ระบบเรือนเพาะชำอัตโนมัติ

AUTOMATIC GREENHOUSE SYSTEM

โดย

นาย ธีรกานต์ นาวิกานนท์ 38012096

นาย พยัคฆราช เมธารินทร์ 38012108

นาย มงคล แสงภักดี 38012113

นาย วารินทร์ กสิผล 38012115

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.พิพัฒน์ เลาหสงคราม

วัน เดือน ปี 5 ต.ค. 2541

เลขทะเบียน 038491

เลขเรียกหนังสือ T 40094 ธ 215

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038491

ระบบเรือนเพาะชำอัตโนมัติ

AUTOMATIC GREENHOUSE SYSTEM

นาย ธีรกานต์ นาวิกานนท์

นาย พยัคฆราช เมธารินทร์

นาย มงคล แสงภักดี

นาย วารินทร์ กสิผล

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว

.....

(รศ. พิพัฒน์ เลาหสงคราม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเรือนเพาะชำอัตโนมัติ
นักศึกษา	นาย ธีรกานต์ นาวิกานนท์
	นาย พยัคฆราช เมธารินทร์
	นาย มงคล แสงภักดี
	นาย วารินทร์ กสิผล
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ. พิพัฒน์ เลาหสงคราม
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง และ ระบบควบคุมของเรือนเพาะชำขึ้นมานั้น เพื่อให้พืชเจริญเติบโตภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ถูกควบคุมโดยใช้ Micro controller เข้ามาควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ , ระบบการให้น้ำ , ช่องระบายอากาศ (AIR INLET) , ช่องระบายอากาศบนหลังคา (TOP VENT) และแสง ลักษณะของการควบคุมอัตโนมัติจะใช้ Micro controller ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด เริ่มจากระบบการให้น้ำจะใช้ระบบตั้งเวลาเปิดปิด ระบบควบคุมอุณหภูมิจะใช้พัดลมระบายอากาศเป็นตัวลดอุณหภูมิภายในเรือนเพาะชำ และใช้หัวฉีดพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้นในอากาศ ระบบแสงจะใช้ม่านบังแสงส่วนหนึ่งในเวลากลางวัน เพื่อลดปริมาณแสงที่ได้รับมากเกินไป ส่วนในเวลาที่แสงน้อยกว่าปกติจะใช้หลอดไฟในการให้แสงสว่าง ลักษณะของตัวแบบจำลองเรือนเพาะชำจะเป็นชนิดหน้าจั่ว โดยมีความกว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 1.25 เมตร ที่ตัวแบบจำลองจะมีช่องเปิดปิด เพื่อระบายอากาศ ทั้งส่วนบนและด้านหน้าของตัวแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Greenhouse System
Student	Mr. Teerakan Navikanon
	Mr. Phayakkarat Metharin
	Mr. Mongkol Sangpukdee
	Mr. Varin Kasiplon
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Pipat Laohasongkram
Level of Study	Bachelor of Engineering in Instrumentation Engineering
Department	Industrial Instrumentation Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1997

ABSTRACT

The aim of making greenhouse model and control system for the plants can grow in controllable environment. We use Microcontroller to control various factors such as temperature, watering, air inlet, topvent and light. Microcontroller to be the main automatic control for all system's works. watering system consists of time irrigation system.Tempurature control system consists of fan to ventilate and reduce temperature in greenhouse and use fogger to increase humidity in the air. Light system consists of curtains to reduce height intensity of light at day time and incandescent lamp to make light at low intensity condition.The type of this greenhouse model is even span gable greenhouse by the size of 1 metre in width, 1.5 metres in length and 1.25 metres in height.At the top and the front of greenhouse,there are vent which can close or open in order to ventilate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
ขอบเขตการศึกษา	1
วัตถุประสงค์ของการสร้างโรงเรือน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	**3**
ความหมายของ GREENHOUSE	3
รูปแบบของ GREENHOUSE	3
สภาพแวดล้อมและการควบคุมเบื้องต้นสำหรับ GREENHOUSE	10
การลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน (GREENHOUSE COOLING)	13
แสงสว่าง	19
ความชื้นสัมพัทธ์	19
การติดตั้งระบบให้น้ำ	20
คอนโทรลเลอร์และ คอมพิวเตอร์	30
การใช้น้ำของพืช(CONSUMPTIVE USE OF WATER)	31
โครงสร้างลำดับความสำคัญการอินเตอร์รัพต์	34
การวัดอุณหภูมิ	46
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	**50**
โครงสร้าง	50
ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM)	55
โปรแกรมควบคุมการทำงาน	61
การใช้งานโปรแกรมควบคุม	67
ขั้นตอนการใช้งาน	68
หลักการทำงานและวงจร	72
โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงเรือน	82
ระบบจ่ายน้ำ (Irrigation)	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ขั้นตอนและผลการทดลอง **87**

ผลการทดลองการทำงานของแบบจำลอง 93

สรุปผลการทดลอง 100

บทที่ 5 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการพัฒนา **101**

ภาคผนวก **102**

เอกสารอ้างอิง **105**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดง greenhouse แบบต่างๆ	4
2.2	แสดงส่วนต่างๆของเรือนกระจก	5
2.3	แสดงแหล่งกำเนิดของพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีและกระบวนการเปลี่ยนแปลง	11
2.4	Energy losses and gains in a ventilated Greenhouse	12
2.5	แสดงอิทธิพลของรูปร่างของหลังคาและตำแหน่งของช่องระบายอากาศภายใน	15
2.6	แสดงการนำระบบ Fog cooling มาใช้ใน Greenhouse	18
2.7	องค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยดอย่างง่ายที่ใช้ในบริเวณบ้าน	23
2.8	องค์ประกอบของอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบชลประทานแบบหยด	28
2.9	อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำต้นทางของระบบชลประทานแบบหยด	29
2.10	ไอน้ำซึ่งประกอบด้วย การระเหย(evaporation) และการคายน้ำ(transpiration)	31
2.11	การใช้น้ำของพืช 10 มม./วัน	32
2.12	ปัจจัยจากภูมิอากาศที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช	33
2.13	ถาดวัดการระเหยแบบ class A pan	34
2.14	DS 1202S 8 pin DIP (300mil)	37
2.15	โครงสร้างภายในของ RTC DS1202	38
2.16	โครงสร้างของ command byte	39
2.17	แสดงตำแหน่งและชื่อเรียกประจำขาไอซี	46
2.18	บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1620	48
2.19	แสดงลักษณะข้อมูล 9 บิต ที่ออกมาทางเอาต์พุต	48
2.20	สัญญาณพัลส์ที่ออกมาทางขา T high , T low , T com	49
3.1	แสดงรูปโครงสร้างของแบบจำลอง	51
3.2	ขนาดของแบบจำลอง (Greenhouse model)	52
3.3	แสดงทิศทางลม	53
3.4	แสดงลักษณะของ Vent	54
3.5	แสดงส่วนประกอบของชุดควบคุมอัตโนมัติ	57
3.6	ส่วนควบคุมระบบระบายอากาศ	58
3.7	การต่อชุดคอนโทรลเลอร์กับวงจรควบคุมต่างๆ	59
3.8	ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	60
3.9	การ Interface วงจรควบคุมต่างๆ	61
3.10	โปรแกรมควบคุมการทำงาน	62
3.11	โปรแกรมหลัก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.12	โปรแกรม Temp process	64
3.13	โปรแกรม Irrigation process	65
3.14	โปรแกรม Light process	66
3.15	แสดงถึงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	67
3.16	รายการการป้อนค่า ชั่วโมง, นาที	68
3.17	รายการกำหนดค่า วัน, เดือน, ปี	69
3.18	แสดง 5 รายการหลัก	70
3.19	วงจรเปิด-ปิด Top vent	72
3.20	วงจรเปิด-ปิด Air inlet	74
3.21	วงจรเปิด-ปิด พัดลม	75
3.22	วงจรเปิด-ปิด ม่านบังแดด(sun screen)	76
3.23	วงจรเปิด-ปิด solenoid valve(fog)	77
3.24	วงจรเปิด-ปิด solenoid valve(drip)	78
3.25	วงจรเปิดไฟ	79
3.26	วงจรเปิด-ปิด pump น้ำ	80
3.27	ด้านหน้าตู้คอนโทรลแบบ manual	81
3.28	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	82
3.29	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	82
3.30	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	83
3.31	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	83
3.32	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	84
3.33	ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง	84
3.34	แสดงผังของระบบจ่ายน้ำ	85
4.1	การทำงานในขั้นตอนที่ 1	90
4.2	การทำงานในขั้นตอนที่ 2	91
4.3	การทำงานในขั้นตอนที่ 3	92
4.4	การทำงานในขั้นตอนที่ 4	93
4.5	การทำงานของม่านบังแดด	94
4.6	การทำงานของหลอดไฟ	95
4.7	การแสดงผลทางจอ LCD	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การปลูกพืชในโรงเรือนเพื่อป้องกันแมลงหรือที่เราเรียกว่า "ผักกางมุ้ง" และ การปลูกไม้ดอกในโรงเรือน เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งนอกจากจะป้องกันแมลงได้แล้ว ยังสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตอื่นๆได้อีก จึงควรจะได้รับการสนใจและทำการวิจัยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการวิจัยเพื่อหารูปแบบและโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมกับประเทศในโซนร้อน ดังเช่นประเทศไทย กล่าวคือ แทนการสร้างเรือนกระจก และติดตั้งเครื่องทำความร้อน เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือน ดังเช่น ในยุโรป อเมริกา และ ญี่ปุ่น กลับต้องหาทางลดอุหภูมิภายในโรงเรือน ซึ่งทำด้วยวัสดุอื่นที่ถ่ายเทอากาศได้แทนกระจก คงจะไม่ใช่การติดตั้งเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องทำความเย็นแน่นอน เพราะเป็นการลงทุนที่สูงมากแต่อาจต้องใช้ระบบทำความเย็นแบบ Fan/Pad Cooling System คือ การใช้พัดลมดูดอากาศผ่านผนังโรงเรือนหนา ๆ ที่อัดด้วยเส้นใยหรือวัสดุอื่นใดก็ได้ ที่สามารถดูดซับน้ำได้ดี โดยปล่อยน้ำผ่านผนังนี้ตลอดเวลา เพื่อพัดลมจะดูดเอาไอน้ำ และพัดพาเอาความร้อนภายในโรงเรือนออกไป หรืออาจใช้ระบบพ่นหมอกด้วยแรงดันสูง Fog/Mist Cooling System หรือระบบ Fan Jet System หรือระบบอื่น ๆ ที่ประหยัดกว่าและมีประสิทธิภาพสูง

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาประเภทของโรงเรือนปลูกพืช
2. ศึกษารูปแบบ และวิธีการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืช
3. ศึกษาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในโรงเรือนปลูกพืช ในแง่ของผลกระทบที่มีต่อพืช
4. ศึกษาการควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในโรงเรือนปลูกพืช ในแง่ของผลกระทบที่มีต่อพืช
5. ศึกษาระบบการควบคุม โดยใช้ Miccro Controller MCS-51

วัตถุประสงค์ของการสร้างโรงเรือน

เพื่อต้องการปลูกพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด คือ พืชที่มีราคาแพง หรือป้องกันไม่ให้ต้นพืชถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมที่ผันแปรไปอย่างรวดเร็ว ป้องกันแมลง ลมพายุ โดยทั่วไปโรงเรือนปลูกพืชจะให้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและงอกงามดียิ่งกว่าสภาวะที่อาจหาได้ภายนอกโรงเรือนขณะนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่นในฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำมาก ในพื้นที่บางแห่ง ทำให้เกษตรกรไม่สามารถปลูกพืชภายนอกโรงเรือนได้ และในช่วงฤดูร้อนกลับมีอุณหภูมิและความเข้มแสงสูงเป็นอันตรายต่อพืชบางชนิดที่มีคุณค่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปลูกพืชภายใต้สภาพโรงเรือนที่ผู้ปลูกสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิ และ แสงแดด ตามความเหมาะสมของพืช หรือ กล่าวอีกในหนึ่ง คือ ผู้ปลูกพืชในโรงเรือนสามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าผู้ปลูกภายนอก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชภายในโรงเรือน นอกจากสามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อสภาพการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกแล้ว เรายังเลือกกำหนดช่วงระยะเวลาการปลูก หรือเก็บเกี่ยวได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย ทำให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลาทันกับความต้องการ ถือได้ว่าการปลูกพืชในโรงเรือนเป็นระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพและให้ผลคุ้มค่าแก่การลงทุนสูง ตัวอย่างเช่น การปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนบริเวณพื้นที่เขตอบอุ่นในสหรัฐอเมริกา จะให้น้ำหนักผลผลิตได้สูงถึง 28 ตันต่อไร่ ในขณะที่ถ้าปลูกภายนอกโรงเรือนหรือในไร่นาจะได้รับผลผลิตเพียง 6 ตันต่อไร่นอกจากนี้ลักษณะการปลูกสามารถใช้เนื้อที่ดินซึ่งมีอยู่จำกัดให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้มาก (สุนทร , 2525)

โรงเรือนปลูกพืชจะใช้เป็นที่ควบคุม หรือบังคับองค์ประกอบอันเป็นสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช หากว่าสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาวะควบคุม ย่อมมีผลให้ผลผลิตทันกับความต้องการของตลาด และมีคุณภาพตามมาตราฐาน อุณหภูมิสามารถจะกำหนดได้ตามความเหมาะสม ความเสียหายอันเกิดจาก ลม และฝน เป็นสิ่งหลีกเลี่ยงได้ ผลเสียที่เกิดจากโรคและแมลงสามารถลดลงได้ แต่ไม่ใช่ว่าจะขจัดออกไปได้เลยทีเดียว สารเร่งการเจริญเติบโต ความชื้น และระดับอุณหภูมิสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของพืช สภาพแวดล้อมก็สามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม โดยใช้ระบบ Automatic Greenhouse Control เป็นเครื่องมือควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

ความหมายของ Greenhouse (Definition of Greenhouse)

โรงเรือนปลูกพืชหรือกรีนเฮ้าส์ (Greenhouse) หมายถึงโครงสร้างที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุหลายประเภทได้แก่ไม้ , เหล็กกล้า , โลหะผสมอลูมิเนียม พร้อมทั้งมีวัสดุโปร่งใสทำหน้าที่เป็นหลังคาปกคลุมซึ่งยินยอมให้แสงแดดส่องผ่านเข้าไปในโครงสร้างได้

รูปแบบของ Greenhouse

1. ชนิดของ Greenhouse

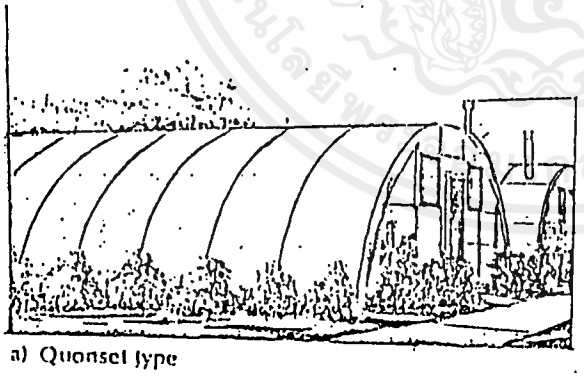
1.1 เรือนกระจก แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1.1 แบบเพิง (Lean - to)

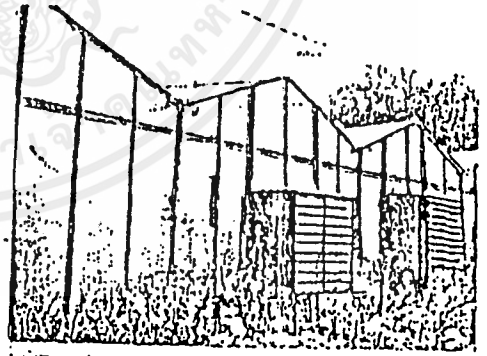
1.1.2 แบบหน้าจั่ว (Single Spam)

1.1.3 แบบเรือนพ่วง (Ridge and Furrow) (เสาวลักษณ์ , 2525)

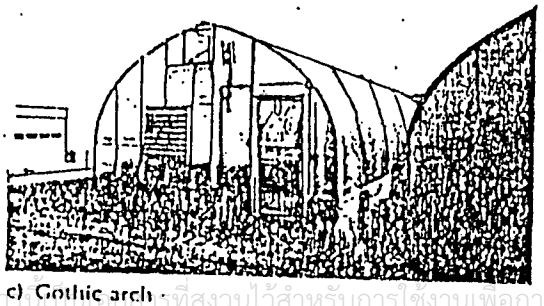
ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของเรือนกระจกได้อีกหลายรูปแบบ(Nelson , 1997) ดัง รูป ที่ 2.1



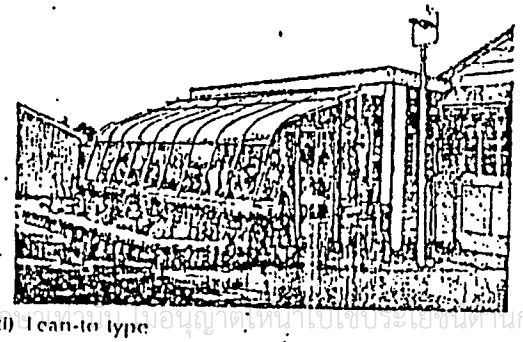
a) Quonset type



b) Dutchlite or ventotype

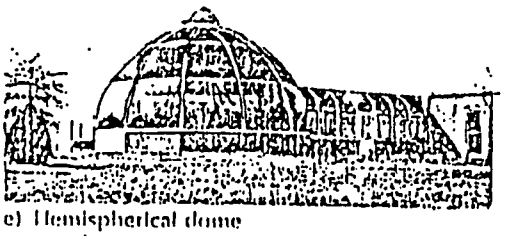


c) Gothic arch

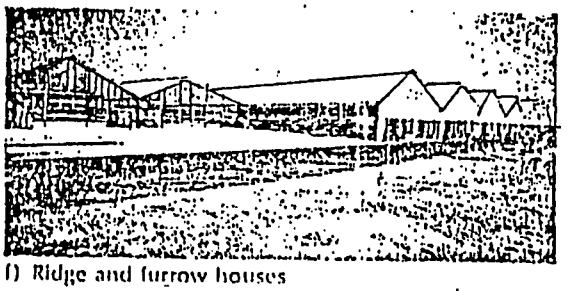


d) Lean-to type

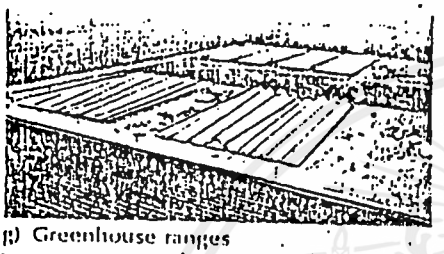
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



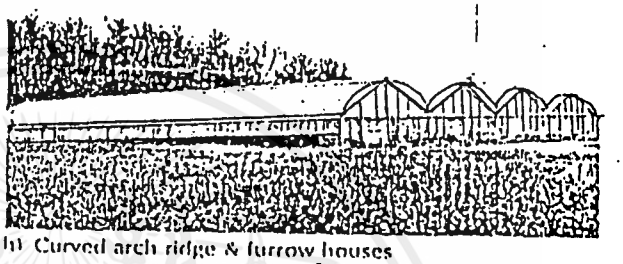
e) Hemispherical dome



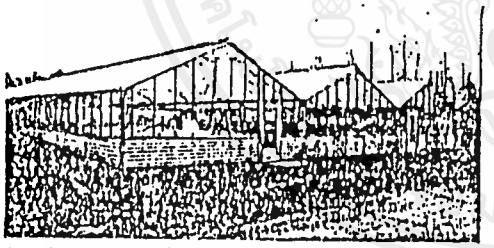
f) Ridge and furrow houses



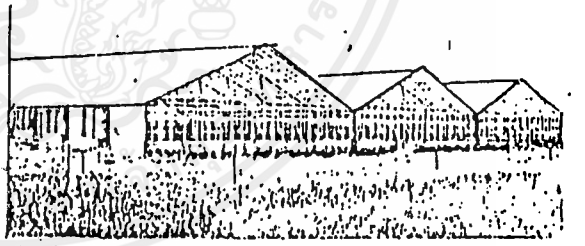
g) Greenhouse ranges



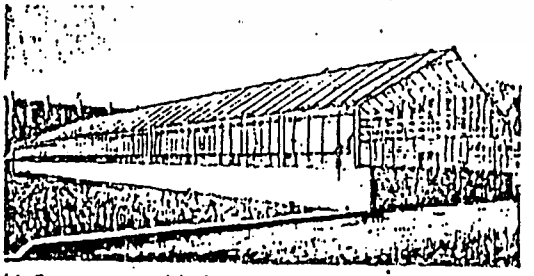
h) Curved arch ridge & furrow houses



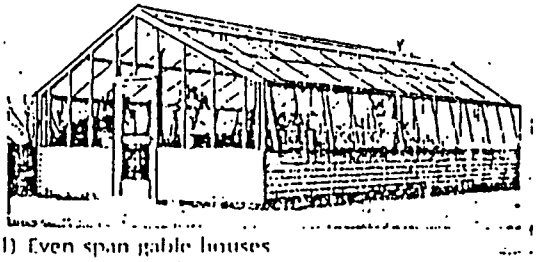
i) Glass covered ridge and furrow



j) Glass covered ridge and furrow



k) Even span gable houses.



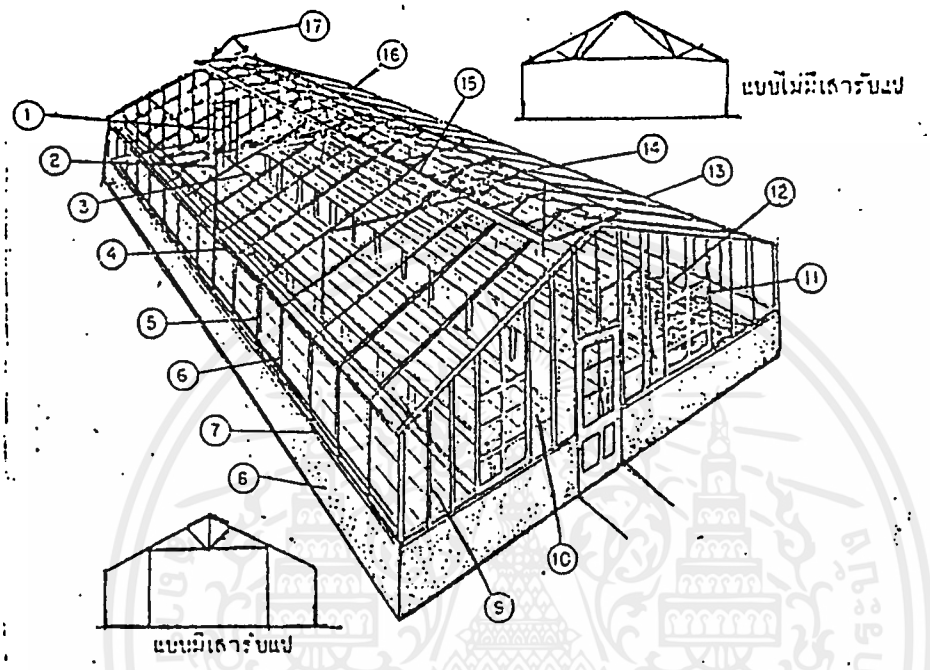
l) Even span gable houses

รูปที่ 2.1 แสดง Greenhouse แบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่างๆของเรือนกระจกสมัยใหม่

ส่วนต่าง ๆ ของเรือนกระจกสมัยใหม่ได้แก่ ผนังฐาน เสาด้านข้าง กรอบกระจกด้านข้าง และขอบหน้าต่างที่ปิด-เปิดได้ เชิงชาย จันทัน กรอบกระจก หลังคา เสากลม หรือเสารับแป กรอบกระจกระบายอากาศบนหลังคา อกไก่ และที่เปิดอกไก่ (เสาวลักษณ์, 2525) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนต่างๆ ของเรือนกระจก

1. จันทันกรอบกระจกหลังคา
2. เสากลมหรือเสารับแป
3. แป
4. เชิงชาย
5. เสาด้านข้าง
6. กรอบกระจกหน้าต่างข้างที่ปิด-เปิดได้
7. ธรณีหน้าต่าง
8. ผนังปูน
9. กรอบกระจกด้านหน้า
10. ชั้นวาง
11. กรอบกระจกหน้าต่างที่ปิด-เปิดได้
12. ครีบระบายความร้อน
13. อกไก่และที่ปิดอกไก่
14. ตั้งยึดอกไก่กับขื่อ
15. ค้ำยัน
16. คานยึดระหว่างจันทัน
17. กรอบกระจกระบายอากาศบนหลังคา

กระจกที่ใช้สร้างเรือนกระจกมีอยู่ 2 เกรดคือ

- ชนิดชั้นเดียว 21 ออนซ์ ต่อตารางฟุต และหนา 12 แผ่นต่อนิ้ว
- ชนิด 2 ชั้นประกบกัน มีน้ำหนัก 26 ออนซ์ต่อตารางฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เรือนพลาสติก

ปัจจุบันมีพลาสติกที่แสงผ่านได้ สำหรับสร้างโรงเรือน ยกตัวอย่างเช่น โพลีเอทธีลีน โพลีไวนัล เซลลูโลสอะซิเตท และ โพลีเฟล็กซ์ ข้อดี ประการสำคัญของวัสดุเหล่านี้คือ ต้นทุนขั้นแรกต่ำ ข้อเสีย ประการสำคัญคือ อายุการใช้งานสั้น เนื่องจากแสงอุลตร้าไวโอเลตทำให้วัสดุเหล่านี้แยกสลายได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ลมยังทำให้วัสดุเหล่านี้ฉีกขาดได้ง่าย เว้นแต่จะคอยระมัดระวังให้ดี ส่วนกระจกที่ใช้มุงหลังคาโรงเรือนต้นไม้ จะค่อนข้างทนทานและถ้าดูแลอย่างดีก็จะใช้งานได้นาน

ดังนั้นพลาสติกที่ให้แสงผ่านได้เหล่านี้จึงมีอัตราการเสื่อมค่าสูงกว่า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในด้านการลงทุน ดังนั้นถ้าคิดในระยะยาวพลาสติกน่าจะมีราคาแพงกว่ากระจก ด้วยเหตุนี้จึงมิอาจหวังได้ว่าเรือนพลาสติกจะเข้ามาแทนที่เรือนกระจกได้ แต่จะใช้สำหรับช่วยเหลือผู้ปลูกที่รักความก้าวหน้าได้เริ่มต้นการปลูกพืชในโรงเรือน

สถานีทดลองหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาและในที่อื่น ๆ กำลังทดสอบเกี่ยวกับโรงเรือนพลาสติกอยู่ เรือนพลาสติกเหล่านี้ส่วนมากจะมีโครงที่ประกอบด้วยไม้ ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซจากขวดเป็นเชื้อเพลิง และหลังคามีความลาดชันมากกว่าเรือนกระจกที่ปลูกเพื่อการค้า

1.3 เรือนผ้า

จะมีด้านข้างตรงและหลังคาแบบราบ การก่อสร้างเรือนผ้าค่อนข้างง่ายโครงเรือนประกอบด้วยเสาไม้หรือเสาเหล็ก และคลุมด้วยผ้าหรือพลาสติกที่แสงผ่านได้พืชหลักที่ปลูกกันในเรือนผ้าได้แก่ เบญจมาศและแอสเตอร์ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงและความเข้มแสงสูง พืชที่ปลูกในเรือนผ้าเหล่านี้มักจะมีลำต้นยาว ใบและดอกใหญ่ สีสดกว่าพืชชนิดเดียวกันที่ปลูกภายนอก เจริญเติบโตเป็นที่น่าพอใจมากเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้อย่างไรกระบวนการขั้นต้นที่เกี่ยวข้องคือ การคายน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ๆ ได้แก่

- อุณหภูมิ
- ความเข้มของแสง
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความเร็วลม

