47	7.0	5.0	152.3	108.8	261.0
30-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5
31-Jan-47	7.3	5.0	158.8	108.8	267.5

ตารางที่ ก.8 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่ จังหวัดสุพรรณบุรี

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำ (ลิตร)		ปริมาณน้ำรวม
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	
1-Jan-47	4.40	4.43	228.8	230.4	459.2
3-Jan-47	4.18	4.28	217.4	222.6	439.9
5-Jan-47	4.12	4.19	214.2	217.9	432.1
7-Jan-47	4.17	4.45	216.8	231.4	448.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนที่ จังหวัดสุพรรณบุรี (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำ (ลิตร)		ปริมาณน้ำรวม
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	
9-Jan-47	4.45	4.24	231.4	220.5	451.9
11-Jan-47	4.24	4.47	220.5	232.4	452.9
13-Jan-47	4.41	4.10	229.3	213.2	442.5
15-Jan-47	4.47	4.28	232.4	222.6	455.0
17-Jan-47	4.31	4.14	224.1	215.3	439.4
19-Jan-47	4.29	4.28	223.1	222.6	445.6
21-Jan-47	4.31	4.48	224.1	233.0	457.1
23-Jan-47	4.32	4.30	224.6	223.6	448.2
25-Jan-47	4.46	4.32	231.9	224.6	456.6
27-Jan-47	4.23	4.22	220.0	219.4	439.4
29-Jan-47	4.35	4.33	226.2	225.2	451.4

ตารางที่ ก.9 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำจ่าย	ปริมาณน้ำ
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	โดย SENSOR	รวม
1-Jan-47	2	2	43.5	43.5	40.0	127.0
2-Jan-47	2	2	43.5	43.5	39.6	126.6
3-Jan-47	2	2	43.5	43.5	47.8	134.8
4-Jan-47	2	2	43.5	43.5	40.5	127.5
5-Jan-47	2	2	43.5	43.5	40.5	127.5
6-Jan-47	2	2	43.5	43.5	52.4	139.4
7-Jan-47	2	2	43.5	43.5	45.7	132.7
8-Jan-47	2	2	43.5	43.5	46.8	133.8
9-Jan-47	2	2	43.5	43.5	37.6	124.6
10-Jan-47	2	2	43.5	43.5	51.2	138.2
11-Jan-47	2	2	43.5	43.5	46.5	133.5
12-Jan-47	2	2	43.5	43.5	39.7	126.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ผลการเก็บการใช้น้ำในโรงเรือนทดสอบโดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา(นาที)		ระยะเวลา(นาที)		ปริมาณน้ำจ่าย โดย SENSOR	ปริมาณน้ำ รวม
	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น		
13-Jan-47	2	2	43.5	43.5	51.4	138.4
14-Jan-47	2	2	43.5	43.5	52.4	139.4
15-Jan-47	2	2	43.5	43.5	45.1	132.1
16-Jan-47	2	2	43.5	43.5	47.3	134.3
17-Jan-47	2	2	43.5	43.5	51.5	138.5
18-Jan-47	2	2	43.5	43.5	46.0	133.0
19-Jan-47	2	2	43.5	43.5	40.2	127.2
20-Jan-47	2	2	43.5	43.5	46.3	133.3
21-Jan-47	2	2	43.5	43.5	45.2	132.2
22-Jan-47	2	2	43.5	43.5	39.7	126.7
23-Jan-47	2	2	43.5	43.5	51.5	138.5
25-Jan-47	2	2	43.5	43.5	39.5	126.5
26-Jan-47	2	2	43.5	43.5	46.1	133.1
27-Jan-47	2	2	43.5	43.5	39.0	126.0
28-Jan-47	2	2	43.5	43.5	45.1	132.1
29-Jan-47	2	2	43.5	43.5	50.8	137.8
30-Jan-47	2	2	43.5	43.5	51.6	138.6
31-Jan-47	2	2	43.5	43.5	45.6	132.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนที่ปรับปรุง

เวลา วัน/เดือน/ปี	ชุดเก็บข้อมูล	
	ความชื้น (%RH)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)
13-Mar-04 09:00:00	86.8	26.5
13-Mar-04 09:30:00	86.0	26.5
13-Mar-04 10:00:00	85.1	27
13-Mar-04 10:30:00	84.1	27.5
13-Mar-04 11:00:00	83.2	27.5
13-Mar-04 11:30:00	83.6	29
13-Mar-04 12:00:00	81.8	30.5
13-Mar-04 12:30:00	81.3	31
13-Mar-04 13:00:00	80.5	32
13-Mar-04 13:30:00	80.4	32.5
13-Mar-04 14:00:00	80.2	33.5
13-Mar-04 14:30:00	80.9	34.5
13-Mar-04 15:00:00	82.2	35
13-Mar-04 15:30:00	84.0	34.5
13-Mar-04 16:00:00	85.3	34
13-Mar-04 16:30:00	86.6	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอกราบพระคุณรองศาสตราจารย์เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี อาจารย์พิชิต กิตตินนท์และอาจารย์สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษารวมถึงคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้คำสอน คำแนะนำ ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ธุรการและเจ้าหน้าที่เทคนิคภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่านที่คอยใส่ใจดูแลตักเตือนในเรื่องงานธุรการ อุปกรณ์และงานฝีมือ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณพนม สันธณะสุข เจ้าของสวนกล้วยไม้ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านสถานที่และข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

อีกทั้งคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนและผู้ที่ช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์นี้ทั้งการให้กำลังใจ การช่วยกันเมื่อได้รับปัญหาจนสามารถแก้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขอบกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจให้เสมอในทุกเวลา เป็นพลังในการผ่านอุปสรรคต่างๆที่ผ่านมาจนสำเร็จปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2547
คณะผู้จัดทำ
นายแทนเทพ เลื่องสุนทร
นายสุธน กอประเสริฐสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ชลวิทย์ แซ่เล่า. 2540. **การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ให้น้ำพืชอัตโนมัติ.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. **หลักการชลประทาน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เอเชีย.
3. ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2541. **ระบบ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER).** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- ญี่ปุ่น).
4. นิพัฒน์ ชูชัยวรากิจ,พรชัย เลิศศรีสถิตย์ และสมเกียรติ์ ประทุมมินทร์. **"ชุดทดลอง PLC PLC EXPERIMENTAL SET."** 2537. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า.
5. Omron Corporation. 2003. **"ZEN Programmable Relays."** Bangkok.
6. ออมรอน อีเลคทรอนิคส์. 2544. **"คู่มือการใช้งาน The ZEN Works For You."** Bangkok.
7. บุญถึง บุญแท่น,ปิยะพงษ์ เจริญคุปต์ และปิยะวรรณ หาทรัพย์. **"เครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบกึ่งอัตโนมัติ."** 2545. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร.
8. Joe J. Hanan. 1931. **Greenhouse Advanced Technology For Protected Horiculture.** New York : John Wiley and Sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้