ผ้าจะช่วยลดอุณหภูมิสูงสุดประจำวันได้เล็ก น้อยและช่วยเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้เล็กน้อย อย่างไรก็ดี ผ้าจะช่วยลดความเข้มของแสงลงอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการลดความเข้มของแสงในเรือนผ้าระหว่างฤดูร้อนย่อมลดอุณหภูมิของใบลงอย่างไม่ต้องสงสัย ซึ่งเป็นผลสะท้อนให้อัตราการคายน้ำลดลงและทำให้อัตราการดูดกลืนน้ำเกิดขึ้นได้ทันกัน ด้วยเหตุผลข้อนี้เซลล์คุมจะยังคงเด่ง ใบจะยังคงเปิดอยู่ และเกิดมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นตลอดระยะที่มีแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 เรือนไม้ระแนง

เรือนไม้ระแนงมีด้านข้างตรงและหลังคาแบบราบ โครงก็คล้ายคลึงกับเรือนกระจกแต่หลังคาประกอบด้วยกรอบไม้ระแนง ซึ่งเคลื่อนย้ายได้เรียกว่า "รั้วกั้น" หิมะหรือ ตอกไม้ขนาด 2*2 นิ้ว ในภาคใต้ของสหรัฐอเมริกาใช้เรือนไม้ระแนงเพื่อป้องกันพืชไม้ประดับหลายชนิดซึ่งจะเป็นอันตรายได้ ถ้าได้รับแสงความเข้มสูง ๆ เช่น ไฮเดรนเจีย และอะเซเลียและใช้ปลูกและเก็บต้นพันธุ์พืชเพื่ออุตสาหกรรมและพืชกินใบ (เสาวลักษณ์, 2525)

2. Greenhouse สำหรับพื้นที่ในเขตหนาว

ในปัจจุบันมีหลายประเทศที่ทำการเพาะปลูกพืชในโรงเรือนอย่างแพร่หลายเช่น แคนนาดา สหรัฐอเมริกา เบลเยี่ยม ผรั่งเศส เยอรมัน โปรตุเกส สเปน และกรีซ แต่ผู้นำในด้านการออกแบบและก่อสร้างโรงเรือนปลูกพืชและวิธีการเพาะปลูกก็คือ เนเธอร์แลนด์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง Greenhouse ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งเป็นประเทศที่มีเนื้อที่ในการพืชกรรมในเรือนกระจกมากที่สุดในโลกซึ่งคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 9,000 hectares หรือคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ในการปลูกพืชในเรือนกระจกของโลก ซึ่งในระยะหลัง ๆ ได้มีการตั้งมาตรฐานในการสร้างโรงเรือนปลูกพืชได้แก่ New-3859 (Dutch Standard) , NPR - 3860 (Ducth Code of Fractice) ปัจจุบันเนเธอร์แลนด์ได้แบ่งประเภทของโรงเรือนปลูกพืชออกเป็น 3 ชนิด (Mastalerz,1977) ดังนี้

2.1 แบบ Venlohouse (Venlo Dutch Type Greenhouse)

เป็นแบบที่นิยมมากที่สุดเนื่องจากมีความคล่องตัวในการใช้งานและมีราคาถูก ที่สำคัญที่สุดคือคือสามารถดัดแปลงให้เข้ากับการปลูกพืชได้เกือบทุกชนิด

2.2 แบบ Wide-roofed

Frame work ทำจากเหล็กชุบสังกะสี หลังคาและจั่วหลังคาทำด้วยอลูมิเนียม ซึ่งจะมีแผ่นยางกันกระจกแตกอีกทีหนึ่ง โรงเรือนแบบนี้ระบายอากาศได้ง่าย เนื่องจากมีหน้าต่างที่มุมและหน้าจั่วหลังคาสามารถเปิดได้ตลอดความยาวของโรงเรือน

2.3 แบบโค้งหรือแบบอุโมงค์ (Arched Greenhouse/Tunnel Greenhouse)

เป็นโรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ ซึ่งทำได้โดยใช้แผ่นฟอยด์ 2 ชั้น (ทำด้วยโพลีเอทธีลีน) เป็นวัสดุคลุมโรงเรือน แต่ละชั้นห่างกัน 5 เซนติเมตร ช่องว่างจะมีอากาศอยู่ระหว่างชั้นของฟอยด์โดยการเป่าลมเข้าไป (ใช้พัดลมขนาดเล็กเป็นตัวเป่าเข้าไป)แผ่นฟอยด์ 2 ชั้นจะคลุมตลอดแผ่นโค้ง โครงสร้างภายในทำจากเหล็กชุบสังกะสี จั่วและส่วนโค้งทำจาก อลูมิเนียม วัสดุคลุมนอกจากจะใช้แผ่นฟอยด์แล้วอาจจะใช้พลาสติกหรือไฟเบอร์กลาสแทนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โรงเรือนในพื้นที่เขตร้อน

การปลูกพืชในเขตร้อนมักประสบกับปัญหาเรื่องปริมาณน้ำฝนมากเกินไปและ ปัญหาอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากในแต่ละวัน การสร้างโรงเรือนปลูกพืชสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ประโยชน์ของโรงเรือนปลูกพืชที่เห็นได้ชัดโดยตรง คือ

- สามารถใช้กำบังฝนทำให้สามารถทำงานได้สะดวกต่อเนื่องตลอดปี
- ไม่ต้องสะดุดปัญหาฝนตกรุนแรงพื้นดินเปียกแฉะจนทำงานไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าพื้นที่อยู่ในเขตที่ได้รับปริมาณน้ำฝนเป็นจำนวนมากกว่า 200-250 เซนติเมตรต่อหนึ่งฤดูฝน และเกษตรกรมีความจำเป็นต้องผลิตพืชผลส่งตลอดปี

การสร้างโรงเรือนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ

- ปัญหาการแพร่ระบาดของโรค หากไม่มีโรงเรือนกำบังฝน เมื่อเกิดโรคระบาดถึงแม้จะฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืช แต่น้ำฝนที่ตกลงมาจะชะล้างตัวยาให้หลุดไปจากผิวใบทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดโรคต่ำ การระบาดของโรคแพร่ขยายอย่างรวดเร็วจนบางครั้งจะพบการแตกเป็นแผลเน่าของพืชที่ปลูก หากจะกำจัดให้ได้ผลก็ต้องเพิ่มสารเคมีอีกเรื่อย ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงมากเกินไป
- เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเคมี หากไม่มีโรงเรือนจะไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำฝนได้ เมื่อมีการใช้ปุ๋ยก็จะเกิดการชะล้างสูญหายไปจากบริเวณรากพืชอย่างรวดเร็ว ยังไม่ทันที่พืชจะเอามาใช้ประโยชน์ การสร้างโรงเรือน นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวแล้วยังเป็นการเพิ่มคุณค่า ให้กับพื้นที่เพาะปลูกทำให้ผลิตพืชผลที่มีราคาแพงคุ้มทุนได้ (สุนทร, 2525)

3.1 วัสดุที่ใช้สร้างประกอบโรงเรือน

จะประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ โครงสร้างเรือนและหลังคาโรงเรือน โดยวัสดุที่นำมาสร้างประกอบทั้งสองแตกต่างกันออกไปดังนี้

3.1.1 โครงโรงเรือน อาจทำด้วยโลหะ ท่อพีวีซี ฯลฯ หรือวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น เช่น ไม้ไผ่ ไม้เนื้อแข็ง เป็นต้น วัสดุที่นิยมใช้ทำโครง และส่วนอื่น ๆ ภายในโรงเรือน ได้แก่

โลหะชุบสังกะสี นิยมมากที่สุดเพราะมี ข้อดี ทนทาน สามารถใช้งานได้ติดต่อกันเป็นเวลานาน แต่มีข้อเสียคือ ราคาแพง

ไม้ ราคาปานกลาง ใช้เป็นองค์ประกอบในโครงโรงเรือนที่เกี่ยวข้องกัน จันทัน กรอบหลังคา เสากลม หรือเสารับแป เป็นต้น แผ่นไม้หรือไม้ทั้งต้นถ้าต้องการนำมาก่อสร้างเป็นโครงเรือนเพาะชำที่ถาวร จำเป็นต้องหาสารเคมีรักษาเนื้อไม้ บางชนิดซึ่งรู้จักกันดีในชื่อทางเคมีว่า เพนตาคลอโรฟีนนอล (pentachlorophenol) สารนี้ทำหน้าที่ช่วยรักษาเนื้อไม้ไว้ไม่ให้ถูกทำลายจากสัตว์หรือเชื้อราโดยตรง โรง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรือนที่ปลูกสร้างขึ้นจากไม้เนื้อแข็งทั้งหลังจะมีความทนทานต่อการใช้งานได้นานกว่า 10 ปีขึ้นไป แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการบำรุงรักษาและการดูแลอย่างทั่วถึงของเจ้าของด้วย

<u>ท่อพีวีซี</u> (pvc) หรือโพลีไวนีลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) นิยมใช้กันมากเพราะมีน้ำหนักเบา สามารถเกาะยึดติดกันแข็งแรง นอกจากนี้ยังสามารถตัดแบ่งออกเป็นท่อนเล็ก ๆ และแต่ละท่อนย่อยของท่อพีวีซีสามารถยึดต่อรวมกันเป็นแท่งยาวโดยอาศัยข้อต่อสองทางเป็นตัวยึดประกอบ สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายหรือดัดแปลงให้เข้ากับรูปทรงของโรงเรือนประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ท่อพีวีซีส่วนใหญ่มีความหนาค่อนข้างมาก ซึ่งเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันแล้วไม่ก่อให้เกิดรอยพับรอยแตกหักตามบริเวณส่วนที่โค้งงอ

3.1.2 หลังคาโรงเรือน สามารถทำได้จากวัสดุหลายประเภท ที่นิยมมากได้แก่ แผ่นกระจก ไฟเบอร์กลาส และพลาสติกใส เป็นต้น โดยเฉพาะโรงเรือนในเขตร้อนส่วนใหญ่มักใช้กระจกเป็นหลัก สาเหตุก็เพราะกระจกมีคุณสมบัติที่ดีในแง่ ยอมให้แสงทะลุผ่านได้มากและอายุการใช้งานนานไม่ค่อยเสื่อม แต่ก็มีข้อเสียคือ น้ำหนักมากราคาแพง และไม่สามารถโค้งงอหรือดัดแปลงให้เข้ากับรูปทรงต่าง ๆ ตามต้องการได้

<u>ไฟเบอร์กลาส</u> เป็นวัสดุอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ประกอบเป็นหลังคาโรงเรือนปลูกพืชทั่ว ๆ ไป ในขณะนี้มีข้อได้เปรียบตรงที่มีน้ำหนักเบาประมาณ 0.6 กก.ต่อตารางเมตร สามารถดัดแปลงให้เข้ากับโครงสร้างของโรงเรือนในรูปแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ราคาก็ไม่แพงมากนักประมาณ 100-200 บาทต่อหนึ่งตารางเมตร อายุการใช้งานติดต่อกันนานถึง 20 ปีเป็นอย่างต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของแผ่นไฟเบอร์กลาส แต่สำหรับในเขตร้อนแล้ว หลังคาประเภทนี้ยังไม่นิยมกันเพราะปริมาณความเข้มแสงสูงเกินไปและถ้ารักษาแสงติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้แผ่นไฟเบอร์กลาสเสื่อมคุณภาพเร็ว

ดังนั้นถ้าสร้างหลังคาโรงเรือนไฟเบอร์กลาสในเขตร้อนแล้วทางโรงงานผู้ผลิตจะไม่ค่อยรับประกันคุณภาพ เนื่องจากไฟเบอร์กลาส มีคุณสมบัติดูดกลืนแสงได้มากแต่สะท้อนแสงได้น้อย ถ้าใช้ติดต่อกันหลายปี จะเกิดการขุ่นมัวที่บริเวณผิวหน้าทำให้แสงส่องผ่านเข้ามาในโรงเรือนลดน้อยลง ซึ่งถ้าอัตราการรับแสงต่ำมากก็จะไม่มีประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกในโรงเรือน แต่ก็มีผู้ปลูกบางคนจะปลูกผักในระยะ 2-3 ปี แรกก่อน ต่อจากนั้นค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นไม้ประดับประเภทที่ไม่ค่อยชอบแสงแดดมากนักแทน ซึ่งก็ได้รับประโยชน์ดีเหมือนกัน แผ่นไฟเบอร์กลาสยังมีข้อเสียตรงที่ติดไฟง่าย อย่างไรก็ตามแผ่นไฟเบอร์กลาสก็ยังมีคุณสมบัติพิเศษกว่าวัสดุอื่น ๆ คือ ทนต่อกระแสลม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหลังคาโรงเรือนทำด้วยไฟเบอร์กลาสรวมกับกระจกก็เป็นหลังคาที่แข็งแรงมาก

<u>พลาสติก</u> มีอยู่มากหลายประเภท ราคาส่วนใหญ่ไม่แพงเมื่อเทียบกับกระจก สามารถดัดแปลงให้เป็นรูปทรงต่อ ๆ ตามที่ต้องการได้ แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้กันเพราะอายุการใช้งานค่อนข้างสั้น ไม่ทนต่อการได้รับแสงแดดติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ๆ พลาสติกที่ใช้ทั่ว ๆ ไปอาจจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามที่เห็นคือ

- พลาสติกแข็ง ไม่โค้งงอ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบเกาะยึดกันอย่างหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☒ พลาสติกใส นิยมนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายโดยเป็นแผ่นเรียงซ้อนกันมีขนาดความกว้างตั้งแต่ 1-2 เมตร จนถึงขนาดกว้างสุดประมาณ 12 เมตร แผ่นพลาสติกที่ใช้งานกันมากที่สุดในขณะนี้ก็คือ โพลีเอทธีลีน (Polyethylene) โพลีไวนีล (Polyvinyl) ทั้งสองชนิดนี้เป็นพลาสติกบาง มีความหนาตั้งแต่ 0.1 - 0.15 มิลลิเมตร เป็นอย่างต่ำ

แผ่นพลาสติกโพลีเอทธีลีน มีลักษณะใส ค่อนข้างทนทานต่อแสงอุลตร้าไวโอเลตที่ส่องผ่านลงมา แต่บางครั้งอาจเกิดการเปราะหักง่ายเมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นระยะเวลานานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไปโดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับแสงแดดที่รุนแรงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องใช้สารเคมีบางอย่างเช่น มอนแซน (Monsan)พ่นเคลือบ ลงบนผิวหน้าแผ่นพลาสติกโพลีเอทธีลีนก่อน เพื่อป้องกันและลดอิทธิพลของแสงอุลตร้าไวโอเลตซึ่งจะทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานออกไปอีกเป็นปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงตลอดจนกระแสลมที่พัดผ่านบริเวณพื้นที่ปลูกพืชแห่งนั้น

แผ่นพลาสติกโพลีไวนีล- ไม่ค่อยนิยมเพราะมีความทนทานต่ออิทธิพลของแสงอุลตร้าไวโอเลตน้อยกว่าพวกโพลีเอทธีลีน ประกอบกับฝุ่นผงที่ลอยตัวอยู่ในอากาศสามารถเข้าไปเกาะยึดกับแผ่นพลาสติกได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องชะล้างทำความสะอาดอยู่เสมอ (สุนทร, 2525)

สภาพแวดล้อมและการควบคุมเบื้องต้นสำหรับ Greenhouse

◆ อุณหภูมิ (Temperature)

เหตุผลเบื้องต้นสำหรับการใช้โรงเรือนก็คือ เพื่อควบคุมอุณหภูมิเพื่อการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละช่วงฤดูกาล อุณหภูมิในตอนกลางคืนสามารถปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ ส่วนในฤดูร้อนอุณหภูมิในตอนกลางคืนจะสูงกว่าภายนอก การถ่ายเทความร้อนสามารถทำได้โดยพัดลมดูดอากาศออก

อย่างไรก็ตามความเย็นที่เกิดจากการระเหยของน้ำหรือการคายน้ำของพืชไม่ค่อยมีผลมากนักในตอนกลางคืน ตรงข้ามจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงถึงระดับที่เชื้อโรคแพร่เชื้อได้ (Nelson, 1978)

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ Greenhouse

อุณหภูมิในโรงเรือนจะสูงขึ้น เหตุผล 2 ประการ (Nelson, 1978) คือ

- เนื่องจากผลกระทบของ Greenhouse
- เนื่องจากโครงสร้างของ Greenhouse เป็นโครงสร้างปิด

ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิโดยรอบขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีจากแสงแดดที่ส่องผ่านวัสดุคลุมโรงเรือนเข้ามา ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนตกค้างอยู่ภายในโรงเรือน

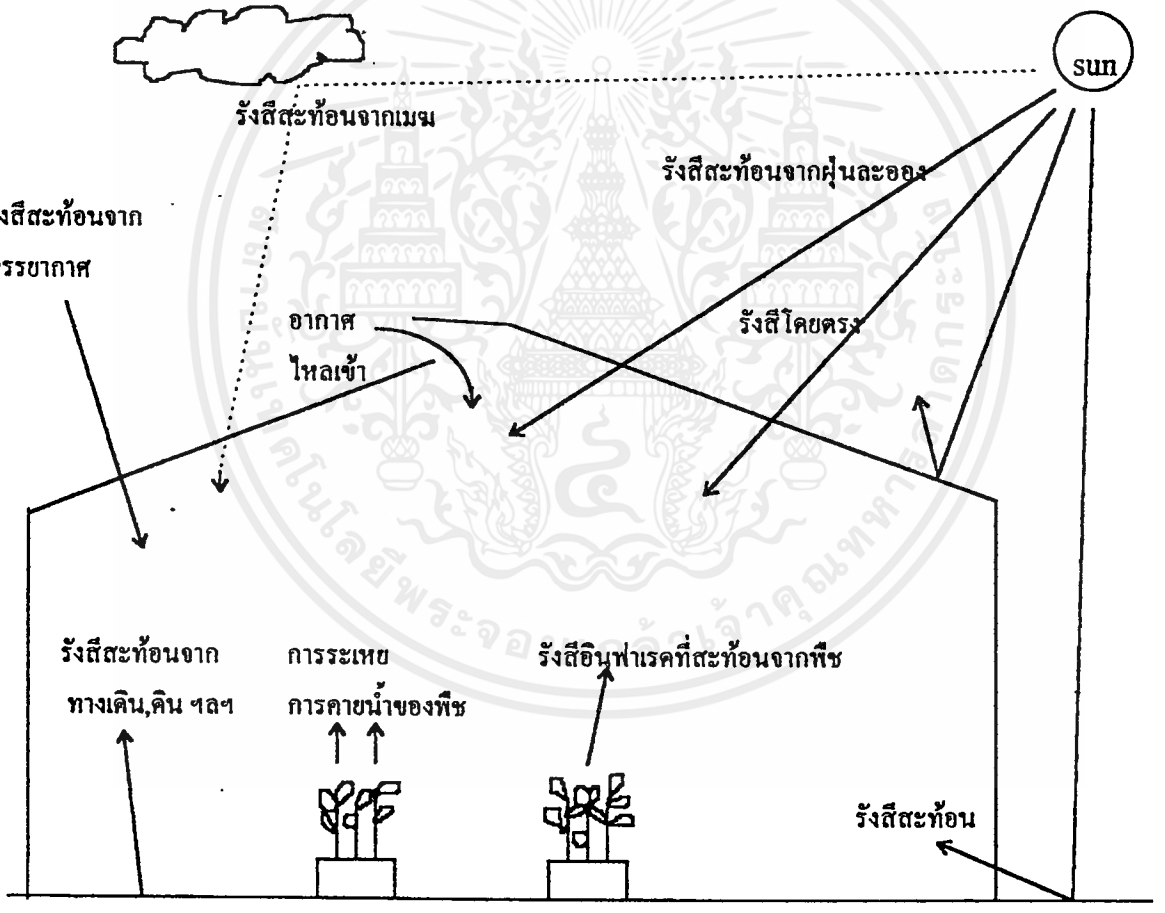
จากรูปที่ 2.3 แสดงแหล่งกำเนิดพลังงานจะเกิดจากการแผ่รังสีหลายอย่างและกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดความสมดุลย์ของพลังงานภายในโรงเรือน จากรูปจะเห็นว่าส่วนหนึ่งของพลังงานรังสีที่ผ่านเข้ามาภายในโรงเรือนจะสะท้อนจากผิวหน้าของวัสดุต่าง ๆ ภายในโครงสร้างและผ่านออกไปยังวัสดุคลุมส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหลือจะถูกดูดกลืนไว้โดยพืชหรือวัสดุต่าง ๆ แล้วเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนนี้จะกระจายไปภายในโรงเรือน โดยอาศัยการนำและพาความร้อนของโมเลกุลของน้ำและอากาศ

แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านเข้ามาในโรงเรือนส่วนที่เป็นรังสีคลื่นสั้นจะผ่านเข้าไปได้ ขณะที่ผ่านกระจกความยาวคลื่นจะเปลี่ยนไป และกลายเป็นพลังงานความร้อน ส่วนรังสีคลื่นยาวที่เกิดจากการหักเหของรังสีคลื่นสั้นผ่านกระจกจะตกค้างอยู่ภายในโรงเรือน

รังสีคลื่นยาวที่ตกค้างภายในโครงสร้างเรียกว่า ผลกระทบของ Greenhouse (Greenhouse Effect) ได้มีการตั้งสมมุติฐานว่ากระจกเป็นเสมือนเมฆที่สกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนจากโลกสู่บรรยากาศซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของอากาศ และน้ำจะดูดซึมพลังงานจากแสงอาทิตย์ และปล่อยออกมาในรูปของพลังงานความร้อนสู่บรรยากาศ กระจกไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาว(5-40 ไมครอน) ทะลุผ่านไปได้



The radiant energy balance of a greenhouse

รูปที่ 2.3 แสดงแหล่งกำเนิดของพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีและการบวนการเปลี่ยนแปลงซึ่งก่อให้เกิดสมดุลย์พลังงานภายในโรงเรือน

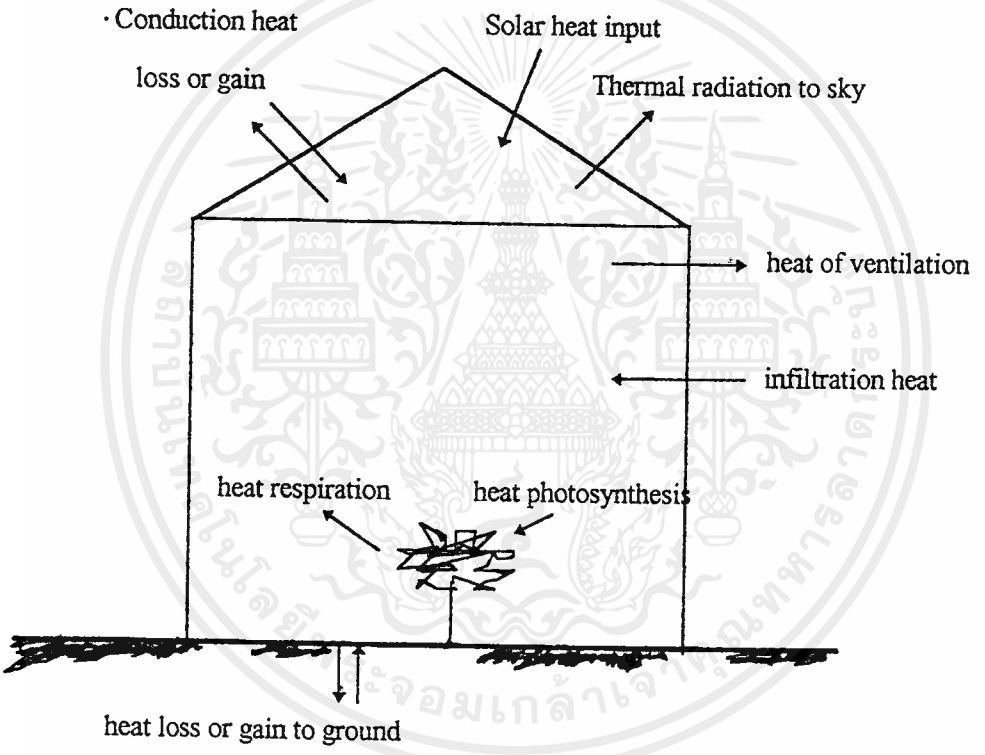
อย่างไรก็ตามสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงขึ้นนั้นเนื่องมาจากการที่ Greenhouse เป็นโครงสร้างแบบปิดที่มีผลทำให้ความร้อนที่เปลี่ยนไปเป็นไอร้อนลดลง ซึ่งภายหลังพบว่าไอร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในโครงสร้าง (Mahr and O'Flaherty) ดังนั้นผลกระทบจากกระจกหรือรังสีคลื่นยาวใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศอาจเรียกได้ว่า " Atmosphere effect " และความร้อนที่เพิ่มขึ้นในโครงสร้างที่ปิดด้วยวัสดุต่าง ๆ ซึ่งแสงทะลุผ่านได้จะเรียกว่า "Greenhouse Effect "

สรุป คือ ถ้าใช้วัสดุคลุมเป็นกระจกหรือพลาสติก รังสีคลื่นยาวในรังสีที่สะท้อนจากส่วนต่าง ๆ ที่ตกค้างอยู่ภายในโรงเรือนทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงขึ้นแต่ถ้าใช้โพลีเอทธีลีนจะขจัดปัญหานี้ได้อย่างมาก เนื่องจากโพลีเอทธีลีนจะยอมให้รังสีคลื่นยาวทะลุผ่านได้

นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การคายความชื้นของพืชจะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงมากกว่า 60-70% ของความร้อนที่แผ่จากรังสีแสงอาทิตย์ (Nelson, 1978)



รูปที่ 2.4 Energy losses and gains in a ventilated greenhouse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆ การลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน (Greenhouse Cooling)

ทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับไอร้อนของอากาศ (ไม่รวมการระเหยของน้ำ)(Nelson, 1978)

1. การระบายอากาศด้วยหลังคาและติดตั้งเครื่องระบายอากาศด้านข้าง

หลักการคืออากาศจะเคลื่อนที่ผ่านหลังคาที่เปิดและเครื่องระบายอากาศด้านข้างทำให้อุณหภูมิลดลง วัตถุประสงค์ คือ การนำเอาอากาศเย็นจากภายนอกโรงเรือนเข้ามาภายใน โรงเรือนแล้วกระจายให้สม่ำเสมอตลอดโรงเรือนโดยไม่ทำให้พืชแข็งตัวเนื่องจากการลดลงของอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยติดตั้งกลไกระบายอากาศทางหลังคาที่เป็นระบบอัตโนมัติซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิ (Thermostatic Control) ซึ่งเป็นระบบกลไกดังกล่าวติดตั้งที่หลังคาได้ง่ายกว่าเครื่องระบายอากาศด้านข้าง การระบายอากาศโดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิจะสามารถลดอุณหภูมิโดยไม่ต้องใช้แรงงานมาก อนึ่งการใช้ระบบอัตโนมัติต้องพิจารณาความเร็วลมและทิศทางที่จะติดตั้งเครื่องระบายอากาศและควรจะติดตั้งช่องเปิด (Opening) กี่ช่องและตำแหน่งที่ติดตั้งบนหลังคาด้วย

ในฤดูใบไม้ผลิ เมื่อปริมาณรังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนสูงขึ้นก็ควรจะใช้เครื่องดูดอากาศโดยติดตั้งเครื่องระบายอากาศบนหลังคาและด้านข้าง อากาศที่แลกเปลี่ยนจะเป็นตัวกำหนดจำนวนช่องเปิดของการระบายอากาศความเร็วลมและความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ระบายอากาศทั้งหมดด้วย

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนจะลดลงเมื่อพื้นที่ระบายอากาศทั้งหมดเพิ่มขึ้นถึง 30 % ของเนื้อที่โรงเรือนทั้งหมด แต่ถ้าเกินกว่า 30 % ผลของการเพิ่มเครื่องระบายอากาศที่มีต่ออุณหภูมิจะมีน้อยมาก พบว่าน้อยกว่า 1 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อการเพิ่มเครื่องระบายอากาศขึ้นถึง 45 % จะมีน้อยมากพบว่าน้อยกว่า 1 องศาฟาเรนไฮต์ต่อการเพิ่มเครื่องระบายอากาศขึ้นถึง 45 % ในเขตชุ่มชื้นซึ่งมีปริมาณรังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนสูง อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงถึง 60 ครั้งต่อชั่วโมง เพื่อให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนเท่ากับ 10 องศาฟาเรนไฮต์ (ประมาณ 6 องศาเซลเซียส) (Walder and Cotter, 1968)

จะเห็นว่าอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจะถี่ขึ้นเมื่อความเร็วลมหรือขนาดของช่องเปิดของเครื่องระบายอากาศเพิ่ม ถึงแม้ว่าเครื่องระบายอากาศทางหลังคาและด้านข้างจะเปิดกว้าง อุณหภูมิภายในโรงเรือนยังสูงกว่าภายนอกโรงเรือนถึง 15-20 องศาฟาเรนไฮต์ (ประมาณ 8-11 องศาเซลเซียส) การระบายอากาศโดยการควบคุมเท่านั้นที่จะเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงผลของความเร็วลมและทิศทางที่ติดตั้งเครื่องระบายอากาศ

ตำแหน่งเครื่องระบายอากาศ		ความเร็วลม	อัตราการแลกเปลี่ยน
หลังคา	ด้านข้าง	(mph)	อากาศต่อชั่วโมง
ปิด	ปิด	13.4	2.9
ด้านอับลมเปิด	ปิด	13.3	9.1
1/4 ของความกว้าง ทั้งหมด			
ทั้ง 2 ด้านเปิดหมด	ปิด	2.7	14
ทั้ง 2 ด้านเปิดหมด	เปิด	1.4	41
ทั้ง 2 ด้านเปิดหมด	เปิด	1.9	45
ด้านใต้เปิดที่อุณหภูมิ 64°	ปิด	6.2	8.6
ด้านเหนือเปิดที่	ปิด	5.3	8.6
อุณหภูมิ 80°	(วันที่อุณหภูมิอบอุ่น)		
เปิดทั้ง 2 ด้าน	ปิด	6.0	20
เปิดทั้ง 2 ด้าน	ปิด	6.5	34

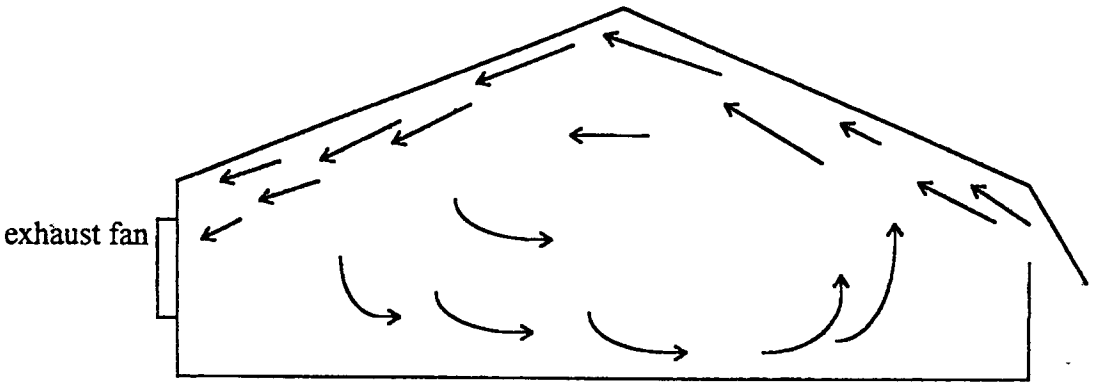
ตารางที่ 1 แสดงผลของความเร็วลมและทิศทางที่ติดตั้งเครื่องระบายอากาศที่มีต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ

2. การระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ

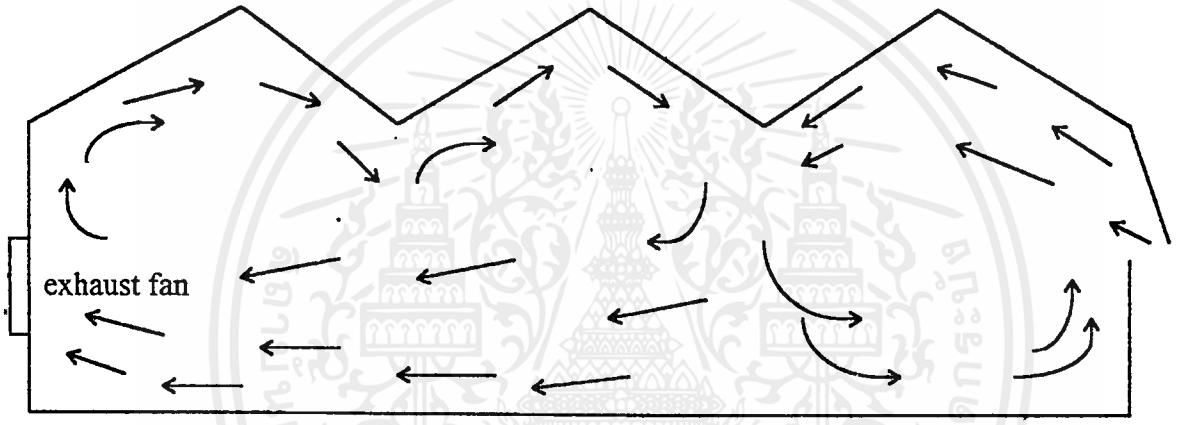
การระบายอากาศด้วยวิธีนี้ อากาศที่ถูกควบคุมด้วยพัดลมดูดอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามความเหมาะสมของพืชได้ ดังนั้น จึงสามารถกำหนดการเพาะปลูกเองได้ตามความเหมาะสม โดยพัดลมจะมีสปีดต่าง ๆ (ปัจจุบันมี 2 สปีด)ในโครงงานนี้ใช้พัดลมแบบ Propeller Fan

ในโรงเรือนแบบ Even-span หรือ Detached ที่มีช่องทางเข้า (Inlet) ที่เครื่องระบายอากาศด้านข้าง การเคลื่อนที่ของอากาศส่วนใหญ่จะเริ่มจากผิวด้านในของหลังคาไปสู่พัดลม ดังรูปที่ 2.5 (a) ในโรงเรือนแบบ Ridge and furrow (เรือนพ่วง) หรือโรงเรือนที่มีช่องกว้างหลายช่อง (Multispan) อากาศจะเคลื่อนที่ลงสู่พื้นก่อนแล้วจึงเคลื่อนขึ้นสู่พัดลมแล้วค่อยเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน ดังรูปที่ 2.5 (b) ส่วนรูปที่ 2.5 (c) แสดงโรงเรือนแบบ Even-span หลังเดียว ซึ่งมีหลังคา 2 ชั้น (Mansard roof) และมีทางเข้าที่สันหลังคา

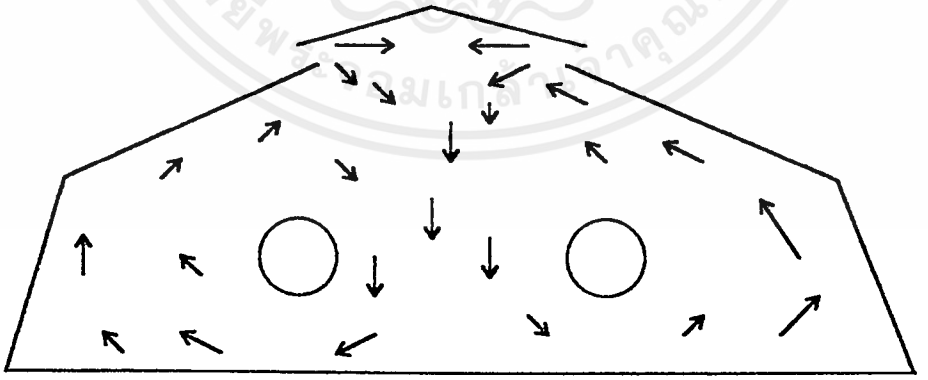
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 2.5 แสดงอิทธิพลของรูปร่างของหลังคาและตำแหน่งของช่องระบายอากาศภายใน

(a) โรงเรือนหลังเดี่ยว หลังคาช่วงเดียว

(b) เรือนห่วง

(c) โรงเรือนหลังเดี่ยวแบบหลังคา 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การระบายอากาศผ่านท่อเจาะรู

ปัญหาการนำอากาศเย็นจากภายนอกโรงเรือนมาผสมกับอากาศอุ่นภายในโรงเรือนก่อนที่ไอเย็นจะปะทะกับต้นพืช แก้ไขโดยนำอากาศเย็นที่ผ่านเข้ามาผ่านบานเกล็ดกระจก หรืออาจจะมีพัดลมดูดอากาศซึ่งติดท่อโพลีเอทธีลีนเจาะรูด้วย ในกรณีเดียวกันพัดลมดูดอากาศดังกล่าวสามารถใช้ได้ทั้งการระบายอากาศในฤดูหนาวและในระบบการให้ความเย็นโดยใช้ไอเย็นในฤดูร้อน

เมื่ออากาศที่ผ่านบานเกล็ดกระจกเข้ามาในระหว่างช่องเปิดเพียงเล็กน้อยจะรวมตัวกับอากาศภายในโรงเรือนอย่างรวดเร็ว ระหว่างช่วงฤดูหนาว ปริมาตรของอากาศที่ผ่านบานเกล็ดกระจกเข้ามาจะเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน อย่างไรก็ตามในบางช่วงของปีที่มีอุณหภูมิสูง อาจเป็นไปได้ที่อากาศดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนเย็นลงได้เช่นกัน

สำหรับเรือนพลาสติกจำเป็นต้องมีทางเข้าของอากาศมาก ดังนั้นไม่จำเป็นต้องมีช่องสำหรับกรองอากาศมากก็ได้ ระบบระบายอากาศดังกล่าวทำได้โดยใช้พัดลมดูดอากาศเชื่อมต่อกับท่อโพลีเอทธีลีนเจาะรูแขวนด้วยลวดขึงไว้ใต้สันหลังคาและวางยาวไปจนถึงอีกด้านหนึ่งของโรงเรือน (Koon, 1962 ; Human, 1963) ระบบดังกล่าวนี้ติดกับช่องรับอากาศจากภายนอกที่ผนังด้านหนึ่งของโรงเรือนและวางไปจนสุดอีกด้านหนึ่งของโรงเรือน รูที่เจาะบนท่อต้องมีระยะห่างเท่า ๆ กัน

4. การลดอุณหภูมิโดยบังเงาที่หลังคา (Roof Shading)

สามารถใช้วัสดุทึบแสงปิดทับหรือใช้ไม้หรือแผ่นอลูมิเนียมแทนกระจก (ในบางส่วน) ได้เพื่อลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้ามาในโรงเรือนทำให้อุณหภูมิลดลงได้

ในกรณีที่ต้องการลดอุณหภูมิชั่วคราวซึ่งอาจใช้สารละลายโคลนก็ได้ แต่มีข้อเสียก็คือจะหลุดง่ายเมื่อถูกฝน ในบางกรณีปูนขาวก็อาจใช้ได้ แต่มีข้อเสียตรงที่ว่าถ้าใช้กับโครงอลูมิเนียม ปูนขาวจะกัดทำลายน้ำยาเชื่อมแนว ซึ่งมีส่วนประกอบของซีเมนต์ของน้ำมันลินซีด ทำให้เกิดการผุกร่อนได้

ดังนั้นในปัจจุบันได้มีการคิดค้นส่วนผสมที่ใช้สำหรับทาแผ่นกระจกโดยตรงปัจจุบันมีด้วยกัน 2 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังใช้สีลาเท็กซ์สีขาวผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 8 ก็ได้เช่นกันวัสดุที่ครอบคลุม โรงเรือนจะใช้ได้ผลดีก็ต่อเมื่อพ่นให้เป็นฝอยเคลือบวัสดุคลุมนั้นซึ่งจะร้อนเมื่อถูกแสงแดด การใช้สติกเกอร์ปิดทับวัสดุเคลือบอีกทีหนึ่งไม่ได้มีส่วนช่วยในการเพิ่มความทนทานของวัสดุเคลือบเลย

จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้สีขาวเคลือบแผ่นวัสดุจะสามารถสะท้อนแสงอาทิตย์กลับได้มากที่สุด คิดเป็น 83 % ของปริมาณแสงที่ตกกระทบทั้งหมด สีเขียวสะท้อนแสงกลับได้ 43 % และ สีน้ำเงินหรือม่วงสะท้อนกับได้ 25 % (Goldsberry and Wolnick, 1966)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

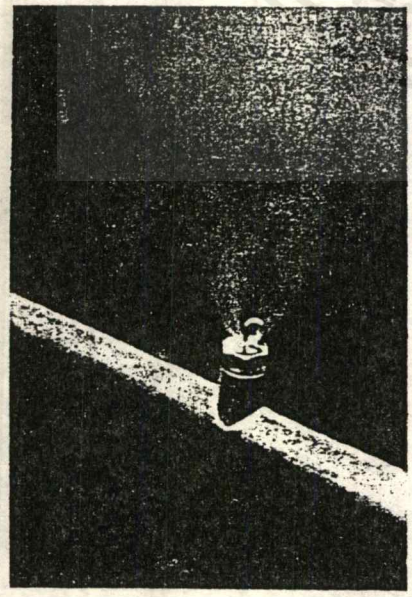
ตารางที่ 2 แสดงสูตรสำหรับแผ่นเคลือบเรือนกระจกเพื่อปริมาณแสงที่ส่องผ่าน (Davidson, 1964)

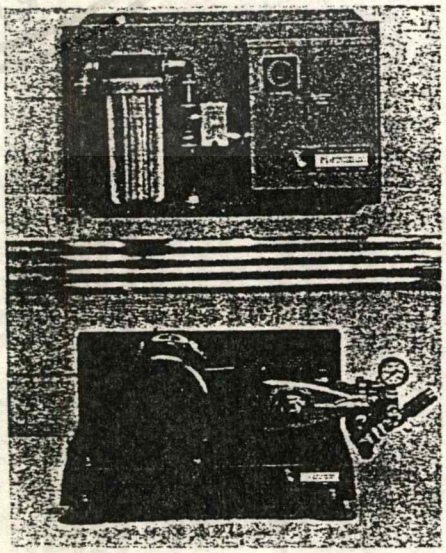
สูตร 1	- ตะกั่วขาวหรือสีฟอกตะกั่ว, สังกะสี, ไททาเนียม	0.45	กก.
	- ดินสอพองหรือชอล์ค	0.45	กก.
	- น้ำมันลินซีด	2	ช้อนชา
	- น้ำมันเบนซินหรือสีแนปทา (Naptha)	1	แกลลอน
สูตร 2	- ตะกั่วขาว	1.125	กก.
	- น้ำมันลินซีด	2	ช้อนชา
	- น้ำมันเบนซีนหรือสี Naptha	1	แกลลอน

(สูตรนี้จะมีอายุใช้งานนานและใช้สำหรับกล้วยไม้หรือต้นไม้ดูใบซึ่งจำเป็นต้องพ่นเคลือบอย่างถาวร)

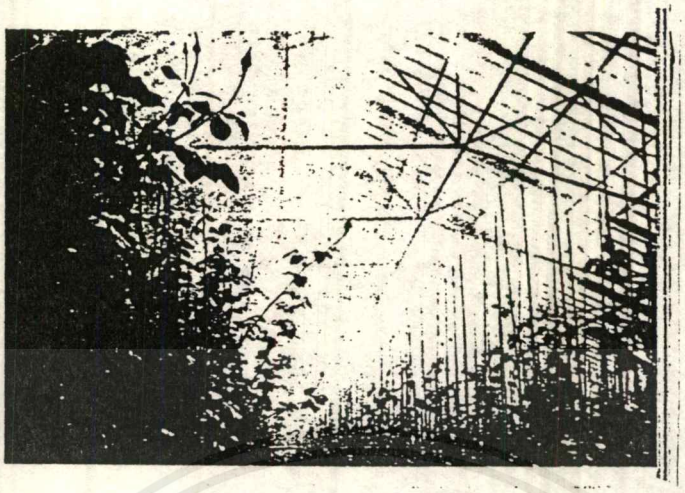
5. การลดอุณหภูมิด้วยหัวพ่นหมอก

พัดลมและแถบความชื้นเป็นหลักการพื้นฐานของการระเหย ของน้ำและดูดความร้อนจากอากาศนี่เป็นหลักการเดียวกัน ข้างต้นแต่ได้พัฒนาเป็น high-pressure fog cooling, รูป 2.7 ได้แสดงการใช้ระบบนี้ ซึ่งเป็น nozzles ขนาดเล็กที่ความดัน 500psi ถึง 600 psi nozzles จะพ่นน้ำออกไปอย่างสม่ำเสมอที่ความสูง 10 ฟุต เหนือพืช





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 แสดงการนำระบบ Fog cooling มาใช้ใน Green house

สิ่งที่ระบบนี้ต้องการคือ

1) น้ำที่สะอาดปราศจากโคลน,ทราย,หรือวัสดุอื่น ๆ
2) pump ที่จ่ายความดันได้ 500 psi ถึง 600 psi
3) ระบบควบคุมความชื้น โดยใช้ตัวเซ็คความชื้นทำให้ pump ทำงาน
4) nozzles ที่สามารถรับความดันสูงได้ และมีอัตราจ่ายน้ำ 0.6 gallon/minute

น้ำที่มี calcium และmagnesium carbonates จะมาอุดตันที่ nozzles อุปกรณ์กรองน้ำจะใช้กรองน้ำก่อนที่จะเข้าไปในระบบ

ในการควบคุมระบบจะ set เป็นรอบให้ แต่ทุกๆ 30 วินาที เปิด และ 30 วินาที ปิด ความชื้นของอากาศจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ถ้าเป็นไปได้ในขณะพ่นหมอกช่องระบายอากาศด้านบนและด้านข้างควรเปิดออกทั้งคู่ และถ้ามีพัดลมสำหรับหมุนเวียนอากาศก็ให้เปิดด้วยจะดีที่สุด

ในเวลาสภาพอากาศร้อน พืชที่ปลูกโดยใช้ระบบ high-pressure fog cooling จะไวต่อความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำและความชื้นสูง มันจะง่ายต่อการเสียหายถ้าไม่มีน้ำในวันที่ร้อนจัด

ระบบ high-pressure fog จะใช้กับ กุหลาบและกล้วยไม้ แต่จะไม่ใช้อย่างกว้างขวางกับพืชชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสงสว่าง

แสงสว่างมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชนับตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอก, การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ,การสร้างฮอร์โมนในพืช ,การสร้างเม็ดสี ตลอดจนการออกดอกออกผลและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มาของแสงสว่างอาจจำแนกออกเป็น 2 ทางคือ

- แสงจากดวงอาทิตย์ (sunlight)
- แสงที่มนุษย์สร้างขึ้น (artifical light)

แสงสว่างที่ได้จากดวงอาทิตย์ และแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้นย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องความเข้มของแสง (intensity) ช่วงแสง (duration) และคุณภาพ (quality) ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ย่อมจะมีอิทธิพลหรือมีบทบาทต่อต้นพืชแตกต่างกันออกไปดังจะได้อธิบายต่อไป

หลอดไฟธรรมดา (incandescent) ให้ทั้งแสงสว่างและความร้อน ซึ่งความร้อนที่มากเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อต้นพืชได้ ฉะนั้นจึงควรติดตั้งดวงไฟให้สูงจากต้นพืชพอสมควร อีกประการหนึ่งแสงที่ได้จากหลอดไฟประเภทนี้ประกอบด้วยแสงสี Red และ far Red มากกว่าแสงจากหลอดเรืองแสงซึ่งอาจจะเป็นผลทำให้พืชบางชนิดมีลักษณะเก้งก้างผิดปกติไปบ้าง

หลอดเรืองแสง (fluorescent) ดูเหมือนจะใช้แทนแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้ดีกว่าหลอดไฟธรรมดา ผู้ปลูกไม้ดอกมักจะนิยมใช้หลอดเรืองแสงในการปลูกไม้ดอกภายในบ้านเรือนบางชนิด เช่น กล็อกซิเนีย อัฟริกันไวดอเล็ด อีปีเซีย ตลอดจนไม้ใบบางชนิดทั้งนี้เพราะทั้งไม้ดอกและไม้ใบที่กล่าวมานี้ต้องการความเข้มของแสงไม่มากนัก พืชบางชนิดต้องการแสงที่มีความเข้มเพียง300 ถึง 600 ฟุตแคนเดิล ซึ่งถ้าจะใช้หลอดเรืองแสงธรรมดาที่เป็นหลอด day-light หรือ standard cool white 20 watt เพียง 1 คู่ ติดตั้งสูงจากต้นพืช 12 นิ้ว จะได้ความเข้มของแสงประมาณ 300 ฟุตแคนเดิล ถ้ามีการแสดงหรือการตกแต่งประดับไม้ไปภายในบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่ๆได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอ อาจจะใช้แสงจากหลอดไฟธรรมดา เช่น spot light ฉายไปเหนือบริเวณกลุ่มของต้นไม้เหล่านั้น แสงสว่างที่ได้รับจะมีความเข้มประมาณ 50 ฟุตแคนเดิล ซึ่งเพียงพอสำหรับการมีชีวิตอยู่อย่างชั่วคราวของต้นไม้เหล่านั้น

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้น หมายถึง อากาศที่ไอน้ำรวมตัวกันเป็นจำนวนมาก การมีอากาศชื้นเป็นความจำเป็นอย่างหนึ่งในการป้องกันการคายน้ำจากใบมากเกินไป อากาศแห้งอุณหภูมิและลมพัดจัด จะเพิ่มการคายน้ำ อากาศร้อนจะมีความแห้งมากกว่าอากาศเย็นฉะนั้นเมื่ออากาศแห้งลอยตัวออกทางช่องระบายอากาศจะทำให้เกิดการคายน้ำมากขึ้น จึงต้องเพิ่มความชื้นมากขึ้น การเพิ่มความชื้นอาจทำได้ดังนี้คือ

1. การรดน้ำ คือ การให้น้ำโดยการรดราดตามทางดิน ชั้นวางกระถางและหลังคาโรงเรือน ซึ่งจะทำให้เกิดการระเหยของน้ำ ช่วยเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้มากขึ้น

2. การพ่นน้ำ คือ การให้น้ำเป็นฝอยโดยตรงกับใบพืชจะทำให้เกิดการระเหยของน้ำขึ้นทันทีที่รอบๆ ต้นพืช ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิที่ใบพืชเย็นลงอย่างรวดเร็วโดยการใช้ความดัน 500-600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038491

ผ่านไปยังหัวฉีดที่ติดตามท่อภายในโรงเรือนซึ่งหัวฉีดแต่ละหัวอยู่ห่างกัน 5 ฟุต ในท่อเดียวกัน และท่อแต่ละท่ออยู่ห่างกันตามขนาด คือ 2 ท่อ สำหรับโรงเรือนขนาดกว้าง 25-45 ฟุต 3 ท่อ สำหรับโรงเรือนขนาดกว้าง 45-60 ฟุต หรือ 4 ท่อ สำหรับโรงเรือนขนาดกว้าง 60 ฟุต น้ำที่ออกจากหัวฉีดจะเป็นฝอยทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการดูดหรือรับความร้อนภายในโรงเรือนที่สูงเกินไป ระบายออกสู่รอบนอกโรงเรือน เพื่อให้อุณหภูมิภายในเหมาะสมและไม่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช (สัมฤทธิ์, 2527; Laurie, 1969)

3. การปิดช่องระบายอากาศ จะทำให้เพิ่มความชื้นแต่ไม่นิยมใช้ยกเว้นเพื่อการขยายพันธุ์ ในบางครั้งเราอาจจำเป็นต้องลดความชื้นเหมือนกัน มีหลักการดังต่อไปนี้คือ

3.1 การให้น้ำในฤดูหนาวจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อให้มีน้ำเหลืออยู่มากบนใบพืชและในดิน ซึ่งเป็นการเพิ่มความชื้นมากเกินไป

3.2 การรดน้ำต้องให้น้อยเมื่ออุณหภูมิต่ำ และจะทำให้เกิดการเพิ่มความชื้นมากเกินไป ในเวลากลางคืนซึ่งปกติจะต้องปิดช่องระบายอากาศเพื่อป้องกันอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป

3.3 การปิดช่องระบายอากาศจะช่วยลดความชื้นลงได้ในสภาพอากาศหนาวการเปิดช่องลมในตอนเช้า จะช่วยลดความชื้นลงได้มาก โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการควบคุมความร้อน การดำรงชีพของพืช มีความสัมพันธ์กับความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ตลอดเวลา

หากแม้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดไม่สมดุลย์สอดคล้องกันเมื่อไรแล้วย่อมส่งผลกระทบมาถึงการเจริญเติบโตของพืชแน่นอน ความต้องการความชื้นของพืชส่วนมากเฉลี่ยประมาณ 50-70 % ของความสัมพัทธ์ การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ทำได้โดยวิธีดังกล่าวข้างต้น ตั้งแต่วิธีธรรมดาที่สุดคือ การใช้แรงคนกระทำจนถึงการควบคุมด้วยระบบเครื่องมืออัตโนมัติที่สามารถควบคุมการทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อนการเปิดช่องลมตลอดเวลากลางคืนจะเป็นผลดี

ความชื้นที่สูงมีประโยชน์ 2 ประการต่อการเจริญของพืช คือ

1. พืชหลายชนิดสามารถที่จะดูดซับโดยตรงจากอากาศไม่มีอิ่มตัวของความชื้น
2. อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตามความชื้นและความเข้มของแสง

การติดตั้งระบบให้น้ำ

การติดตั้งระบบฉีดน้ำ จะต้องการแหล่งน้ำซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เชื่อถือได้สูง
2. มีคุณภาพเหมาะสม
3. ปริมาณการไหลเพียงพอ
4. มีความดันที่เพียงพอ

นอกจากรูปร่างของหัวพ่นแล้ว โครงสร้างของแหล่งจ่ายของท่อฉีดก็ควรประกอบด้วยท่อน้ำจ่าย ซึ่งวางยาวตลอดแถวของพืชและหัวฉีดที่ระยะช่วงซึ่งผู้ผลิตได้แนะนำไว้

วิธีการให้น้ำแก่พืชนั้น ปกติสามารถทำกันได้หลายวิธี นับตั้งแต่การปล่อยให้น้ำไหลท่วมเป็นผืนยาว (Border) หรือแบบอ่าง (Basin) การให้น้ำแบบร่อง (Furrow) และระบบฉีดฝอย (Sprinkler) จนกระทั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงระบบการให้น้ำแบบหยด สำหรับการให้น้ำในแต่ละวิธีนั้น ต่างก็มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพของการปลูกพืชแต่ละท้องที่ แหล่งน้ำ ปัญหาทางเศรษฐกิจและวิชาการ แต่อย่างไรก็ตาม การให้น้ำแบบหยด สามารถนำเอาไปใช้ได้กับการปลูกพืชเกือบทุกชนิดนับตั้งแต่พืชผัก พืชสวนผลไม้ขนาดใหญ่ พืชไร่ เช่นอ้อย ข้าวโพด หน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ได้ดีกับเนื้อดินแทบทุกประเภท ตั้งแต่เนื้อดินหยาบเป็นพวกทราย จนกระทั่งเนื้อละเอียดเป็นพวกดินเหนียว และใช้ได้ในพื้นที่ทุกลักษณะ ตั้งแต่ที่ราบเรียบจนถึงพื้นที่บนไหล่เขาที่ชัน เช่นทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะที่มีการปลูกพืชเมืองหนาว ที่ปลูกตามเนินเขา ไหล่เขาหรือพื้นที่ลาดชันมาก ๆ ปกติไม่อาจจะให้น้ำโดยวิธีอื่นได้ นอกจากการให้น้ำแบบหยด แต่อย่างไรก็ดี การจะเลือกใช้ก็ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน ดูว่าคุ้มค่าลงทุนหรือไม่ การจะพิจารณาได้นั้น จะต้องทราบรายละเอียดอีกมากมาย ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

<u>ความหมายของการชลประทานแบบหยด</u>

การชลประทานแบบหยด อาจจะมีผู้ให้คำอธิบายได้หลายอย่าง แต่ก็มีพื้นฐานของความหมายอันเดียวกันคือ เป็นการให้น้ำแก่พืชด้วยปริมาณน้อย ๆ อย่างช้า ๆ แต่ให้น้ำบ่อย ๆ ครั้ง ตามความเหมาะสมของพืชและดิน และให้น้ำเฉพาะบริเวณเขตรากพืชเท่านั้น

<u>จุดมุ่งหมายสำคัญของการให้น้ำแบบนี้คือ</u>

⊗ จะรักษาระดับความชื้นของดินบริเวณเขตรากพืชให้อยู่ในระดับที่พืชสามารถดูดความชื้นไปใช้

⊗ เพื่อสร้างความเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์พอเหมาะกับความต้องการตลอดเวลา

การจะรักษาระดับความชื้นให้พอเหมาะนั้น ระบบนี้จึงต้องมีการควบคุมเวลา และอัตราการให้น้ำในแต่ละจุด เพื่อที่จะไม่ทำให้ดินอิ่มน้ำหรือแห้งเกินไป อุปกรณ์สำคัญในการควบคุมและจ่ายน้ำให้แก่ต้นพืชแต่ละต้นก็คือ " หัวปล่อยน้ำ " ซึ่งจะติดอยู่บนท่อแขนงที่วางไปตามแถวต้นพืช และท่อแขนงก็จะไปต่อกับท่อนำน้ำมายังพื้นที่ คือ ท่อแยกประธาน และท่อประธานเป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกมากมาย แสดงใน รูปที่ 2.7 รูปแบบระบบการชลประทานแบบหยดอย่างง่ายที่ใช้ในบริเวณบ้าน นอกจากนี้ยังมีความหมายสำหรับใช้อธิบาย วิธีการให้น้ำแก่พืช โดยมีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

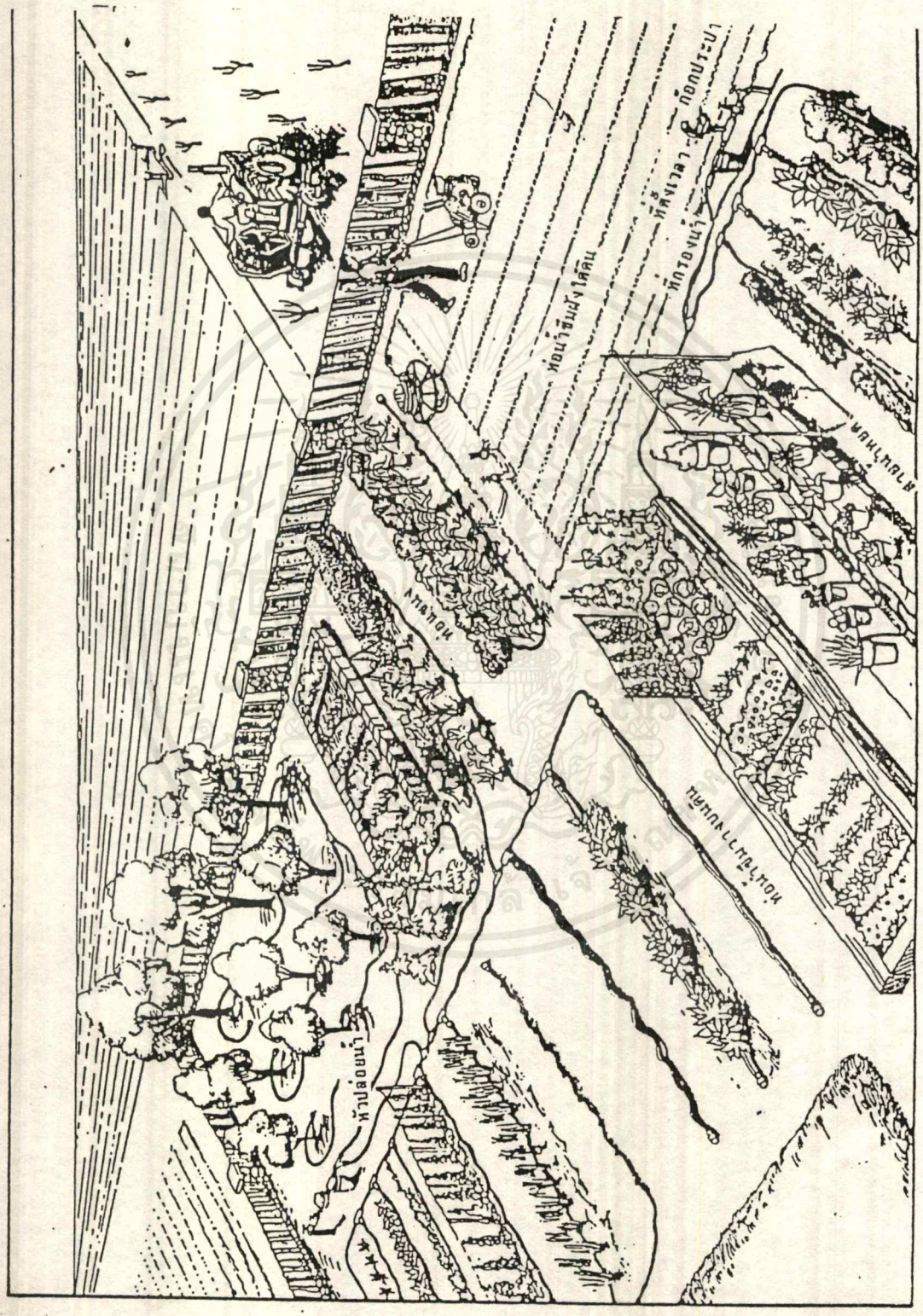
1. เป็นวิธีการให้น้ำด้วยอัตราที่น้อย (น้อยกว่า 15 ลิตร/ ชม. ต่อหัว)
2. เป็นวิธีการให้น้ำแต่ละครั้งใช้เวลานาน (นานมากกว่า 4 ชม. ติดต่อกัน)
3. เป็นวิธีการให้น้ำช่วงบ่อยครั้ง (ไม่เกิน 3 วันครั้ง)
4. เป็นวิธีการให้น้ำโดยตรงในบริเวณเขตรากพืช
5. เป็นวิธีการให้น้ำ ด้วยระบบท่อที่ใช้ความดันต่ำ (ความดันที่หัวปล่อยน้ำไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อ ตร.นิ้ว)

ปัจจุบันการให้น้ำแก่พืชวิธีนี้กำลังเป็นที่นิยมกันมากในหลาย ๆ ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ อิสราเอล นิวซีแลนด์ อิตาลี ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย เยอรมัน และฝรั่งเศส เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยกำลังมีผู้สนใจ พัฒนาการใช้กันมากขึ้นเรื่อย ๆ ถึงแม้ค่าลงทุนจะยังนับว่าแพง แต่ในอนาคตอันใกล้วิธีการให้น้ำแบบนี้น่าจะมีความจำเป็นและคุ้มค่าในการลงทุน ถ้าเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเพียงพอ และนำไปใช้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง เช่น ผลไม้ และพืชเมืองหนาว เป็นต้น โดยเฉพาะน่าจะนำไปใช้ในภาคอีสาน เพื่อจะช่วยให้อีสานมีความเขียวเร็วขึ้น เพราะวิธีนี้เหมาะกับดินที่ไม่ค่อยอุ้มน้ำ มีปัญหาดินเค็ม และแหล่งน้ำมีจำนวนจำกัดเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.7 องค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยดอย่างง่ายที่ใช้ในบริเวณบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการชลประทานแบบหยด

(1.) เพิ่มผลผลิต เนื่องจากการให้น้ำแบบหยด จะรักษาระดับความชื้นในดินอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะตลอดเวลา จะทำให้พืชงอกงามและได้ผลผลิตดีที่สุด ซึ่งผลผลิตจะสูงกว่าการให้น้ำแบบอื่น ๆ ประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะในดินทราย ดินที่มีความเค็ม หรือคุณภาพของน้ำไม่ดี การให้น้ำแบบหยดจะให้ผลผลิตมากกว่าถึงสองเท่า

(2.) ประหยัดน้ำได้มาก เนื่องจากการให้น้ำแบบหยดเป็นการให้น้ำแก่รากพืชโดยตรงฉนั้นจึงถูกจำกัดให้ซึมลงไปเฉพาะในบริเวณรากพืชเท่านั้น พื้นดินระหว่างต้นพืช หรือระหว่างแถวจะไม่เปียกน้ำจึงไม่มีการระเหยจากผิวดิน และน้ำก็จะไม่สูญเสียไป เพราะวัชพืชเอาไปใช้

(3.) ใช้แรงงานน้อย ในการดำเนินงาน เนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบการให้น้ำแบบหยดได้ติดตั้งไว้เป็นการค่อนข้างถาวร พร้อมที่จะให้น้ำได้ทุกเมื่อ ซึ่งจะเป็นผลให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ

(4.) ไม่เป็นอุปสรรคกีดขวางการดำเนินงาน ด้านอื่นภายในพื้นที่เพาะปลูก เช่น การตัด แต่งกิ่ง การพ่นยาปราบศัตรูพืช ตลอดจนการเก็บผลผลิต การทำงานเหล่านี้สามารถกระทำได้ในขณะทำ การให้น้ำ โดยเฉพาะสวนองุ่นและสวนไม้ผลเป็นต้น

(5.) ควบคุมปริมาณการให้น้ำได้ดี เพราะเป็นการให้น้ำครั้งละน้อย ๆ ซึ่งสามารถควบคุมเวลาการให้น้ำและปริมาณน้ำได้ใกล้เคียงกับความต้องการได้มากกว่าวิธีการให้น้ำแบบอื่น ๆ

(6.) ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชบางชนิดสามารถให้แก่พืชได้ โดยการละลายไปพร้อมกับน้ำที่ให้ทำให้การให้ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

(7.) ควบคุมป้องกันโรคพืช และแมลงต่าง ๆ ที่จะทำอันตรายแก่พืชได้ เพราะการให้น้ำแบบหยดไม่ทำให้ใบของพืชเปียก ความชื้นบริเวณใบจึงต่ำ โรคพืชย่อมเกิดได้ยาก นอกจากนั้นการพ่นยาปราบศัตรูพืชต่าง ๆ ก็มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากยาซึ่งติดตามใบ กิ่ง ก้าน และลำต้นของพืช จะไม่ถูกชะล้างไป

(8.) ควบคุมวัชพืช เนื่องจากการให้น้ำเป็นจุดเฉพาะบริเวณโคนต้น ทำให้พื้นที่เปียกน้ำเป็นเพียงส่วนน้อยของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่บริเวณอื่นจึงไม่มีน้ำ ทำให้การเจริญเติบโตของวัชพืชย่อมเป็นไปได้ยาก

(9.) ทำให้พืชงอก และเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ เพราะ พืช ที่ปลูกได้รับน้ำสม่ำเสมอและทั่วถึงกัน โดยเฉพาะในขณะที่กำลังงอก และยังเล็กอยู่ ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดตายมีมาก และอัตราการเจริญเติบโตสูง

(10.) สามารถใช้ได้ดีกับดินที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากวิธีการให้น้ำแบบหยด เป็นการให้น้ำและธาตุอาหารพืช แก่รากพืชโดยตรง ครั้งละน้อย ๆ อย่างสม่ำเสมอ ฉนั้นแม้ในดินทรายก็สามารถปลูกพืชได้โดยการให้น้ำแบบหยดนี้

(11.) ลดปัญหาเรื่องการระบายน้ำ เพราะให้น้ำไม่มากเกินความต้องการของพืช จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาการระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(12.) ลดอันตรายที่พืชจะได้รับจากความเค็ม เนื่องจากการให้น้ำแบบหยดสามารถเพิ่มน้ำให้มากขึ้น เพื่อไล่เกลือออกไปเฉพาะบริเวณเขตรากพืช และความเข้มข้นของเกลือลดลง เนื่องจากน้ำซึมลงในดินเกือบตลอดเวลาและใบพืชไม่ไหม้ เนื่องจากไม่มีเกลือเกาะติดอยู่ตามใบพืช เหมือนเมื่อให้น้ำแบบฉีดฝอย

(13.) ไม่ทำให้หน้าดินแน่นเป็นแผ่น เพราะเป็นการให้น้ำอย่างช้า ๆ ปริมาณน้อย ๆ ดินไม่เกิดการอิ่มตัว

(14.) สามารถติดตั้งเครื่องควบคุมน้ำชนิดอัตโนมัติ ให้ทำงานตามกำหนดเวลา แบบรอบเวรได้เองทั้งระบบ

(15.) ไม่มีปัญหาเรื่องลม การให้น้ำแบบอื่น ๆ เมื่อมีลมแรง ๆ จะทำให้การกระจายของน้ำไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะการให้น้ำแบบฉีดฝอยขนาดใหญ่

ข้อเสียและปัญหาของการชลประทานแบบหยด

ถึงแม้การให้น้ำแบบหยดจะมีข้อดีมากมายหลายอย่าง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อเสียและปัญหาบางประการที่จะต้องนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ในการเลือกใช้ระบบนี้เทียบกับระบบอื่น ๆ พอสรุปได้ดังนี้

(1.) การอุดตันที่หัวปล่อยน้ำ นับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ทำให้ระบบการให้น้ำแบบหยดต้องล้มเหลว ถึงแม้ว่าการกรองน้ำจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการลดปัญหาการอุดตัน แต่บางกรณีใช้วิธีการกรองอย่างเดียวไม่เพียงพอ จะต้องมีการใช้น้ำยาเคมีเข้าช่วย เนื่องจากการอุดตันอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ตะกอน ทราย โคลนตม พอกรองได้ แต่สำหรับการตกตะกอนของสารเคมีที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำเช่น แคลเซี่ยมและเมื่อสนิมเหล็ก หรือเกิดจากการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในท่อ หรือที่หัวปล่อยน้ำ เช่น ตะไคร่ แบคทีเรีย กำมะถัน หรือเหล็ก ต้องใช้น้ำยาเคมีเข้าช่วย เป็นต้น

(2.) ต้องมีการบำรุงรักษาสูง มีการตรวจสอบระบบการทำงานต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

(3.) ไม่สามารถฉีดน้ำล้างใบ หรือเพิ่มความชื้นในบรรยากาศบริเวณใบได้ดีเหมือนการให้น้ำแบบฉีดฝอย เมื่อต้องการล้างใบ

(4.) อาจจำกัดความเจริญเติบโตของรากพืช ในกรณีที่ใช้ระบบการให้น้ำแบบหยดเป็นหลัก และอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีฝนตกน้อย รากพืชจะเจริญหนาแน่นเฉพาะบริเวณที่เปียกน้ำเท่านั้น ถ้าบริเวณที่เปียกน้ำเล็กเกินไป หรือเปียกเฉพาะแถบเดียว และการแผ่กระจายของรากไม่เพียงพอ เวลาลมพัดแรง ๆ พืชอาจจะโยกคลอนได้ โดยเฉพาะพืชที่ปลูกในดินเหนียว น้ำซึมด้านลึกได้น้อย อาจทำให้ระบบรากพืชหยั่งลงไม่ลึกเช่นกัน ดังนั้นการออกแบบติดตั้งหัวปล่อยน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญมากเกี่ยวกับการกระจายความชื้น

(5.) ระบบท่อที่วางบนดินอาจจะได้รับความเสียหาย จากการทำงานของคนงานปราบวัชพืช หรือจากสัตว์ต่าง ๆ เช่น สุนัข หนู หรือกระรอก มากัดแทะท่อเป็นต้น และมดหรือแมลงอาจเข้าไปในรูของหัวปล่อยน้ำขณะที่หยุดส่งน้ำเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6.) บางทีอาจจะเกิดความเสียหายจากการสะสมของเกลือ บริเวณเขตราก ถ้าพื้นที่นั้นมีเกลืออยู่มาก และให้น้ำปริมาณไม่มากพอที่จะผลักดันให้บริเวณที่มีเกลือสะสมเข้มข้น ออกพ้นจากเขตราก ซึ่งความเข้มข้นของเกลือจะอยู่บริเวณขอบเปียกของน้ำที่ให้แบบหยดนั่นเอง

(7.) อย่างน้อยต้องมีระบบการกรองน้ำที่เชื่อถือได้ เพราะรูของหัวปล่อยน้ำมีขนาดเล็กมาก ง่ายต่อการอุดตัน หรือแม้ว่าน้ำจะดูว่าใสสะอาดก็จำเป็นต้องมีเครื่องกรองเสมอ

(8.) ระบบการเคยชินกับการได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ถ้าน้ำที่เคยให้ด้วยระบบนี้เกิดขัดข้อง พืชจะอยู่ในสภาพที่แย่กว่าต้นพืชที่ไม่ได้ใช้ระบบน้ำหยดทั้งนี้เพราะต้นพืชที่ให้น้ำด้วยวิธีอื่นจะมีระบบการที่แตกต่างกันและมีโครงสร้างของเชลล์ที่เหนียวแน่นกว่าฉะนั้นการให้น้ำแบบหยดแม้จะประหยัดน้ำกว่าวิธีอื่นก็ตาม แต่จำเป็นต้องออกแบบให้ไว้ใจได้จริง ๆ และดูแลให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

(9.) ค่าลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง เนื่องจากระบบนี้ต้องใช้ท่อแขนง ท่อแยกประธานและท่อประธาน เป็นจำนวนมาก และก็ต้องใช้หัวปล่อยน้ำเป็นจำนวนมากด้วย เฉพาะข้อหัวปล่อยน้ำชนิดที่พอเชื่อถือได้ คิดเป็นเงินประมาณ 25 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของเงินลงทุนทั้งระบบ และยังต้องมีเครื่องกรองน้ำและอุปกรณ์อื่น ๆ อีก ค่าลงทุนเฉลี่ยสำหรับพืชสวนตกไร่ละ 4,000 - 8,000 บาท และสำหรับพืชไร่หรือพืชผัก ตกไร่ละ 6,000 - 10,000 บาท ฉะนั้นระบบนี้จึงเหมาะที่จะใช้กับ พืชที่ให้ผลตอบแทนสูง น้ำที่ใช้จัดหามาด้วยราคาแพง พื้นที่ลาดชันหรือสูง ๆ ต่ำ ๆ เป็นคลื่น แรงงานหายากและมีราคาแพง ไม่เหมาะที่จะให้น้ำด้วยวิธีอื่น

(10.) ความรู้สึกของผู้ใช้เอง ถ้าเจ้าของพื้นที่หรือผู้ดูแล มีความรู้สึกไม่ชอบที่จะใช้ระบบนี้แต่แรกหรือคิดว่าคงไม่ได้ผล ก็ไม่ควรนำมาใช้ เพราะโอกาสเสียหายจะง่ายและเร็วกว่าของผู้ที่พยายามอยากจะใช้ระบบนี้ให้ได้ผลดีจริง ๆ โดยมีการดูแลเอาใจใส่อย่างทั่งถึง ปรับปรุงแก้ไขตลอดเวลา ไม่ใช่รอจนเสียหายมาก ๆ แล้วค่อยแก้ไข มักจะไม่ค่อยทันการ

องค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยด (Drip System Components)

ระบบชลประทานแบบหยด ส่วนใหญ่จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างน้อยดังต่อไปนี้ หัวปล่อยน้ำ (emitter) ท่อแขนง (lateral line) ท่อประธานย่อย (sub-main) ท่อประธาน (main line) ประตูน้ำ (valves) เครื่องวัดความดัน (pressure gauge)

ส่วนเครื่องปั๊มน้ำ ซึ่งบางครั้งก็อาจไม่จำเป็นต้องใช้ ถ้าแหล่งน้ำมีความดันพอเพียง เช่น ระบบที่ใช้น้ำประปา ที่มีความดันมากกว่า 10 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว หรือแหล่งน้ำจากที่สูงเกินกว่า 6 เมตร จากพื้นดินเป็นต้น และอุปกรณ์ที่นับว่าสำคัญมากของระบบซึ่งจะขาดมิได้ คือ เครื่องกรองน้ำ (filter) ดูรูปที่ 2.9 องค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยดอย่างง่าย ที่ใช้กันในบริเวณบ้าน ซึ่งต่อระบบจากแหล่งน้ำประปา โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องสูบน้ำ ระบบนี้ใช้ได้กับพืชเกือบทุกชนิด ตั้งแต่พืชสวนครัว ต้นไม้ประดับ ไม้ยืนต้น ตลอดจนกระทั่งสนามหญ้า และสำหรับในพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่

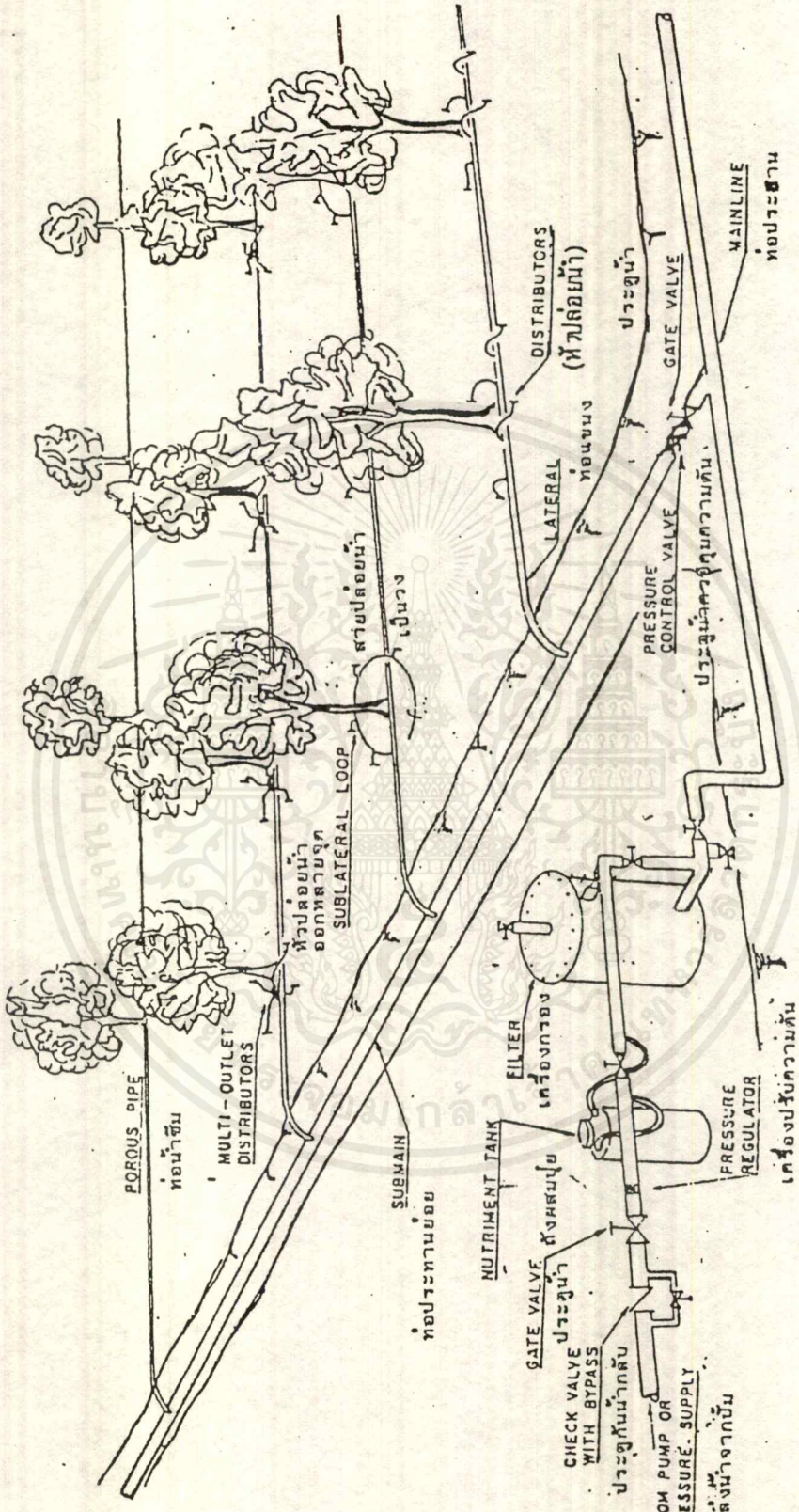
นอกจากมีอุปกรณ์ดังกล่าวแล้ว บางครั้งก็อาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษเพิ่มขึ้นอีกตามความเหมาะสม โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ถือว่าเป็นเครื่องควบคุมการจ่ายน้ำต้นทาง (control head) อันได้แก่ เครื่อง

เอกสารนี้ ... ไม่ใช่ ...

วัดปริมาณการไหลของน้ำ (water meter) เครื่องฉีดผสมปุ๋ยหรือสารเคมี (fertilizer tank or chemical injector) เครื่องควบคุมความดัน (pressure regulator) ประตูป้องกันน้ำไหลกลับ (non-return valve) ประตูระบายอากาศ (air - release valve) ทางฉีดล้างระบายน้ำออก (outlet for flushing) และนอกจากนี้ ยังสามารถติดตั้งเป็นระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติได้อีกด้วย โดยติดตั้งประตูน้ำไฟฟ้า (solenoid valves) และระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (computer control unit) เป็นต้น

ดังรูป 2.8 แสดงอุปกรณ์ต่างๆของระบบชลประทานแบบหยด ที่ใช้กับสวนผลไม้บนพื้นที่ขนาดใหญ่ และแสดงให้เห็นถึงลักษณะหัวปล่อยน้ำที่ติดตั้งแบบต่าง ๆ และสำหรับรูปที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ถือว่าเป็นเครื่องควบคุมการจ่ายน้ำต้นทาง

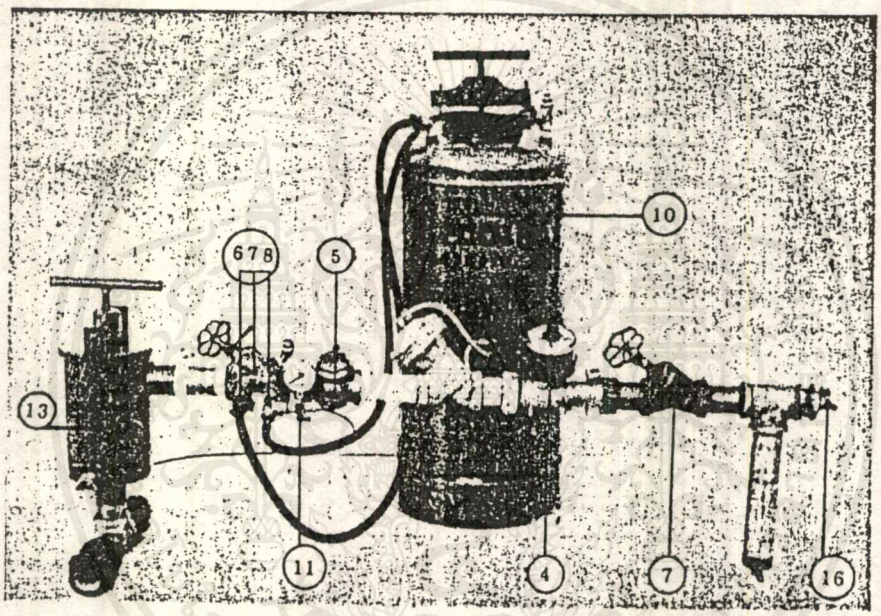
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

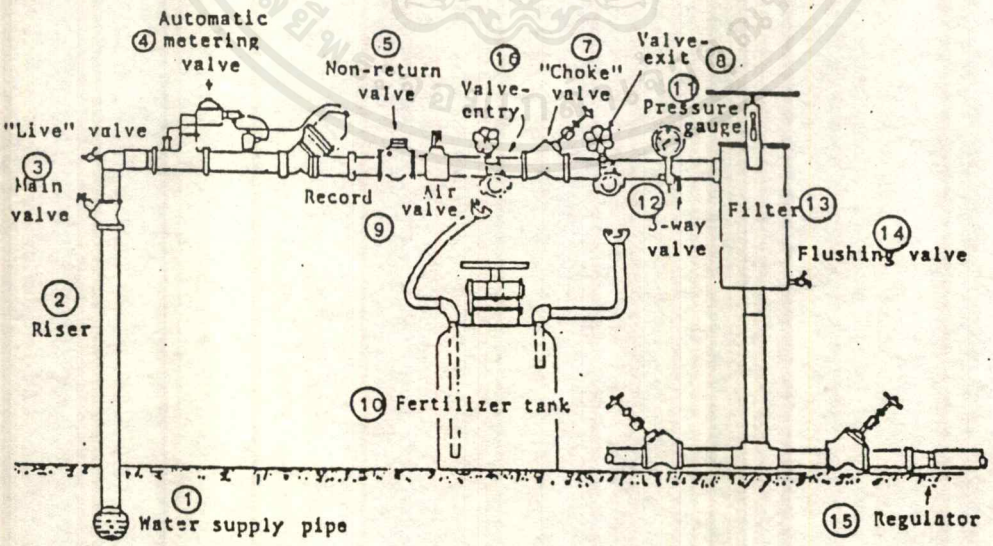


รูป 2.8 องค์ประกอบอุปกรณ์ต่างๆของระบบชลประทานแบบหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

① ท่อจากแหล่งจ่ายน้ำ
② ท่อตั้ง
③ วาวล์จ่ายน้ำของระบบ
④ วาวล์อัตโนมัติพร้อมมิเตอร์
⑤ วาวล์กันน้ำไหลกลับ
⑥ วาวล์น้ำเข้า
⑦ วาวล์ปรับความดัน
⑧ วาวล์น้ำออก
⑨ วาวล์ระบายอากาศ
⑩ ถังผสมปุ๋ย
⑪ เกจ์วัดความดัน
⑫ วาวล์สามทาง
⑬ เครื่องกรองตะแกรง
⑭ วาวล์เปิดล้าง
⑮ ตัวควบคุมความดัน
⑯ วาวล์ระบาย





รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำต้นทางของระบบชลประทานแบบหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลเลอร์ และคอมพิวเตอร์

ใน GREENHOUSE องค์ประกอบทางสภาพแวดล้อมจำนวนมากจะต้องทำการควบคุม ปัญหาที่สำคัญก็คือ การควบคุมในแต่ละส่วนมักเกิดการเหลื่อมล้ำกัน เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ ผู้ผลิตหลายรายจึงได้นำระบบคอนโทรลเลอร์เข้ามาใช้ ซึ่งมันสามารถที่จะแบ่งเฉพาะเจาะจง งานในแต่ละส่วนของระบบควบคุมได้

คอนโทรลเลอร์ส่วนมากจะประกอบไปด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์ , อุปกรณ์โซลิทเสตท โดยมีการรับสัญญาณข้อมูลของสภาพแวดล้อมและสร้างสัญญาณควบคุมระบบต่างๆ ซึ่งการทำงานเหล่านี้จะสอดคล้องกับชุดคำสั่งภายในที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่มีราคาต่ำ, เสถียรภาพดี, มีการทำงานที่แม่นยำ และ ทำงานได้เป็นอย่างดีในสภาพแวดล้อมของเรือนกระจก

คอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้ใน greenhouse โดยปกติ ถูกใช้สำหรับควบคุมระบบการให้น้ำและลดอุณหภูมิได้ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ มันจะจัดลำดับการทำงานของพัดลมระบายความร้อน, VENT, ปั๊มน้ำ,ฯลฯ

ระบบควบคุมการให้น้ำสามารถโปรแกรมการให้น้ำในแต่ละวัน มันถูกออกแบบให้ใช้กับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลท์ เพื่อทำการตัดต่อการจ่ายน้ำ ส่วนของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแก้ไขได้โดยง่ายเพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละระบบ

ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลพื้นฐานของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ร่วมด้วย อุปกรณ์อินพุต / เอาต์พุต , อุปกรณ์เสริมต่างๆ , อุปกรณ์อินเตอร์เฟส และ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่นๆ คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบในความสามารถแสดงข้อความ, การพิมพ์, การเก็บข้อมูล คำสั่งต่างๆที่ใช้ในการควบคุมสามารถแก้ไขได้โดยง่าย มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นบางครั้งในการเกษตร จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้ เองได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมสภาพแวดล้อมของ greenhouse เหตุผลหลักที่คอมพิวเตอร์พึ่งถูกนำไปใช้ในงานควบคุมสภาพแวดล้อมของ greenhouse ค่อนข้างช้า และน้อย ก็คือ ความขาดแคลนซอฟแวร์ทางด้านนี้ , ราคา และ จำนวนของเซ็นเซอร์ที่ต้องการเป็นจำนวนมาก สำหรับองค์ประกอบต่างๆ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานทางด้านนี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้น โปรแกรมใช้งานทางด้านนี้ , สิ่งอำนวยความสะดวก, เทคโนโลยีใหม่ๆ จะเพิ่มตามขึ้นมาเป็นลำดับ มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงที่คอมพิวเตอร์จะถูกนำมาแทนที่ระบบเดิมที่ใช้แรงคน ก่อนที่จะมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเกษตรกรรมภายใน greenhouse เกษตรกรจะต้องมีการเตรียมข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมให้เพียงพอ ซึ่งต้องการความละเอียดเป็นอย่างมาก

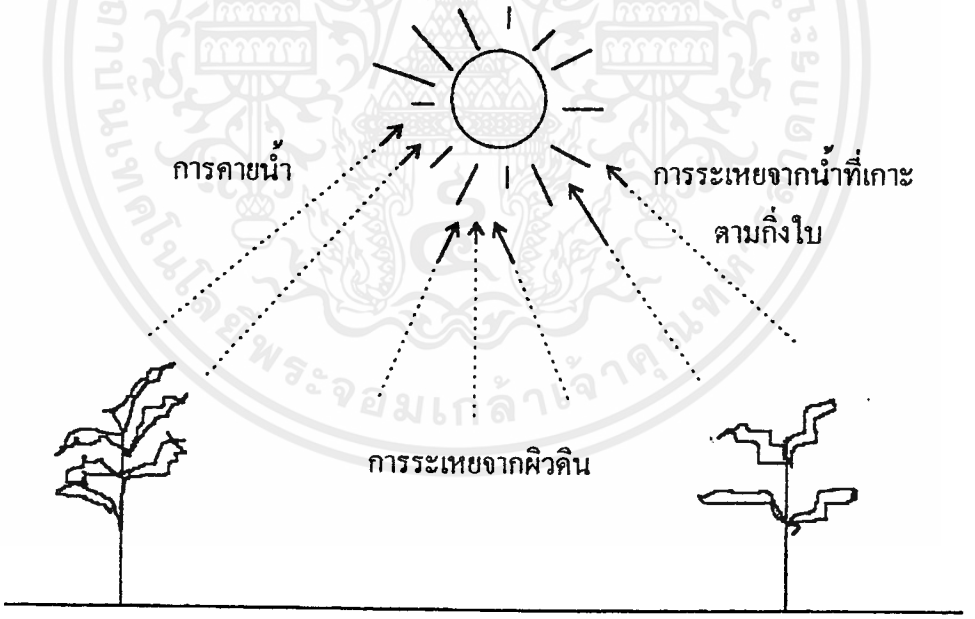
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้น้ำของพืช (Consumptive Use of Water)

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบระบบการชลประทานและโครงการชลประทานจำเป็นต้องทราบ เพราะปริมาณการใช้น้ำของพืชนี้จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ การออกแบบขนาดของอาคารชลประทาน การจัดหาน้ำมาให้กับโครงการชลประทาน ตลอดจนการศึกษาว่าโครงการชลประทานนั้นจะให้ผลคุ้มค่าหรือไม่ด้วย

ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ภาษาอังกฤษ เรียกว่า **ConsumptiveUse** หรือ **vapotranspiration** เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำปริมาณน้ำดังกล่าวนี้ประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน ดังแสดงในรูป

1. ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน นำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกทางไปสู่บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration)
2. ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบ ๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือที่มีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำซึ่งเรียกว่า การระเหย (Evaporation)

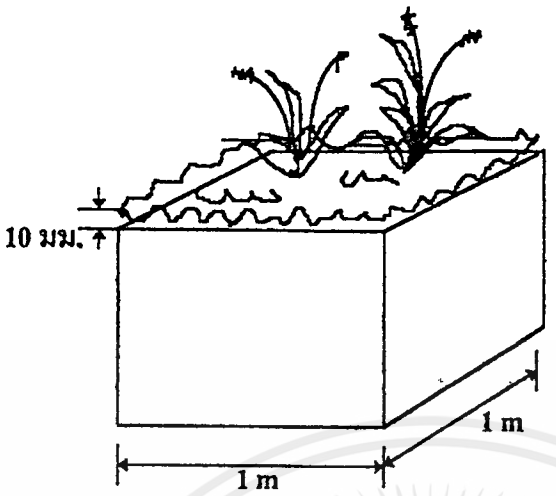


รูปที่ 2.10 ไอน้ำซึ่งประกอบด้วย การระเหย (EVAPORATION) และการคายน้ำ (TRANSPIRATION)

อัตราการใช้น้ำของพืชมักกล่าวเป็น มม./วัน, มม./วัน, มม./เดือน หรือ มม./ฤดู

สมมุติว่าพืชต้องการน้ำในสภาพอากาศร้อนแห้งแล้งเป็นปริมาณ 10 มม./วัน นั่นหมายความว่าในแต่ละวันพืชต้องการน้ำเป็นชั้นกว้างเท่าพื้นที่และมีความลึก 10 มม. เมื่อพืชนั้นโตเต็มที่ แต่ไม่ได้หมายความว่าต้องให้น้ำหรือมีฝนตกเป็นปริมาณ 10 มม. ทุกวันเพราะเราอาจให้น้ำ 50 มม. ทุก 5 วัน ก็ได้โดยน้ำจำนวนนี้จะเก็บไว้ในเขตรากพืชและพืชจะดูดไปใช้ได้ทุกวัน ๆ ละ 10 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การใช้น้ำของพืช 10 มม./วัน

องค์ประกอบที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช

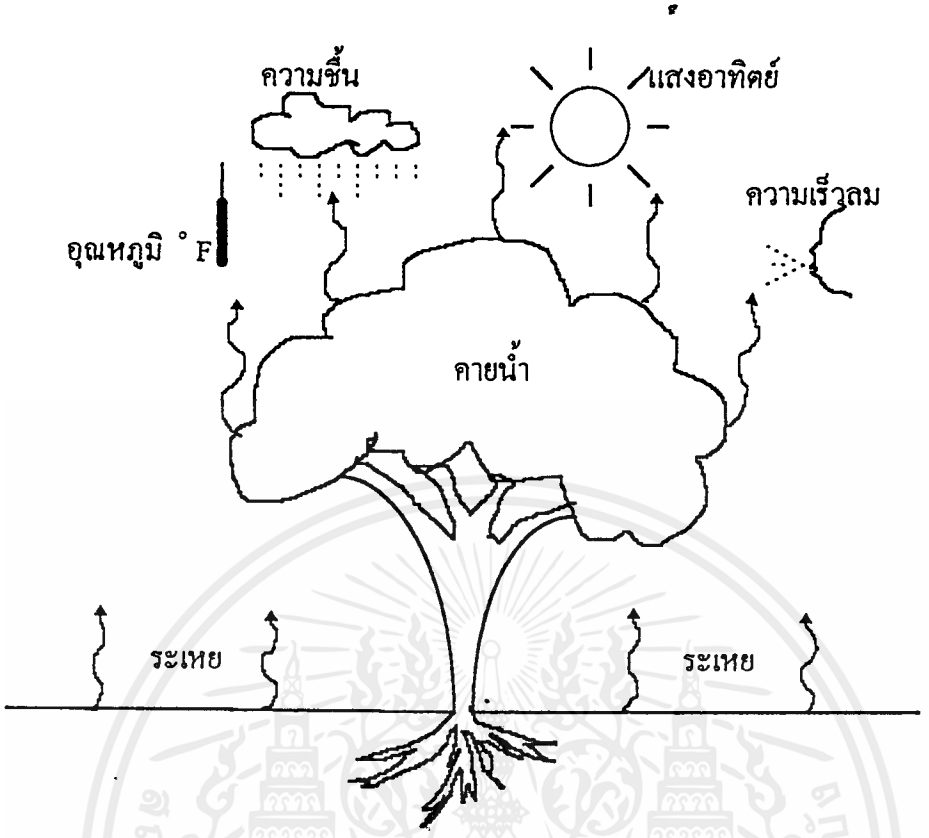
ปริมาณการใช้น้ำของพืช ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช ซึ่งได้แก่พลังงานความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์หรือรังสีอาทิตย์อุณหภูมิ เช่น พืชชนิดเดียวกันปลูกในสภาพที่มีแดดจัดและอากาศร้อนจะต้องการน้ำมากกว่าพืชที่ปลูกในเขตที่มีเมฆมาก และอากาศเย็นกว่านอกจากแสงแดด อุณหภูมิแล้ว ความชื้นของอากาศและความและความเร็วลม เช่น อากาศแห้งแล้ง พืชจะต้องการน้ำมากกว่าอากาศชุ่มชื้น เขตลมแรงพืชต้องการน้ำมากกว่าเขตลมสงบ จากปัจจัยทั้งสี่สรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ปัจจัยจากสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อความต้องการน้ำของพืช

สภาพอากาศ	ความต้องการน้ำของพืช	
	มาก	น้อย
แสงแดด	แดดร้อน	ครึ้ม
อุณหภูมิ	ร้อน	เย็น
ความชื้น	ต่ำ (แห้ง)	สูง (ชื้น)
ความเร็วลม	ลมแรง	ลมเอื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ปัจจัยจากภูมิอากาศที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช

ความต้องการน้ำมากที่สุดก็จะพบในเขตร้อน แห้งแล้ง ลมแรง และแดดจัด จากตัวอย่างข้างบนนี้อธิบายได้ชัดเจนว่า พืชชนิดเดียวกันปลูกในสภาพอากาศต่างกันจะมีความต้องการน้ำต่างกันไปด้วย เช่น ข้าวโพดพันธ์เดียวกันปลูกในเขตอากาศเย็น ความต้องการน้ำต่อวันจะน้อยกว่าที่ปลูกในอากาศร้อนกว่า

2. พืช อันได้แก่ชนิดและอายุของพืช พืชต่างชนิดมีความต้องการน้ำต่างกัน นอกจากนี้พืชชนิดเดียวกันแต่อายุต่างกันก็ยังต้องการน้ำในปริมาณต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชไร่ แต่สำหรับไม้ผลเมื่อพืชโตเต็มที่แล้วความต้องการน้ำจะค่อนข้างคงที่

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

ทำได้หลายวิธีซึ่งมีข้อดีและข้อเสีย การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ค่าใช้จ่าย ชนิดของพืชและองค์ประกอบอื่นอีกหลายวิธีทั่ว ๆ ไปในที่นี้จะใช้วิธีของ Panman จากสูตร

$$Etcrop = Kc \times Epan$$

Etcrop คือ อัตราการใช้น้ำของพืช (มม./วัน)

Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (0.8)

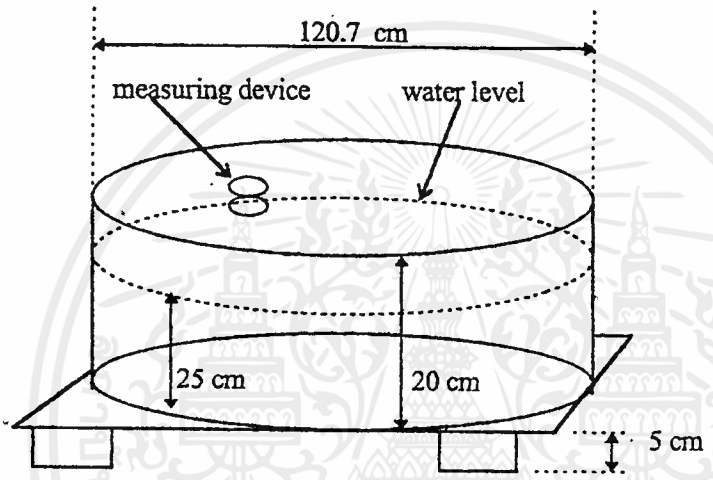
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Epan คือ อัตราการระเหยจากถาดวัดการระเหย Class A pan (มม./วัน)

EX ต้องการหาการใช้น้ำของพืช (มม./วัน) ที่จังหวัด กทม. ต้องเปิดตารางอัตราการระเหยจากถาดวัดฯ ในภาคผนวก ได้ค่า Epan = 6.3 คำนวณได้ดังนี้

ETcrop = 0.8 x 6.3

= 5.04 มม./วัน



รูปที่ 2.13 ถาดวัดการระเหยแบบ Class A pan

โครงสร้างลำดับความสำคัญการอินเตอร์รัพต์

แต่ละแหล่งอินเตอร์รัพต์ สามารถที่จะโปรแกรมให้มีระดับไพโอริตี้ สูง หรือ ต่ำ ได้ด้วยการเซต หรือเคลียร์ค่าบิตต่าง ๆ ใน IP ของ SFR โดยที่ตัวแฟลกอินเตอร์รัพต์ทุกตัว สามารถเซตหรือเคลียร์ ได้ด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งจะมีผลเช่นเดียวกับผลที่เกิดขึ้นจากฮาร์แวร์ การอินเตอร์รัพต์ความสำคัญต่ำ สามารถที่ถูกอินเตอร์รัพต์ด้วยตัวอินเตอร์รัพต์จากความสำคัญสูงกว่า แต่ไม่สามารถที่จะถูกอินเตอร์รัพต์จากตัวอื่นที่มีความสำคัญต่ำ ก่อนการอินเตอร์รัพต์ตัวที่มีความสำคัญสูงสุด ไม่สามารถที่จะถูกอินเตอร์รัพต์ได้ด้วยการทำงานตามกฎเหล่านี้

ระบบการอินเตอร์รัพต์จะประกอบด้วยตัวที่ไม่สามารถกำหนดแอดเดรสสองตัวคือ "Priority Level Active" กับ "Flip - Flop" ตัวหนึ่งเป็นตัวแสดงถึงการอินเตอร์รัพต์ความสำคัญสูงกำลังได้รับการบริการและการอินเตอร์รัพต์ตัวอื่นจะถูกกันไว้หมด อีกตัวเป็นการแสดงถึงการอินเตอร์รัพต์ความสำคัญต่ำกำลังได้รับบริการ และกันตัวอื่นหมด แต่การอินเตอร์รัพต์ที่มีความสำคัญสูงยังคงเข้าทำงานต่อได้

ในเหตุการณ์ที่มีการร้องขอของระดับความสำคัญเดียวกันถูกรับเข้ามาพร้อมกัน การหาลำดับการใช้ร่วมกันก่อนหลังภายในเมื่อการร้องขอได้รับบริการ ดังนั้นระดับความสำคัญภายในแต่ละอัน จะมีการติดตั้งระดับตามโครงสร้างความสำคัญการอินเตอร์รัพต์ที่มีลำดับการใช้ร่วมกันก่อนหลังดังนี้

อินเตอร์รัพต์แฟลกจะถูกแซมปลิ้งทุกช่วงวัฏจักรแมชชีน S5P2 ตัวที่ถูกแซมปลิ้งจะเข้ามาได้ในช่วงวัฏจักรแมชชีนตัวต่อมา ถ้าแฟลกตัวหนึ่งถูกเซตในช่วง S5P2 ของช่วงวัฏจักรตัวต่อมา ในช่วงวัฏจักรการตรวจพบนี้ระบบการอินเตอร์รัพต์จะเริ่มทำงานด้วยการทำคำสั่ง LCALL เพื่อที่จะนำเข้าสู่การบริการอินเตอร์รัพต์ตามชนิดนั้น ๆ โดยสภาวะทางฮาร์ดแวร์ คำสั่ง LCALL จะไม่ถูกกันออกเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้

1. การอินเตอร์รัพต์ของระดับความสำคัญที่เท่ากันหรือสูงกว่าได้ดำเนินงานไปแล้ว
2. วัฏจักรที่ กำลังดำเนิน การอยู่ ซึ่งไม่ได้เป็นวัฏจักรสุดท้ายในการทำงานตามคำสั่งที่กำลังทำอยู่ หรือการทำคำสั่งขณะนั้นจะต้องสิ้นสุดลงสมบูรณ์ การอินเตอร์รัพต์ที่ร้องขอมาจึงจะได้รับการตอบสนอง
3. คำสั่งในขณะนั้นเป็น RETI หรือการเขียนโปรแกรมเข้ารีจิสเตอร์ IE หรือ IP ของ SFR หรือการร้องขอการอินเตอร์รัพต์จะยังไม่ได้รับการตอบรับหลังคำสั่ง RETI หรือหลังการอ่านและเขียนข้อมูลเข้ารีจิสเตอร์ IE หรือ IP และจะได้รับการตอบรับได้จนกว่าจะทำคำสั่งอย่างน้อยหนึ่งคำสั่งต่อมาของโปรแกรมหลักไปแล้ว ถ้าไม่เกิดกรณีใดจากข้างบนนี้ปรากฏ ผลของการใช้อินเตอร์รัพต์ จะทำงานช่วงวัฏจักรแมชชีนลูกต่อมา

แหล่งที่มาการอินเตอร์รัพต์	ลำดับความสำคัญภายใน	
การอินเตอร์รัพต์ 0 จากภายนอก (IE0)	(สูงสุด)	1
การเกิด Overflow ของตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 (TF0)		2
การอินเตอร์รัพต์ 1 จากภายนอก (IE1)		3
การเกิด Overflow ของตัวจับเวลา/ตัวนับ 1 (TF1)		4
พอร์ตอนุกรม (RI + TI)		5
การเกิด Overflow ของตัวจับเวลา/ตัวนับ2 การเกิด Overflow ของตัวจับเวลา2/ขอบขาลงบน T2EX (ใช้ใน 8032/8052 เท่านั้น) (TF2 + EXF2)	(ต่ำสุด)	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีสร้างฐานเวลาจริงให้แก่ MCS-51 (ใช้ชิป RTC)

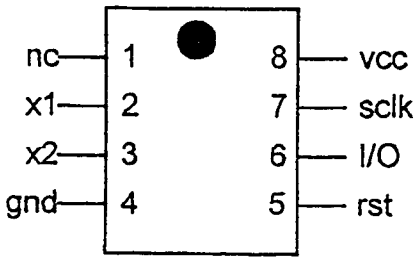
วิธีแรกนี้ จะใช้ชิปที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกา ที่สามารถส่งข้อมูลเวลาในขณะใด ๆ (ชิป RTC) ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เวลาที่ ได้จากวิธีนี้ จะเป็นเวลาจริง ๆ ที่เดินอยู่ตลอดเวลาอย่างเที่ยงตรงชิป TC ของบริษัท Dallas Semiconductor เบอร์ DS1202 " Serial Timekeeper Chip " ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ในบทนี้ ชิป RTC จริง ๆ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด บางชนิดสามารถอินเตอร์รัพต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายในช่วงเวลาที่กำหนดได้

ชิป RTC เบอร์ที่เราจะศึกษาต่อไปนี้ทำได้เพียงแค่ให้ข้อมูลที่เป็นเวลาในขณะใดๆ แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น ไม่สามารถอินเตอร์รัพต์ซีพียูได้ การเลือกใช้งานชิป RTC ประเภทใดขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการความสามารถมากน้อยขนาดไหน

ชิป RTC เบอร์ DS1202 ที่จะกล่าวถึงนี้มีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงมาก สามารถนำมาต่อรวมกับระบบเพื่อบอกเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สะดวก เพราะใช้จำนวนสายในการติดต่อระหว่างตัวชิปเองกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 เส้นเท่านั้น เนื่องจากชิป RTC เบอร์นี้ใช้การติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คุณสมบัติคร่าว ๆ ของชิป RTC เบอร์นี้มีดังนี้

- ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทินให้เองโดยอัตโนมัติ
- มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูลทั่ว ๆ ไป ส่วนใหญ่ไว้เก็บข้อมูลที่ต้องการสำรองในขณะที่ไม่มีพลังงานจ่ายให้แก่ระบบ เช่น รหัสผ่านที่เปลี่ยนค่าได้ เวลาที่ต้องให้เครื่องจักรทำงาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องสำรองหน่วยความจำทั้งระบบนั่งเอง
- ให้การติดต่อแบบอนุกรม จึงใช้จำนวนสายในการเชื่อมต่อกับระบบเพียง 3 เส้นเท่านั้น
- ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 20 ถึง 5.5 โวลต์ และ ใช้ กระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ที่ระดับแรงดัน 2.0 โวลต์
- การโอนย้ายข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งในแบบครั้งละ 1 ไบต์ (single byte) หรือ ครั้งละหลายๆ ไบต์ (multiple byte หรือ burst mode) ไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- ตัวชิปเองมีให้เลือกทั้งแบบ 8 PIN DIP หรือ 16 PIN SOIC เพื่อใช้สำหรับแผ่นวงจรชนิด surface mount
- ระดับสัญญาณ TTL compatible (Vcc = 5 โวลต์)
- ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างมาก ระหว่าง -40 องศา + - 88 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 DS 1202S 8 PIN DIP(300mil)

รายละเอียด

ชิป RTC เบอร์ DS1202 "Serial Time Keeper Chip" มี Real time Clock/Calendar และ Static RAM ขนาด 24 ไบต์ ใช้สายเพียง 3 เส้นในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ข้อมูลที่ชิป RTC DS 1202 มีให้ประกอบด้วย

- วินาที - วันที่
- นาที - เดือน
- ชั่วโมง - ปี

วันที่ในวันสุดท้ายของเดือนจะถูกปรับโดยอัตโนมัติ สำหรับเดือนที่มีจำนวนวันน้อยกว่า 31 วัน และมีการคำนวณจำนวนวันของเดือนกุมภาพันธ์ในปีอธิกสุรทินให้เอง ข้อมูลที่ส่งให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเลือกรูปแบบได้ทั้งแบบ 24 ชั่วโมง (0.00 - 23.59 นาฬิกา) หรือแบบ 12 ชั่วโมง (0.00 - 12.00 นาฬิกาโดยมีข้อมูลเพิ่มเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นเวลาในช่วงกลางวันหรือกลางคืน)

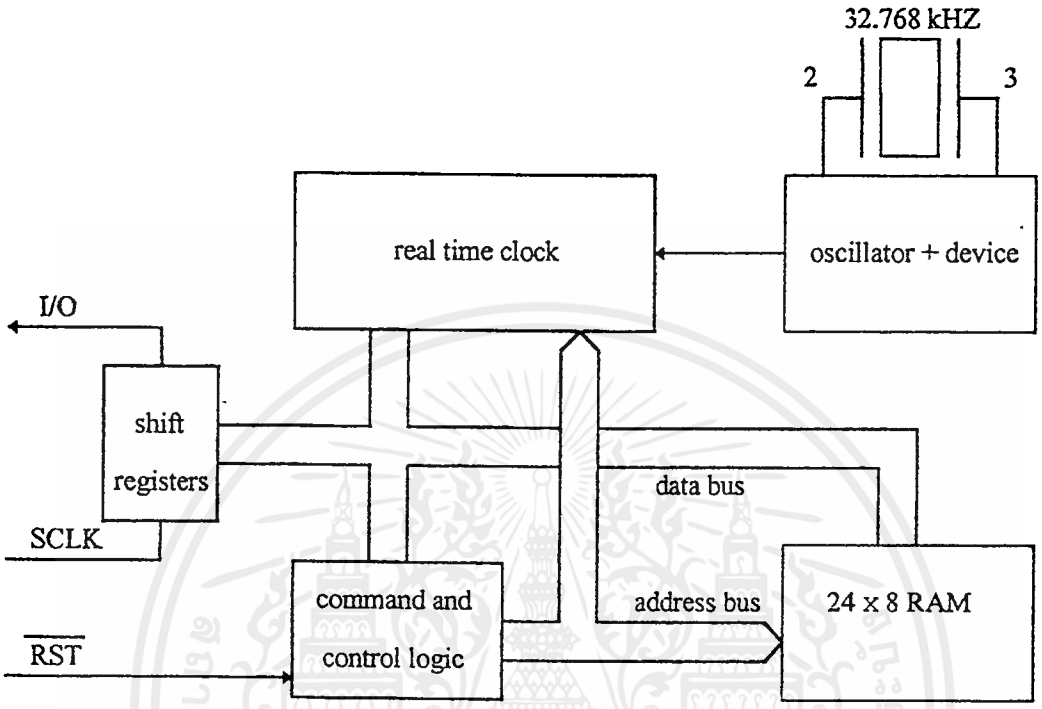
การเชื่อมต่อชิป RTC DS 1202 เข้ากับระบบมีความสะดวกมากเนื่องจากใช้จำนวนสายเพียง 3 เส้นเท่านั้น เพราะใช้การติดต่อแบบอนุกรมชนิด Synchronous Serial Communication ขาที่ต้องใช้ในการรับส่งข้อมูลทั้งสาม คือ

- RTS (reset)
- I/O (data line)
- SCLK (serial clock)

เนื่องจากในชิป RTC DS 1202 มีนาฬิกาหรือเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีหน่วยความจำจำนวนหนึ่ง ดังนั้นในการติดต่อกับชิป RTC DS1202 ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการข้อมูลจากนาฬิกาหรือจากหน่วยความจำภายในชิป (CLOCK/RAM) การรับส่งข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งแบบทีละไบต์หรือรับส่งกันคราวละหลายไบต์ดังจะได้กล่าวต่อไป นอกจากนี้ RTC DS1202 ยังถูกออกแบบให้ใช้พลังงานน้อยมาก และสิ้นเปลืองพลังงานจากแบตเตอรี่น้อยที่สุด เพื่อความสะดวกในการสำรองพลังงาน โดยชิปตัวนี้ สามารถเก็บรักษาข้อมูลในหน่วยความจำและ เวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลาได้ที่กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 ไมโครวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของชิป RTC DS1202 โครงสร้างของชิปเบอร์นี้มีดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202

โครงสร้างภายในของ RTC DS1202 ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.15 จะเห็นชิป RTC เบอร์นี้ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ ๆ ดังนี้คือ

- shift register
- control logic
- oscillator
- real time clock และ
- RAM

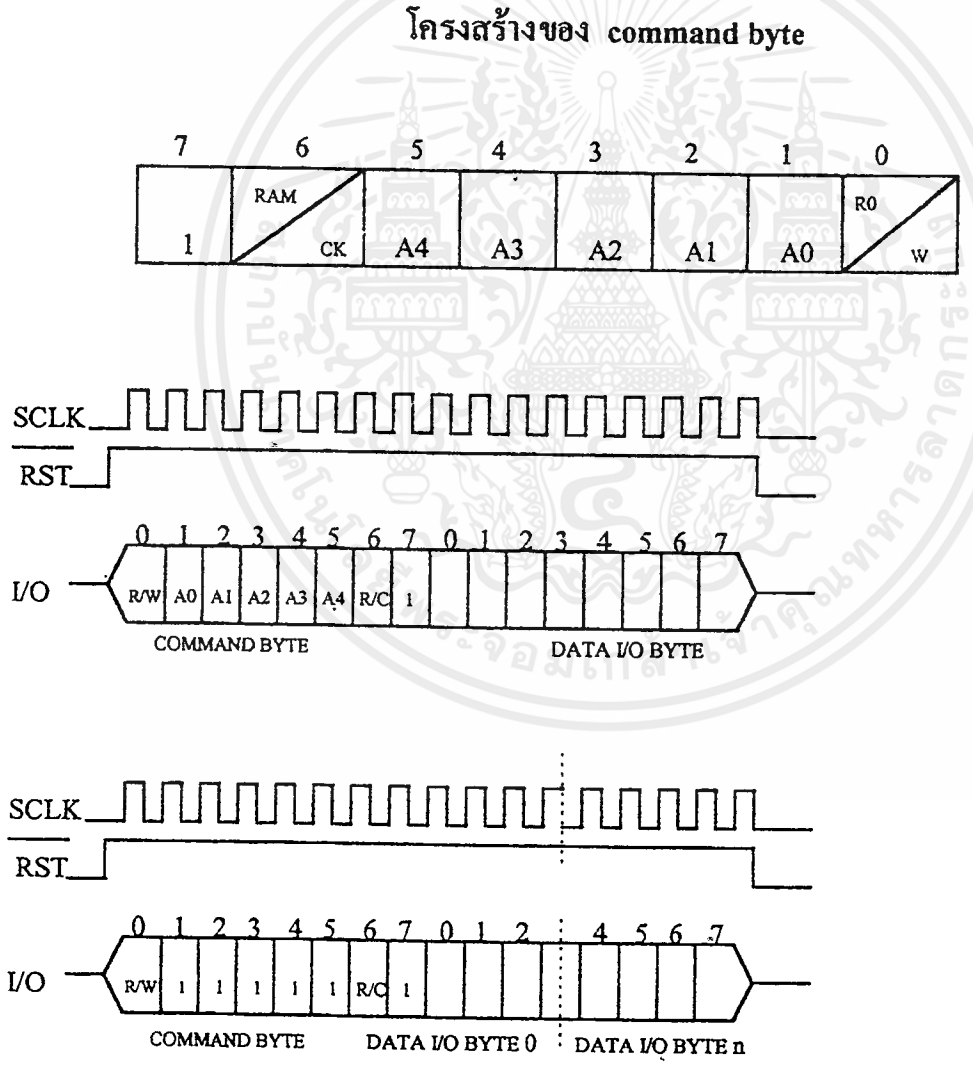
ในการรับหรือส่งข้อมูลใด ๆ ให้แก่ RTC DS1202 ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการติดต่อด้วยจะต้องส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งควบคุมการติดต่อซึ่งมีขนาด 8 บิตเสียก่อน โดยเริ่มต้นด้วยการใช้ขา RST มีสถานะเป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) จากนั้นส่งข้อมูลจำนวน 8 บิตเข้าไปไว้ใน shift register ของ RTC ข้อมูลขนาด 8 บิตะประกอบด้วยคำสั่งในการควบคุมชิป RTC และตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการติ ดต่อ (address / command byte) ในแต่ละครั้ง การรับข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละบิตจะกระทำที่ช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK (serial clock)

ภายในชิป RTC เบอร์ DS1202 ประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์ และรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาของชิปในขณะปัจจุบันจำนวน 8 ตัว รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้สามารถเข้าถึงได้เสมือนเป็นหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำตำแหน่งหนึ่ง ดังนั้นต่อไปเราจะมองว่าชิป RTC เบอร์นี้มีหน่วยความจำทั้งสิ้น 32 ตำแหน่ง โดยประกอบขึ้นจากรีจิสเตอร์ 8 ตำแหน่งและหน่วยความจำ 24 ตำแหน่ง

ข้อมูลขนาด 8 บิตแรก (address/command byte) จะระบุตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (ทั้งตำแหน่งของหน่วยความจำทั่วไปและตำแหน่งของรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา) และบอกว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งนั้นๆ รวมทั้งระบุว่าให้การรับส่งข้อมูลเป็นแบบครั้งละ 1 ไบต์ หรือครั้งละหลาย ๆ ไบต์ หลังจากมี สัญญาณนาฬิกา เกิดขึ้น 8 ครั้ง (สัญญาณ SCLK) ในระหว่างการเขียนข้อมูล 8 บิตแรกเข้าไปใน shift register สัญญาณนาฬิกาต่อไปที่จะเกิดขึ้นจะเป็นการนำข้อมูลออกจากชิป RTC



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของ command byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MSB (บิต 7) ต้องเป็น 1 เสมอ ถ้าเป็น 0 การทำงานต่อจากนี้จะถูกหยุดไว้หมด
- บิต 6 ถ้าเป็น 0 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ สำหรับเก็บเวลา (clock/calendar register) ดังนั้นข้อมูลที่รับส่งกันจะเป็นเวลา หากบิตนี้มีค่าเป็น 1 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ
- บิต 1 - 5 เป็นตัวระบุตำแหน่งหน่วยความจำ (ทั้งหน่วยความจำที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาและหน่วยความจำทั่วไป) ที่ต้องการเข้าถึง ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งควบคุมด้วยบิต 0 ดังจะได้กล่าวต่อไป
- บิต 0 จะระบุว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล - ถ้าเป็น 0 หมายถึงการเขียนข้อมูลลงไปในชิป หากเป็น 1 หมายถึงการอ่านข้อมูลจากชิป

Burst Mode หมายถึง การรับหรือส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์ในการติดต่อแต่ละครั้ง โดยสามารถกำหนดได้ว่า ข้อมูลที่ต้องการติดต่อเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาก็จะรับส่งกันครั้งละ 8 ไบต์ หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำจะรับส่งกันครั้งละ 24 ไบต์ (ดูรายละเอียดได้จากในรูปที่ 18.4) การกำหนดให้รับส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์ กำหนดโดย command byte ดังได้กล่าวมาแล้ว

ในการรับหรือส่งใน burst mode จะเริ่มต้นที่บิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ ไม่ว่าจะเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป

write protect command byte write protect register ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ตำแหน่งที่ 7 ของรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลา โดยมี write protect bit ซึ่งเป็นบิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ตัวนี้เป็นตัวกำหนดการทำงาน หาก write protect bit เป็น 0 หมายถึงสามารถเขียนข้อมูลใด ๆ ลงไปยังรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาหรือหน่วยความจำได้ หากบิตนี้เป็น 1 หมายถึงชิป RTC อยู่ในสถานะป้องกันการเขียนข้อมูล ดังนั้นก่อนการเขียนข้อมูลใด ๆ ไปยังรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำ write protect bit ต้องเป็น 0 เสมอ โดยการให้ RST เป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) และ โหลด write protection command byte (8EH) ตามด้วยข้อมูลที่มีค่า OOH (เคลียให้ write protect bit เป็น 0) หลังจากนั้น RST ต้องกลับมามีสถานะเป็น 0 ก่อนที่คำสั่งอื่น ๆ จะเริ่มต้นทำงานได้ ในการทำงานแบบ burst mode เราไม่สามารถเขียนค่าใด ๆ เข้าไปใน write protect bit ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reset and Clock Control การรับหรือส่งข้อมูลทั้งหมดจะต้องเริ่มโดยให้ขา RST มีสถานะเป็น 1 ก่อนเสมอ โดยขา RST มีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการดังนี้

1. ขา RST ใช้ควบคุมการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน shift register
2. ขา RST ใช้เป็นสัญญาณในการหยุดการทำงานใด ๆ กับชิป RTC DS1202 โดยปกติการเขียนข้อมูลเข้าไปใน RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK ส่วนการอ่านข้อมูลจาก RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขาลงของสัญญาณที่ขา SCLK โดยในระหว่างการติดต่อ ขา RST ต้องมีสถานะเป็น 1 ตลอดเวลา หากขา RST มีสถานะเป็น 0 หมายถึงยกเลิกการติดต่อ หรือสิ้นสุดการติดต่อ

DATA INPUT ในตอนเริ่มต้นติดต่อระหว่างชิป RTC DS1202 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ไบต์แรกจะต้องเป็น command byte เสมอ หากใน command byte ระบุว่าเป็นการเขียนข้อมูลจากชิป ข้อมูลจะถูกรับเข้ามาในช่วงขอบขาขึ้น (rising edge) ของ SCLK เท่านั้น โดยเริ่มต้นด้วยบิต 0 ก่อนเสมอ และหากเป็นคำสั่งให้รับส่งครั้งละ 1 ไบต์ เมื่อข้อมูลได้รับเข้ามาครบแล้ว สัญญาณ SCLK ที่รับได้เกินจะถูกละเลยไป หากเป็นคำสั่งให้รับส่งแบบ burst mode ซึ่งรับส่งครั้งละ 24 ไบต์ ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันคือ เมื่อรับข้อมูลครบ 24 ไบต์แล้ว สัญญาณ SCLK ที่รับได้เกินจะถูกละเลยเช่นกัน

Data Output หลังจากรับ command byte แล้ว หากมีการระบุว่าเป็นการอ่านข้อมูลจากชิป RTC DS 1202 ข้อมูลจะถูกส่งออกจากชิปสู่ภายนอกในขณะช่วงขอบขาลง (falling edge) ของ SCLK หลังจากมีการรับ command byte เรียบร้อยแล้ว นั่นคือบิตแรกที่จะถูกส่งออกจาก RTC จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาลูกที่ 9 นั่นเอง (ต่อจาก command byte)

Clock/Calendar คือ รีจิสเตอร์ 8 ตัวแสดงในรูปที่ 2.15 โดยข้อมูลในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะอยู่ในรูปของรหัส BCD เท่านั้น

Clock Halt Flag บิต 7 ของรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าวินาที (ดูในรูปที่ 2.15) จะเป็นตัวบอกให้ชิป RTC DS 1202 หยุดการทำงานของวงจรในส่วนออสซิลเลเตอร์เมื่อบิตนี้มีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็นผลให้นาฬิกาภายในชิปหยุดทำงานไปด้วย และจะบังคับให้ชิปอยู่ในสถานะ low power standby mode โดยใช้กระแสไม่เกิน 100 นาโนแอมแปร์ และเมื่อบิตนี้เป็น 0 อีกครั้ง วงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำงานต่อทันที

AM-PM/12-24 mode บิต 7 ของ รีจิสเตอร์ที่ เก็บค่า ชั่วโมง (ดูในรูปที่ 2.15) ถูกกำหนดให้เป็น 12/24 hour mode select bit นั่นเอง เป็นตัวเลือกว่า จะให้รีจิสเตอร์นี้เก็บค่าชั่วโมงแบบ 12 ชั่งโมงหรือ 24 ชั่วโมง โดย

- บิตที่ 7 เป็น 1 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่าแบบ 12 ชั่วโมง โดยมีบิต 5 เป็นตัวบอกว่า เป็นช่วงกลางวันหรือกลางคืน (AM-PM indicator) โดย 1 จะหมายถึง PM และ 0 หมายถึง AM
- บิตที่ 7 เป็น 0 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่าแบบ 24 ชั่วโมง และบิต 5 จะเป็นบิตที่แสดงหลักสิบตัวที่ 2 ของชั่วโมง (20-23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Write Protect บิต 7 ของ write protect register จะเป็น write protect bit ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่อง write protect command byte โดย 7 บิตแรกถูกบังคับให้เป็น 0 หมด ทำให้อ่านได้ค่าเป็น 0 เสมอ

Clock/Calendar Burst Mode command byte ที่มีค่า BEH จะเป็นการระบุว่าให้มีการเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาในแบบ burst mode หาก command byte มีค่า BFH จะระบุว่าให้มีการอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์นี้ในแบบ burst mode เช่นกัน ซึ่งใน clock/calendar burst mode นี้ จะมีการรับหรือส่งข้อมูลคราวละ 8 ไบต์ติดต่อกัน (รับหรือส่งข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าเวลาทั้ง 8 ตัว) โดยจะเป็นการรับหรือ การส่งขึ้นกับ command byte ดังได้กล่าวมาแล้ว โดยข้อมูลที่รับหรือส่งจะเริ่มต้นด้วยบิต 0 ของรีจิสเตอร์ 0 ก่อนเสมอ

RAM Burst Mode command byte ที่มีค่า FEH จะเป็นการระบุว่าให้มีการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำแบบ burst mode หาก command byte มีค่า FFH จะระบุว่าให้มีการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำแบบ burst mode ทำนองเดียวกันใน clock/calendar burst mode จะมีข้อแตกต่างกันก็เพียงจำนวนข้อมูลที่รับหรือส่งเท่านั้น เพราะหน่วยความจำในชิป RTC เบอร์ DS1202 มีขนาด.24 ไบต์ ดังนั้นใน RAM mode นี้ข้อมูลจำนวน 24 ไบต์จะรับส่งกัน โดยเริ่มต้นด้วย บิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ

ตัวอย่างโปรแกรมการใช้งานของชิป RTC เบอร์นี้ จะกล่าวรวมกับเรื่องการประยุกต์ใช้งานส่วนแสดงผลชนิด CLD กับ MCS-51 ต่อไป

ตารางที่ 1-B แสดงการใช้ burst mode

BURST FUNCTION	DATA (BYTES)	SCLK
CLOCK	8	72
RAM	24	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-B แสดงข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์แหละ RAM

รีจิสเตอร์	ฟังก์ชัน	COMMAND ADDRESS (HEX)	เขียน = W อ่าน = R	RANG DATA (BCD)	รีจิสเตอร์ที่กำหนด							
					7	6	5	4	3	2	1	0
0	วินาที	80 81	W R	00-59 00-59	CH	10 วินาที			วินาที			
1	นา ที	82 83	W R	00-59	0	10 วินาที			นาที			
2	12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง	84 85	W R	01-12 00-23	12/ 24	0 0	AP 10	ชม. ชม.	ชั่วโมง			
3	วัน	86 87	W R	01-31	0	0	10 วัน		วัน			
4	เดือน	88 89	W R	01-12	0	0	0	10 m	เดือน			
5	วัน	8A 8B	W R	01-07	0	0	0	0	วัน			
6	ปี	8C 8D	W R	00-99	10 ปี				ปี			
7	WRITE PROTECT	8E 8F	W R	00-80	WP	เป็น 0 ทั้งหมด						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31	clock	BE	W
	BURST	BF	R
0	RAM 0	C0	W
⋮	⋮	C1	R
		⋮	⋮
23	RAM 23	EE	W
31	RAM	FE	W
	BURST	FF	R

คุณสมบัติของ DS1620

หากจะกล่าวถึงคุณสมบัติทางการใช้งานและความสามารถที่เป็นจุดเด่นของไอซีตัวนี้ ก็พอจะแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- ไม่มีอุปกรณ์ประกอบร่วมภายนอก
- วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55 องศาเซลเซียส ถึง + 25 องศาเซลเซียส ในทุกการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น หรือ -67 องศาฟาเรนไฮต์ ถึง 257 องศาฟาเรนไฮต์ ทุกการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.9 องศาฟาเรนไฮต์
- การอ่านข้อมูลของอุณหภูมิออกมาเป็นแบบ 9 บิต
- แปลงค่าอุณหภูมิไปเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ภายใน 1 วินาที
- แบบเทอร์โมสตัทสามารถใช้แบบจำกัดอุณหภูมิหรือแบบเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้
- การอ่านและเขียนข้อมูลจากตัวตรวจจับผ่านสายนำสัญญาณ 3 เส้น อินเตอร์เฟสกับพอร์ตอนุกรม (CLK, DQ, RST)
- สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้าง เช่น วงจรควบคุมเทอร์โมสตัท, ระบบควบคุมอุณหภูมิในโรงงานอุตสาหกรรม, เทอร์โมมิเตอร์ และตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั่วไป เป็นต้น

จากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น ก็ทำให้พอจะมองออกได้ว่าสามารถที่จะพัฒนาและประยุกต์ใช้งานในระบบอุตสาหกรรมโรงงานขนาดใหญ่ได้ รวมไปถึงควบคุมการทำงานได้ง่ายจากจุดควบคุมจุดเดียวในกรณีที่ออกแบบใช้งานเป็นชุดตรวจจับอุณหภูมิหลาย ๆ จุดและกระจายอยู่ในบริเวณกว้างเนื่องจากเป็นการโปรแกรมผ่าน CPU เพื่อใช้ในการควบคุมและแสดงผล ดังนั้นจึงเป็นการง่ายที่จะต่อเป็นระบบตรวจจับอุณหภูมิหลายจุดโดยมีการเรียกตรวจสอบแต่ละจุดบนมอนิเตอร์ได้หรือเป็นแบบสุ่มแสดงผลก็ได้ ขึ้นอยู่กับการพัฒนาโปรแกรมควบคุมผ่าน CPU เท่านั้นเอง เพียงแค่คุณสมบัติข้างต้นยังไม่ละเอียดพอให้ดูคุณสมบัติทางเทคนิคได้ในตารางที่ 1-A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-A คุณสมบัติทางเทคนิคของ DS1620

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันซับพลาย	Vdd	5	โวลต์
ระดับลอจิก "1"	Vih	Vcc+0.3	โวลต์
ระดับลอจิก "0"	Vil	+0.8	โวลต์
ระดับลอจิก "0" เอาต์พุต	Vol	0.4	โวลต์
ระดับลอจิก "1" เอาต์พุต	Voh	2.4	โวลต์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I li	+1	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอาต์พุต	I lo	+1	ไมโครแอมป์
การสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า	I cc	1	ไมโครแอมป์
กระแสขณะสแตนบายจากแหล่งจ่าย	I stby	1	ไมโครแอมป์
ค่าความจุทางอินพุต	C1	5	พิโกฟารัด
ค่าความจุทางเอาต์พุต	C0	10	พิโฟารัด

หลักการทำงานเบื้องต้น

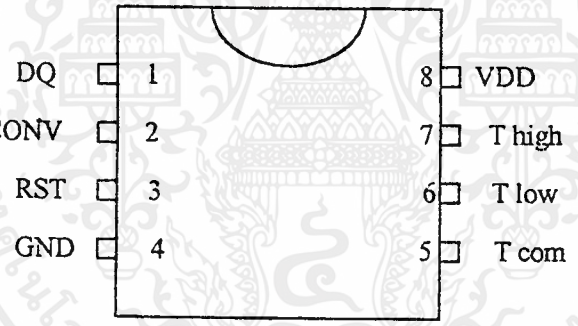
หลักการทำงานเบื้องต้นของ DS 1620 นี้จะมีแยกการทำงานคร่าว ๆ อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนทำการวัดอุณหภูมิและส่วนควบคุมเทอร์โมสตัต นอกจากนั้นการทำงานส่วนประกอบอื่น ๆ อีกที่บรรจุอยู่ภายในไอซีและที่จะต้องควบคุมจากภายนอกอีกทางหนึ่ง ที่จะต้องควบคุมจากภายนอกอีกทางหนึ่ง แต่ก่อนที่จะเข้าไปทำความเข้าใจกับการทำงานของไอซี มาทำความรู้จักกับรูปร่างของไอซีและลักษณะชื่อเรียกขาใช้งานแต่ละขากันก่อน แสดงไว้ในรูปที่ 2.17 เป็นรูปแสดงลักษณะของ DS1620 ซึ่งเป็นไอซี DIP 8 ขาและมีชื่อเรียกประจำขาแต่ละขาไว้ให้ทราบด้วย นอกจากนั้นหน้าที่การทำงานและความสำคัญของขาแต่ละขาก็จะได้อธิบายไว้ให้ทราบเพื่อง่ายแก่การนำไปใช้งานดังนี้

- ขา DQ (ขา 1) เป็นขาข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตของไอซีซึ่งจะให้ข้อมูลที่ผ่านการแปลงสัญญาณแรงดันที่เกิดจากการตรวจจับอุณหภูมิของไอซีแล้วแปลงเป็นสัญญาณทางดิจิตอลออกมาทางขา 1 นี้
- ขา CLK/CONV (ขา 2) เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาฐานเวลาและในฟังก์ชั่นของการวัดอุณหภูมิขานี้จะทำหน้าที่ควบคุมการแปลงสัญญาณ แต่ถ้าหากใช้เป็นฟังก์ชันเทอร์โมสตัตอย่างเดียวขานี้ไม่ใช้งานและจะไม่เป็นการอินเตอร์เฟสแบบ 3 เส้นนำสัญญาณ
- ขา RST (ขา 3) เป็นขาควบคุมการรีเซตข้อมูลทางอินพุต/เอาต์พุตของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกที่ที่มีการนำไปใช้

- ขา GND (ขา 4) ขาต่อกับไฟเลี้ยงด้านกราวด์
- ขา T com (ขา 5) เป็นขาควบคุมการกระตุ้นรวมของฟังก์ชันเทอร์โมสตัท จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "I" เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดที่กำหนดไว้ (TH) และจะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "0" เมื่ออุณหภูมิที่วัดมีค่าต่ำกว่าค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่กำหนดไว้ (TL)
- ขา T low (ขา 6) เป็นขากระตุ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงกว่าค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้ต่ำสุด (TL) จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "1" เพื่อแสดงผลหรือกระตุ้นส่วนทำงานต่อไป
- ขา T high (ขา 7) เป็นขากระตุ้น โดยเมื่อค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้สูงสุด (TH) เอาต์พุตจะถูกกระตุ้นออกมาเป็น "I" เพื่อควบคุมส่วนการทำงานต่อไปหรือแสดงผล
- ขา Vdd (ขา 8) เป็นขารับแรงดันไฟเลี้ยงไอซี +5 โวลต์

ย้อนกลับมาดูหลักการทำงานเบื้องต้นกันอีกครั้งในรายละเอียดที่มากขึ้นกว่าเดิมโดยจะอธิบายหลักการทำงานแยกของแต่ละฟังก์ชันการใช้งานเพื่อการเข้าใจเป็นขั้นตอนที่ง่ายขึ้น



DS 1620

รูปที่ 2.17 รูปแสดงตำแหน่งและชื่อเรียกประจำขาไอซี

การวัดค่าอุณหภูมิ

ตัวตรวจ จับอุณหภูมิ DS1620 เมื่อใช้วัดอุณหภูมิแล้วมันสามารถวัดผ่านตัวมันเองได้โดยตรงอาจจะติดตั้งบนบอร์ดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ หรือบอร์ดเล็ก ๆ สำหรับติดตั้ง DS 1620 เพื่อสะดวกในการติดตั้งตำแหน่งของการตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งก็สามารถดัดแปลงใช้งานตามเทคนิคของแต่ละโอกาสที่จะทำการวัด ค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดจะถูกอ่านออกมาเป็นค่าตัวเลขทางดิจิตอลขนาด 9 บิต ซึ่งก็มีสองรูปแบบของรหัสเอาต์พุตคือเป็นค่าตัวเลขฐานสอง กับค่าตัวเลขฐานสิบหก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-A ซึ่งเป็นค่าของตัวเลขทั้งสองรูปแบบที่ค่าอุณหภูมิการตรวจจับแตกต่างกัน ข้อมูลที่ออกมาทางเอาต์พุตจะถูกต่ออินเตอร์เฟสกับระบบ CPU ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ดูบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในตัว DS1620 ได้ในรูปที่ 2.18 ย่านการวัดอุณหภูมิ -55 ถึง + 125 องศาเซลเซียสทุกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ 0.5 องศาเซลเซียส

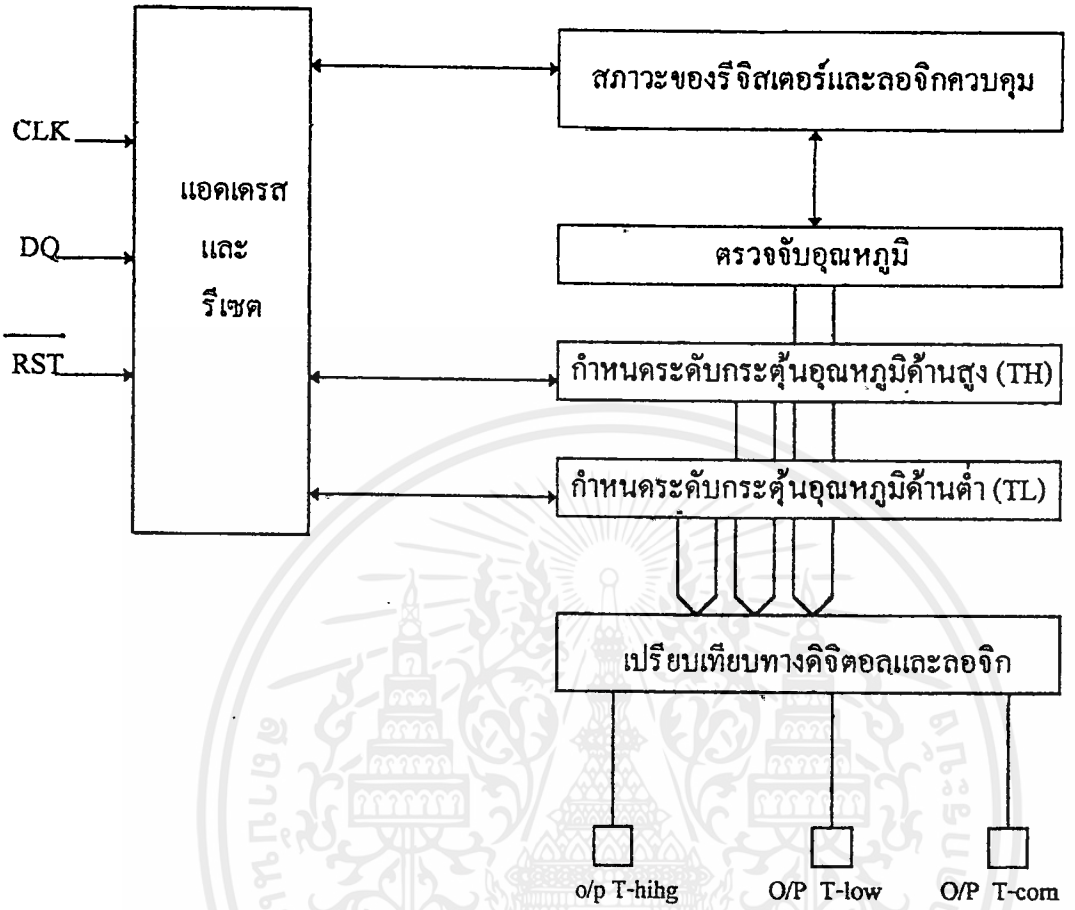
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-A ลักษณะข้อมูลที่ออกมาจากขา DQ ทั้งสองรูปแบบ

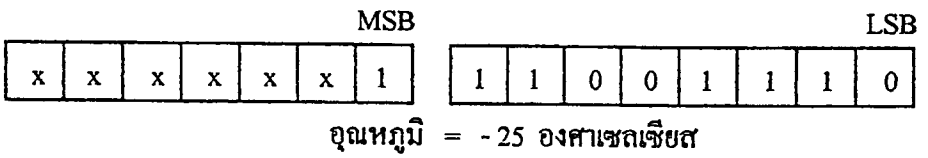
ค่าอุณหภูมิ	ดิจิตอลเอาต์พุต	
	ฐานสอง	ฐานสิบหก
+125 องศาเซลเซียส	011111010	00FA
+25 องศาเซลเซียส	000110010	0032h
½ องศาเซลเซียส	000000001	0001h
0 องศาเซลเซียส	000000000	000h
-1/2 องศาเซลเซียส	111111111	01 FFh
-25 องศาเซลเซียส	111001110	01 Ceh
-55 องศาเซลเซียส	110010010	0192 h

ข้อมูลที่ถูกส่งออกไปทางบัสข้อมูลนั้นจะประกอบด้วยบัส LSB เป็นส่วนแรกที่ถูกส่งออกไปและข้อมูลของอุณหภูมิจะถูกเขียนและอ่านออกมาจาก DS1620 เป็นขนาด 9 บิต (ที่ขา RST จะเป็น "0" หลังจากบิตที่ 9 (MSB) ถูกส่งไปเป็นอันดับสุดท้าย ต่อจากนั้นเมื่อสิ้นสุดแล้ว MSB จะเป็น "0" ดังแสดงในรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

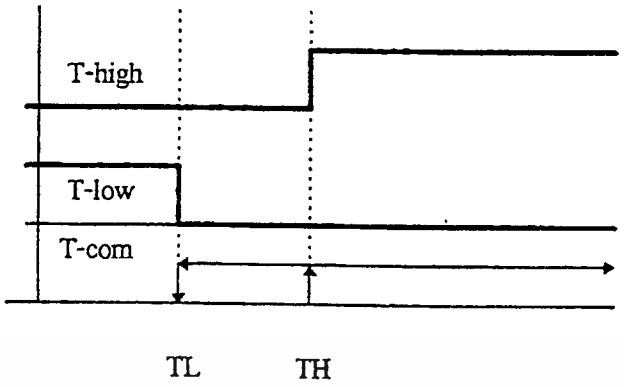


รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1620



รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะข้อมูล 9 บิตที่ออกมาทางเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 รูปสัญญาณพัลส์ที่ออกมาทางขา T high, Tlow, Tcom

ประโยชน์และปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานสำคัญทั่วๆไป ได้แก่ ภูมิอากาศและดิน ภูมิอากาศเป็นผลอันเนื่องมาจากการผสมผสานของอุณหภูมิ ความชื้น ฝนรวมทั้งไอน้ำที่กลั่นตัวในอากาศ แสงแดด และลม ปัจจัยทางภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก ได้แก่

อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช และการแพร่กระจายชนิดของพืชผัก แหล่งพลังงานความร้อนที่สำคัญคือ ดวงอาทิตย์ ซึ่งโลกได้รับพลังงานประมาณวันละ 2.0 กรัมแคลอรี ต่อ พื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร เนื่องจาก

ก. เส้นรุ้งหรือละติจูด (Latitude)

ข. ความใกล้ไกลจากชายฝั่งทะเล

ค. ความสูงต่ำของพื้นที่

ผลของอุณหภูมิต่อพืช

ก. กฎแวนท์ ฮอฟ (Van'Hoff's Law) ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 ° เซลเซียส (ในช่วง 5 ° ถึง 35 ° ซ) อัตราการเจริญเติบโตของพืช จะเพิ่มเป็น 2 เท่า ซึ่งเรียกว่า ค่าคิวเท็น (Q10)

ข. ความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (Diurnal Change) โดยทั่วไป ความแตกต่างกันมากระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนมีผลดีสำหรับขบวนการผลิตและเก็บสะสมอาหารของพืชบางชนิด ช่วงอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืนมีความสำคัญอย่างมากกับพืชผักบางชนิด เช่น มะเขือเทศ เป็นต้น ในขณะที่พืชผักบางอย่าง เช่น ถั่วชนิดพี ต้องการอุณหภูมิกลางวันที่ระดับเฉพาะหนึ่ง ๆ โดยทั่วไปแล้ว อุณหภูมิกลางคืนที่สูงมากไม่เป็นผลดีต่อพืช เนื่องจากมีผลทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น มีการใช้อาหารที่ได้มาจากการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวันมากขึ้น ผลผลิตที่จะเก็บเกี่ยวได้น้อยลง

ค. ความเสียหายเนื่องจากความเย็นเยือกแข็งและเย็นจัด (Freezing & Chilling Injury)

ง. ความเสียหายเนื่องจากความร้อน (High Temperture Injury)

จ. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อพืชผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

โครงสร้าง

เรือนพลาสติก ลักษณะโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชแบบใหม่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากในขณะนี้คือ ประเภทโรงเรือนที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุพวกไม้เนื้อแข็ง เหล็กกล้าไร้สริม หรืออลูมินั่ม จัดเป็นตัวโครงสร้าง เพื่อคลุมหลังคาโรงเรือนด้วยแผ่นไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกใส

โครงสร้างทำได้หลายแบบเช่น แบบโค้ง สามเหลี่ยมหน้าจั่ว เป็นต้น อันตราค่าใช้จ่ายตามประมาณ 270 - 1,350 บาทต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีช่วงระยะเวลาในการใช้งานประมาณ 10 ปี เป็นอย่างต่ำ พลาสติกที่ใช้ปกคลุมหลังคาจำเป็นต้องเปลี่ยนทุกๆ 1-2.5 ปี สำหรับพลาสติก และเปลี่ยนทุก ๆ 3 ปี สำหรับไฟเบอร์กลาส

โรงเรือนพลาสติกเขตร้อน ส่วนใหญ่ใช้พลาสติกชนิดหนาประเภทโพลีเอทธีลีน ซึ่งยอมให้แสงผ่านได้แต่น้อยกว่ากระจกจึงไม่จำเป็นต้องพรางแสงให้พืชกิ่งปักชำที่ปลูกในโรงเรือนเท่าไรนัก ต้นทุนการสร้างก็ต่ำกว่าเรือนกระจก มีข้อควรระวังคือ เรื่องความแข็งแรง ดังนั้นจึงควรยึดโรงเรือนให้มั่นคงด้วยการใช้ลวดตาข่ายกรุทางด้านหลังและปิดทับด้วยทางด้านบน โดยให้แผ่นพลาสติกกว้างเรียงซ้อนอยู่ตรงกลาง

การสร้างโรงเรือนพลาสติกอีกวิธีหนึ่งคือ ใช้ถุงปุ๋ยมาเย็บต่อกันเป็นหลังคาจะช่วยพรางแสงได้มากขึ้นกว่าใช้แผ่นพลาสติกที่นิยมใช้กันอยู่และใช้วิธีเปิดแผ่นพลาสติกด้านบนและล่างเล็กน้อย เพื่อให้อากาศถ่ายเทเข้าและออกได้สะดวกมากขึ้นซึ่งจะเป็นลักษณะใกล้เคียงกับเรือนกระจกแบบเปิดข้างในประเทศหนาว

สำหรับพื้นโรงเรือนควรใช้วัสดุดูดซับความชื้นได้ดีเป็นพิเศษเช่น ขุยมะพร้าว ทราย รองพื้นโรงเรือน และรดน้ำให้เปียกชุ่มอยู่เสมอ เพื่อเพิ่มความชื้นสัมพันธ์ในโรงเรือน การใช้โรงเรือนพลาสติกเมื่อเทียบกับเรือนกระจกจะมีความทนทานน้อยกว่า แต่ค่าลงทุนต่ำกว่า เหมาะกับเกษตรกรที่ต้องการเพาะเมล็ดขยายพันธุ์ขายปักชำกล้าขาย มีตลาดรองรับแน่นอน

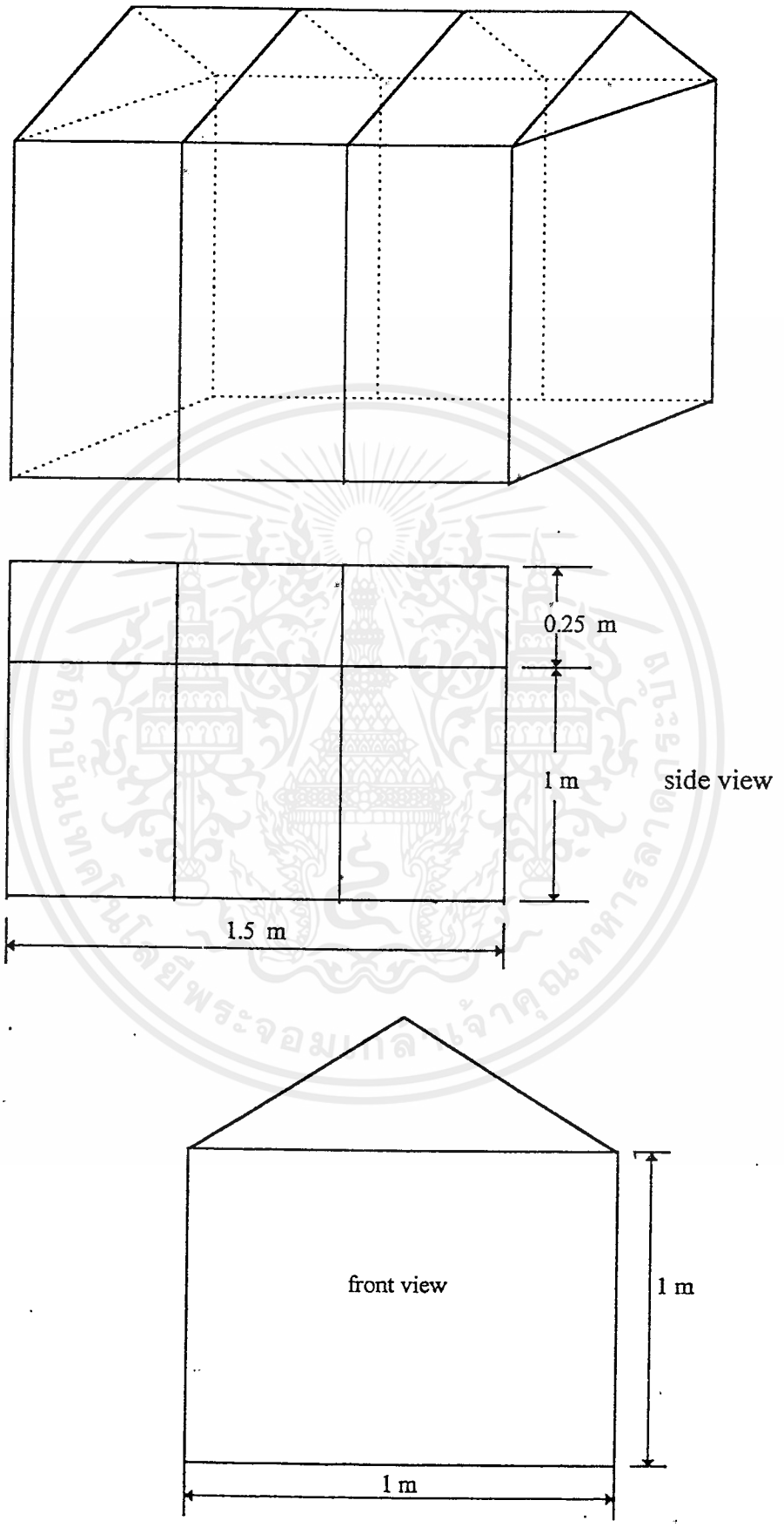
โครงสร้าง และ ขนาดเท่าของจริงของแบบจำลอง (GREENHOUSE MODEL)

แบบจำลอง (Greenhouse Model) นี้เป็นแบบ Even Span Gable Greenhouse ที่มีขนาดกว้าง 1m ยาว 1.5m และสูงจากฐานถึงสันหลังคา 1.25 m

<u>สาเหตุที่ใช้โครงสร้างแบบนี้</u> เพราะ มีความแข็งแรงเป็นแบบที่นิยมใช้กันอยู่แล้วในประเทศไทย

- ✓ มีความแข็งแรง
- ✓ เป็นแบบที่นิยมใช้กันอยู่แล้วในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.1 แสดงรูปโครงสร้างของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

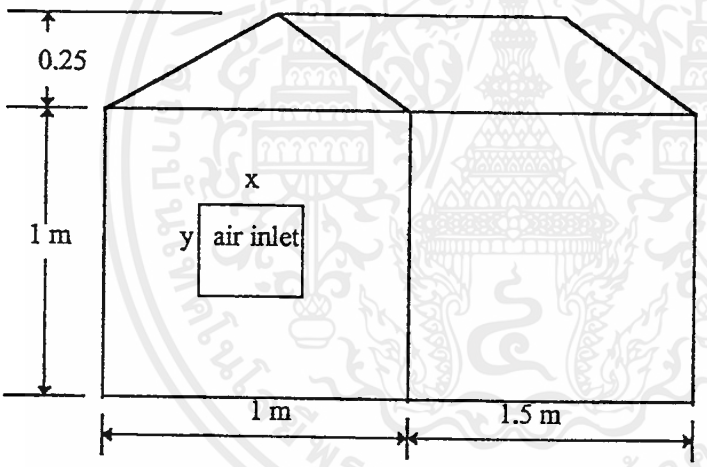
✓ สามารถทำการสร้างได้ง่าย วัสดุที่ใช้ทำสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม คือ อาจจะเป็นไม้หรือโลหะก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ประกอบการแต่ละคน แสดงได้ดังรูป 3.1

การคำนวณหาค่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของอากาศ และ ช่องเปิดลมทางเข้า (Air Inlet)

ช่องเปิดเพื่อยอมให้ลมไหลเข้า (air inlet) จะมีขนาดเท่ากับช่องของพัดลมดูดอากาศ (exhaust fan) และในการคำนวณต้องใช้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้คือ เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทลม (minute per change) และ ความเร็วของลม หน่วย ฟุตต่อนาที (FPM)

ขั้นตอนการคำนวณ

ขนาดจริงของแบบจำลอง (Greenhouse model) แบบ Even Span Gable



1 m. = 1/0.3 ft.

1.5 m. = 1.5/0.3 ft

รูปที่ 3.2 ขนาดของ GREENHOUSE MODEL

ปริมาตรภายใน Greenhouse = $1/0.3 \times 1/0.3 \times (1.5 / 0.3)$ cu.ft

= 55.55555556 cu.ft

ให้มีการถ่ายเทอากาศในหน่วยปริมาตรต่อนาที(minute per change)ในเวลา 0.5 นาที เลือกจากตาราง A ในภาคผนวก เมื่อสูตรการถ่ายเทอากาศ (CFM) ในหน่วยปริมาตร คือ

CFM = cu.ft ÷ เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทอากาศ

= 55.555555556 ÷ 0.5

= 111.111 cu.ft / min

ความเร็วลมเฉลี่ยที่ใช้ในการควบคุมการถ่ายเทอากาศในหน่วยปริมาตร (FPM) เพื่อทำให้มีการถ่ายเทอากาศ ผ่านช่องเปิดลมเข้า (air Inlet) ขนาด A ตารางฟุต เลือกจากตาราง B ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

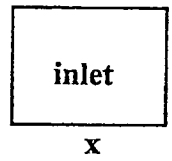
FPM = ความเร็วลม ft / min = 250 ft / min

คำนวณค่า A = พ.ท.ช่องเปิดลมเข้า (air inlet) ตารางฟุต

= CFM ÷ FPM

= 111.111 ÷ 250

= 0.4444 ตารางฟุต

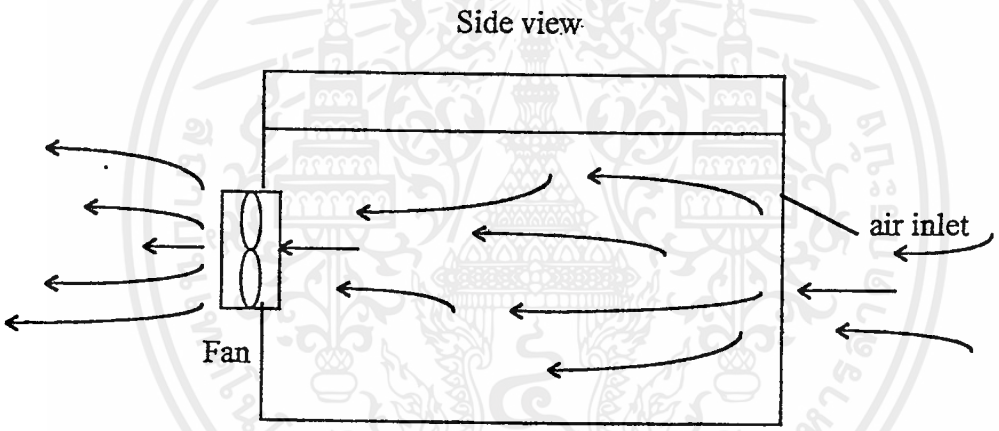


จะได้ด้าน y = x = $\sqrt{0.4444}$

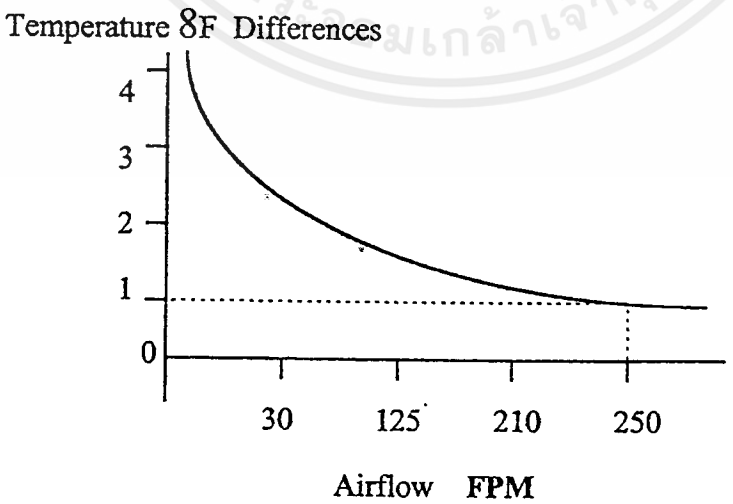
= 0.6666 ft

= 0.6666 × 12

= 8 นิ้ว.



รูปที่ 3.3 แสดงทิศทางลม



อุณหภูมิแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่าง อากาศภายใน Greenhouse กับ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ(เนื่องจากความเร็วลม FPM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง อัตราการถ่ายเทลม และอุณหภูมิภายใน สำหรับการระบายอากาศของ GREENHOUSE (Walker and Duncan, 1973b)

Air change rate, volumes/min	Inside temperature above outside
1/2	16 - 18
3/4	11 - 13
1	8 - 10
2	4 - 6

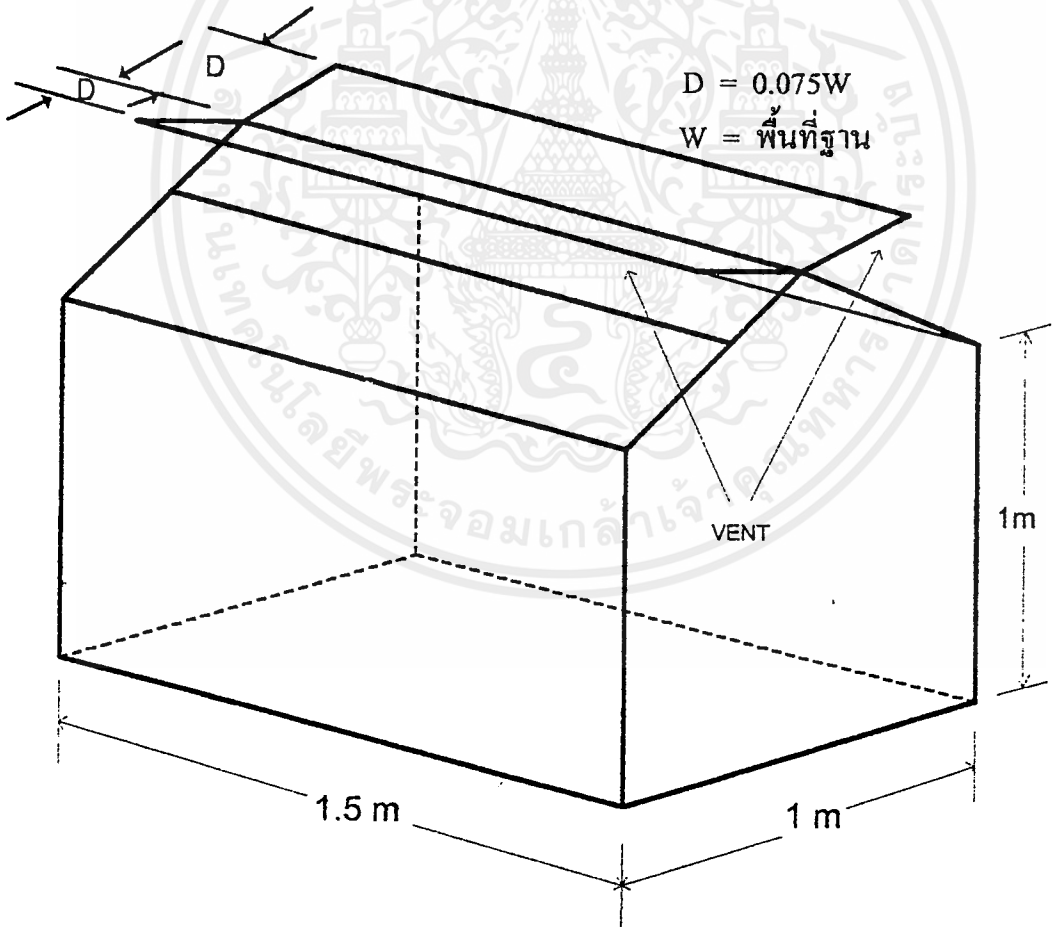
EX เมื่ออุณหภูมิภายนอก = 35 F

Air change rate = 1/2

จะได้อุณหภูมิภายในมีค่าอยู่ระหว่าง

= 35 + 16 F ถึง 35 + 18 F

= 51 F ถึง 53 F



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของ VENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE EFFECT OF WIND SPEED AND VENTILATOR POSITION ON AIR EXCHANGE IN THE GREENHOUSE (adapted from Whittle and Lawrence)

Vent position roof	Wind speed (km/h)	Air exchange per hour
Shut	21.6	2.9
Lee side open	21.4	9.1
Both side full open	4.3	14
Both side full open	9.7	20
Both side full open	10.5	34

ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM)

สภาพแวดล้อมต่างๆของเรือนกระจกจะต้องมีการควบคุม เพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติเฉพาะของพืชแต่ละชนิดที่เพาะปลูก การควบคุมสภาพแวดล้อมของเรือนกระจกในปัจจุบัน ส่วนมากมักเป็นแบบใช้แรงงานคนคอยควบคุม เช่น การใช้แรงงานคนเพื่อคอยตรวจสอบอุณหภูมิของเรือนกระจกจากเทอร์โมมิเตอร์ หากอุณหภูมิไม่ตรงตามที่ต้องการ คนงานอาจแก้ไขโดยการเปิดระบบทำความร้อน หรือเปิดพัดลมระบายอากาศ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สะดวกต่อเกษตรกร ดังนั้น ในโครงงานนี้เอง จึงได้คิดค้นระบบควบคุมอัตโนมัติขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกร และยังมีข้อดีอื่นๆอีกหลายประการ

ในโครงงานนี้จะนำเอาอุปกรณ์โซลิทสเตท มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบควบคุม ซึ่งสามารถแบ่งส่วนหลักๆได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน (ดูรูป 3.5 ประกอบ) คือ

1. หน่วยอินพุต อันได้แก่ ชุดเซ็นเซอร์ และ คีย์บอร์ด
   - เซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่รับรู้ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของเรือนกระจก แล้วเปลี่ยนการรับรู้ที่ได้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลเพื่อทำการประมวลผลต่อไป เซ็นเซอร์ที่กล่าวถึงก็ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดความสว่าง, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ, เซ็นเซอร์วัดความชื้น เป็นต้น
   - คีย์บอร์ด เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างหน่วยประมวลผลกับผู้ใช้ หรือเกษตรกร โดยจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนสู่คีย์บอร์ด ซึ่งได้แก่ค่าเป้าหมายของระบบ สถานะของระบบ ส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป
2. หน่วยประมวลผล อาจเปรียบได้ว่าเป็นมันสมองของระบบก็ได้ เพราะหน้าที่หลักของหน่วยประมวลผลก็คือการประมวลผลสัญญาณอินพุตต่างๆ ตามโปรแกรมที่เขียนเอาไว้ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำ

ผลของการประมวลผลอาจแสดงออกมาเป็นตัวอักขระต่างๆบน LCD หรือ เป็นสัญญาณควบคุมส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตรงตามเป้าหมาย ข้อดีที่สำคัญมากของคอนโทรลเลอร์ก็คือ เราสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขรูปแบบการประมวลผลได้อย่างอิสระ โดยการแก้ไขที่ตัวโปรแกรมให้เป็นไปตามที่ต้องการ ดังนั้นการเขียนโปรแกรมที่แม่นยำ ถูกต้อง ตรงตามจุดประสงค์จึงเป็นหัวใจหลักของการประยุกต์ใช้งานคอนโทรลเลอร์

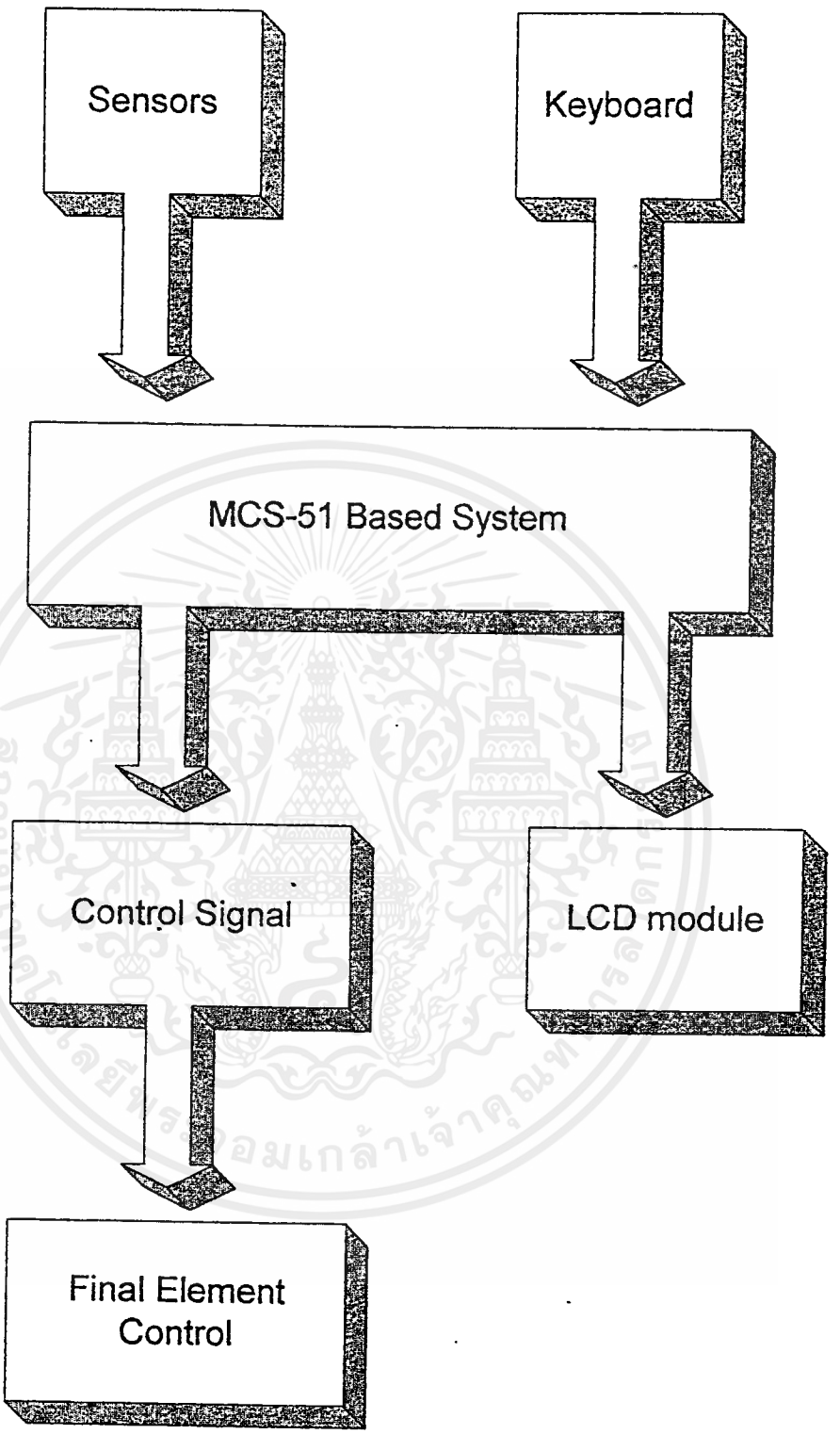
3. หน่วยเอาต์พุต เป็นส่วนที่จะแสดงผลหรือข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล เช่น การแสดงข้อมูลต่างๆในรูปของตัวอักขระบน LCD โมดูล เพื่อเป็นสิ่งแสดงให้ผู้ใช้รับรู้ถึงข้อมูล ของระบบต่างๆที่เกิดขึ้น ค่าเป้า หมายของระบบต่างๆ สัญญาณควบคุมก็เป็นเอาต์พุตตัวหนึ่งที่หน่วยประมวลผลสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นค่าเป้าหมายของอุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย ซึ่ง จะมีการปฏิบัติงานของอุปกรณ์ต่างๆต่อไป
4. อุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย อันได้แก่ โซลินอยด์วาล์ว , ชุดจ่ายไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ , ชุดจ่ายไฟฟ้าแก่ระบบแสงสว่าง เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบของระบบนี้จะมีความคล้ายคลึงกับส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ แต่มีขนาดที่เล็กกว่า หน่วยประมวลผลของระบบได้เลือกใช้คอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มีข้อดีอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น

- มีราคาถูก
- มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน
- ชุดคำสั่งมีความสามารถสูง
- มีการทำงานที่รวดเร็ว
- มีแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวกับคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มากมาย

นอกจากที่กล่าวมา ยังมีข้อดีแก่ผู้ค้นคว้าโครงงานนี้เองด้วย เพราะ มีความรู้เกี่ยวกับคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มาพอสมควรทำให้ง่ายในการประยุกต์ใช้งาน โดยปกติคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้จะต้องการสัญญาณอินพุตที่ เป็นแบบดิจิตอล แต่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ นั้นให้สัญญาณเอาต์พุตที่เป็นแบบอะนาล็อก ดังนั้น จึงต้องมีอุปกรณ์ แปลงสัญญาณเข้ามาปรับเปลี่ยนรูปสัญญาณ ซึ่ง ได้แก่อุปกรณ์ A/D Converter และ หากอุปกรณ์ตัวใดที่ต้องการสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณควบคุม ก็จะต้องมีอุปกรณ์ D/A Converter เข้ามาช่วยแปลงสัญญาณ สิ่งที่ระบบควบคุมจะต้องทำการควบคุม ได้แก่ ระบบแสงสว่าง , ระบบการให้น้ำ , ระบบอุณหภูมิ , ระบบความชื้น เป็นต้น

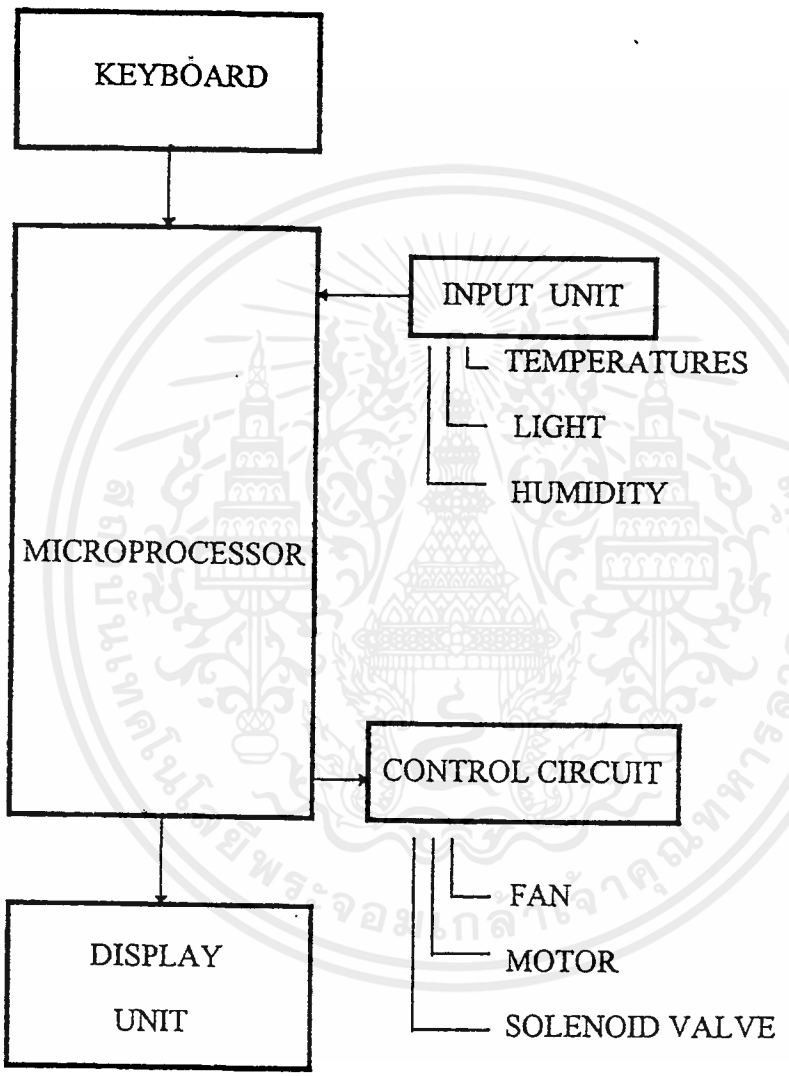
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.5 แสดงส่วนประกอบของชุดควบคุมอัตโนมัติ

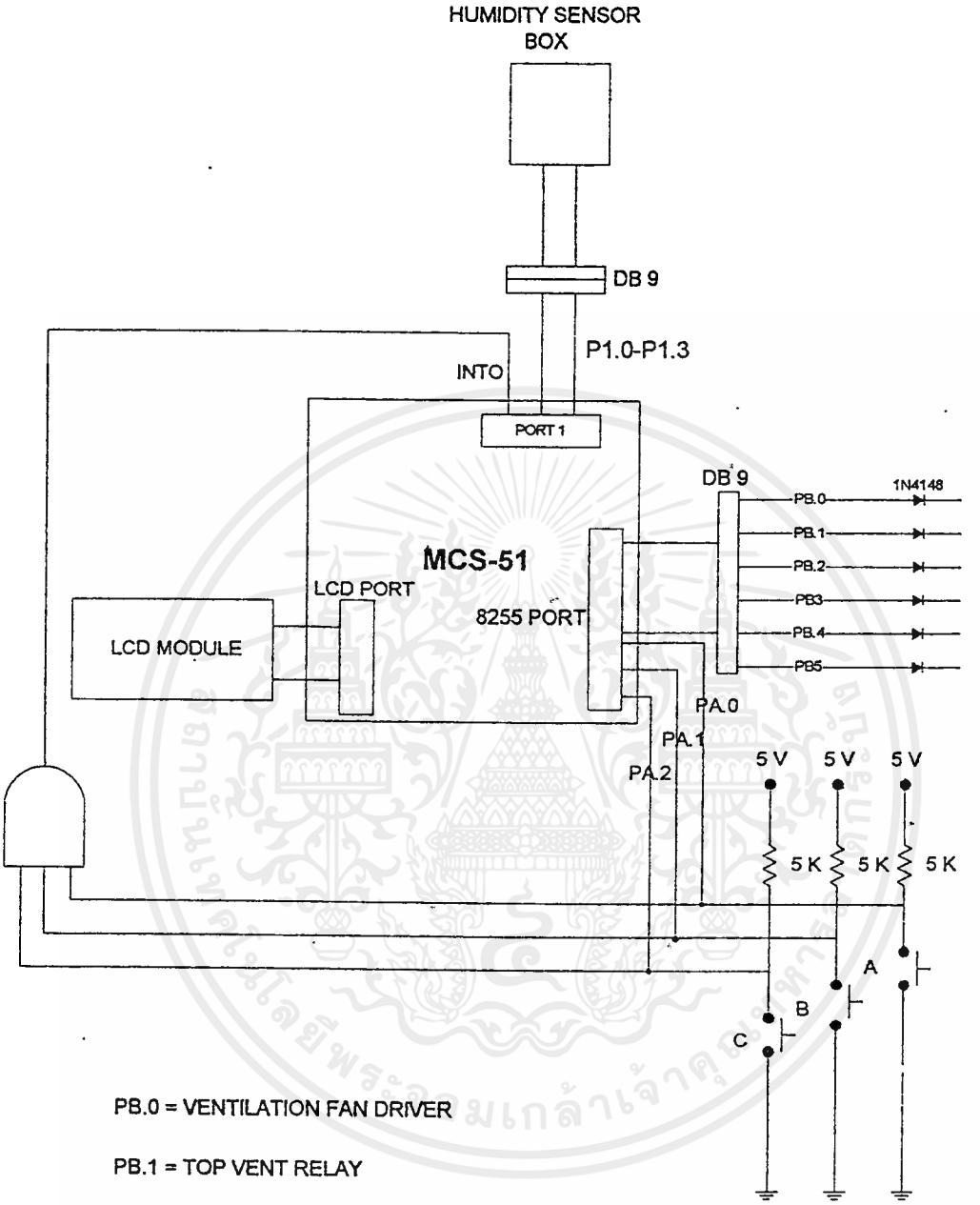
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROPROCESSOR VENTILATION CONTROL



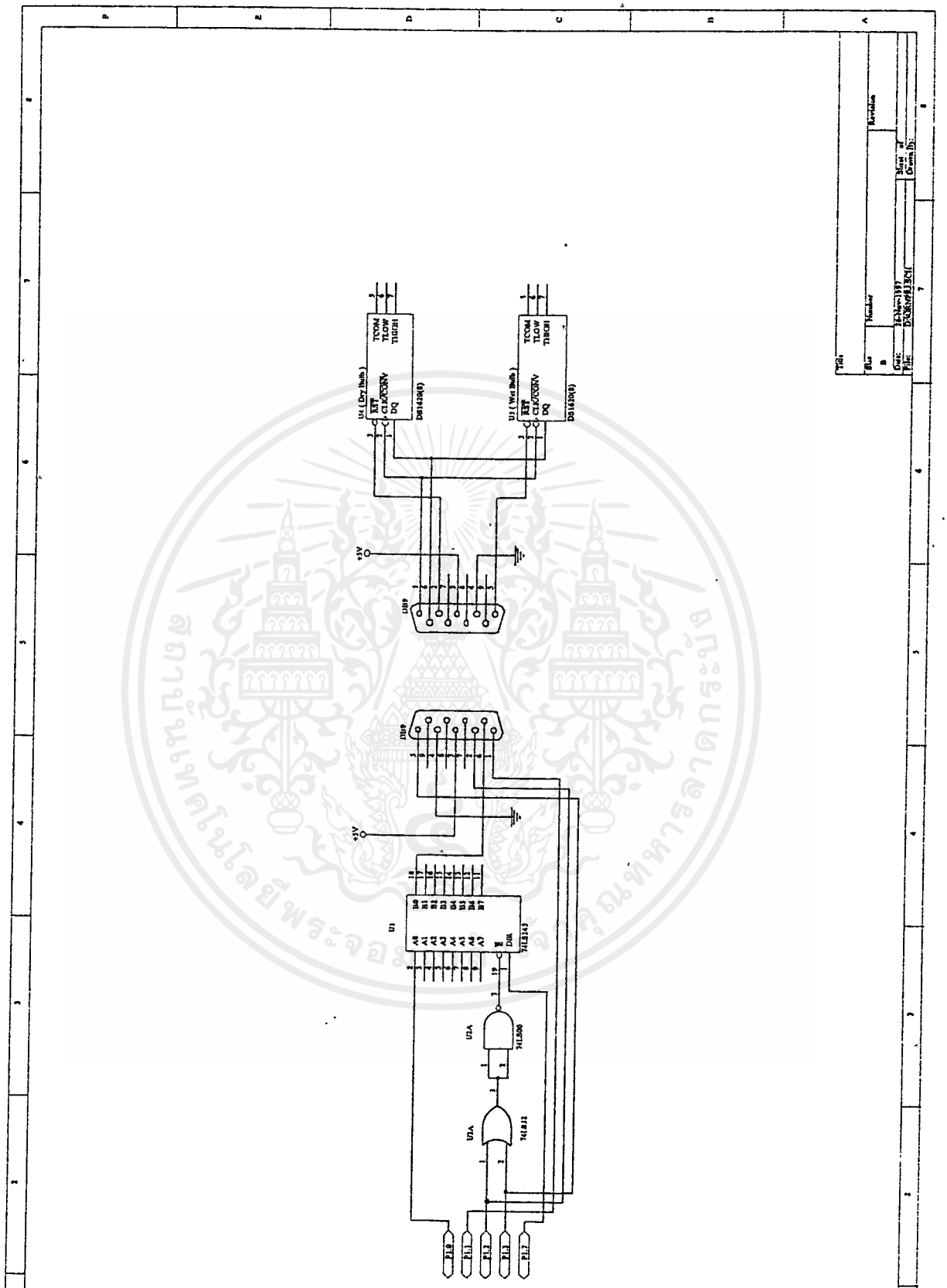
รูปที่ 3.6 ส่วนควบคุมระบบระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



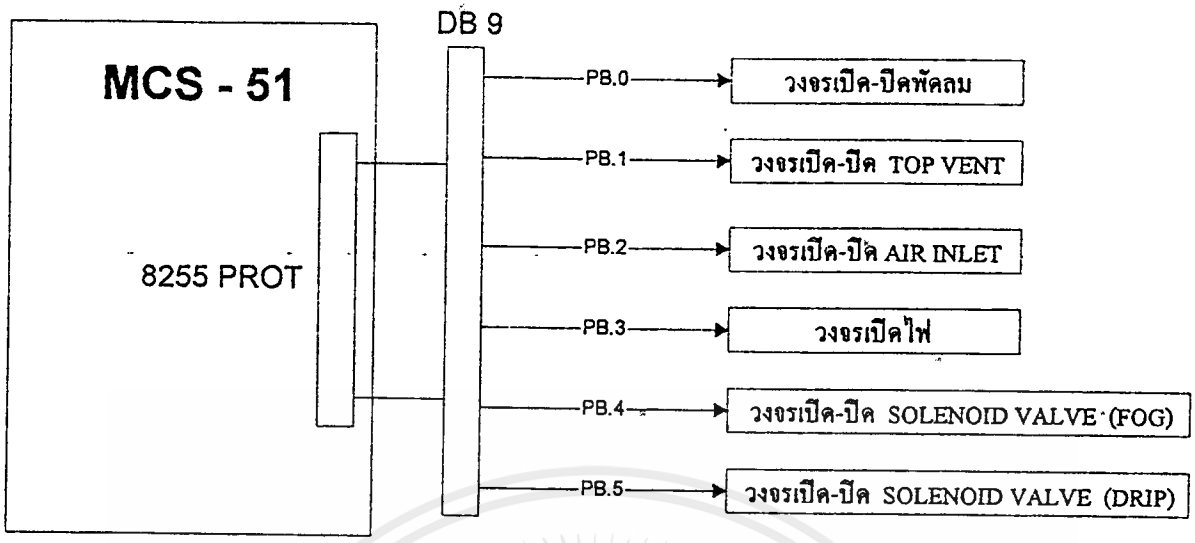
รูปที่ 3.7 การต่อชุดคอนโทรลเลอร์กับวงจรควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

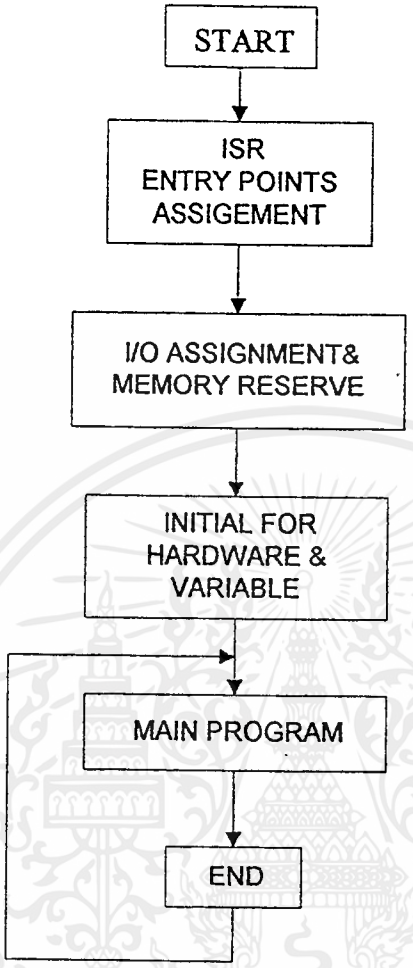


รูปที่ 3.9 การ INTERFACE วงจรควบคุมต่างๆ

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานจะคอยดูแล ควบคุม ตรวจเช็ค การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้สอดคล้องตามเป้าหมายของการควบคุม โปรแกรมควบคุมการทำงานจะประกอบไปด้วย โปรแกรมหลัก (Main Program) โปรแกรมย่อยต่างๆ ที่จะคอยช่วยการทำงานต่างๆ ตามการร้องขอของโปรแกรมอื่นๆ โปรแกรมบริการการอินเตอร์รัพนี้ ซึ่งจะขออธิบายการทำงานของโปรแกรมของเหล่าด้วย โฟลชาร์ตต่างๆ จากรูปที่ 3.9 แสดงถึงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน เมื่อเราเริ่มสตาร์ทระบบ หรือ รีสตาร์ทระบบ โปรแกรมควบคุมการทำงานจะเริ่มต้นกำหนดตำแหน่งการทำงานของโปรแกรมต่างๆเมื่อเริ่มสตาร์ท และ ตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเตอร์อินเตอร์รัพ จากนั้นก็ทำการกำหนดตำแหน่งของอินพุตเอาต์พุต ต่างๆ และ การจองหน่วยความจำเพื่อสงวนไว้สำหรับ เก็บค่าตัวแปร บัฟเฟอร์ต่างๆ เช่น เก็บค่าของเวลา อุณหภูมิ เป็นต้น จากนั้นจะเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นของส่วนฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น กำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสาร , กำหนดโหมดการทำงานของตัววัดอุณหภูมิ , กำหนดค่าเริ่มต้นของการเปิด/ปิดการให้น้ำ เป็นต้น ต่อมาจะเข้าสู่ส่วนของโปรแกรมหลัก และโปรแกรมก็จะวนอยู่ในส่วนของโปรแกรมหลัก จนกว่าจะมีการสตาร์ทระบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

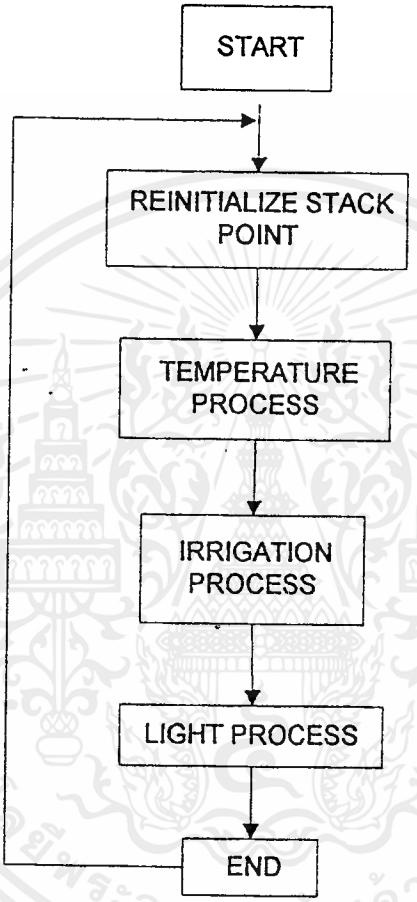
โปรแกรมหลัก (Main Program)

โปรแกรมหลัก ถือเป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่ง เพราะ โปรแกรมหลักจะคอยจัดการ ตรวจสอบค่าของกระบวนการต่างๆ โดยจะมีการเรียกโปรแกรมย่อยต่างๆ ให้มาทำงานตามการร้องขอของโปรแกรมหลัก จากรูปที่ 3.10 เป็นโฟลชาร์ตที่แสดงถึงการทำงานของโปรแกรมหลัก

เริ่มต้นโปรแกรมหลักจะทำการกำหนดตำแหน่งของ STACK POINTER ไปไว้ยังตำแหน่งหน่วยความจำส่วนบน (UPPER INTERNALRAM) เพื่อป้องกันการทับซ้อนของ STACK POINTER กับหน่วยความจำอื่นๆที่ได้ทำการจองไว้ เนื่องจากมีโปรแกรมย่อยหลายโปรแกรมที่มีการทำงานกับ STACK โดยในโปรแกรมจะกำหนดตำแหน่งไว้ที่ตำแหน่ง 80H ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายในพิเศษที่มาพร้อมกับ CPU เบอร์ 8032 จากนั้นจะเข้าสู่ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมการให้น้ำ และ การควบคุมระบบแสงสว่าง หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะวนกลับสู่จุดเริ่มต้นใหม่ เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ หากเกิดการอินเตอร์รัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแหล่งต่างๆ เช่น การอินเตอร์รัพจากการกดคีย์บอร์ดการอินเตอร์รัพจากไทร์มเมอร์ โปรแกรมก็จะหยุดการทำงานในส่วนของโปร่แกรมหลักไว้แล้วกระโดดไปทำงานตามโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพนั้น เมื่องานในส่วนของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพสำเร็จแล้ว ก็จะกระโดดมาทำงานตามปกติในโปรแกรมหลัก



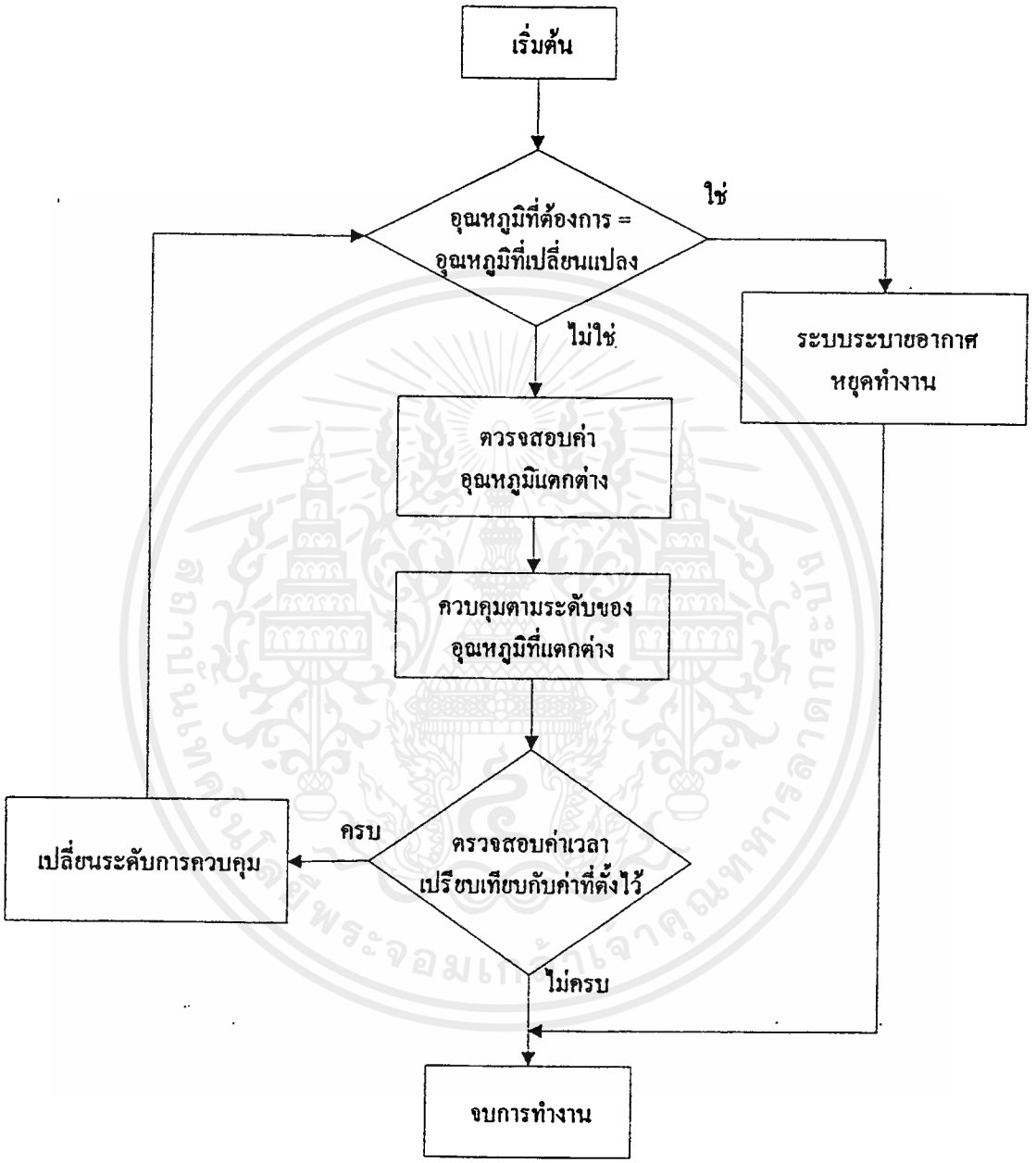
รูปที่ 3.11 โปรแกรมหลัก

Temp Process

เป็นโปรแกรมหนึ่งที่อยู่ในส่วนของโปรแกรมหลัก โปรแกรมส่วนนี้ จะทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิภายใน Greenhouse กับค่าอุณหภูมิเป้าหมายที่กำหนดไว้ หากค่าทั้งสองเท่ากัน โปรแกรมก็จะเลยไปสู่โปรแกรมต่อไปพร้อมทั้งหยุดทำงานของอุปกรณ์ลดอุณหภูมิทุกตัว แต่ถ้าหากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากัน โปรแกรมจะทำงานเปรียบเทียบค่าทั้ง 2 ว่า ค่าอุณหภูมิของ Greenhouse สูงกว่าค่าเป้าหมายเท่าไร ค่าความแตกต่างที่ได้ทุกค่าตั้งแต่ 1 - 5 องศาเซลเซียส จะมีโปรแกรมย่อยที่ลดอุณหภูมิของ Greenhouse โดยเฉพาะ เช่น หากค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของ Greenhouse กับค่าเป้าหมาย = 3 องศาเซลเซียส โปรแกรม CASE_ 3C จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของ Greenhouse โปรแกรมจะมีการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มทำการลดอุณหภูมิหากครบเวลาแล้วอุณหภูมิยังไม่เปลี่ยน หรือ ยังไม่ลดลง โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนโปรแกรมย่อยลดอุณหภูมิไปเป็นโปรแกรมที่มีคุณภาพการลดอุณหภูมิมากขึ้น ดังรูปที่ 3.11



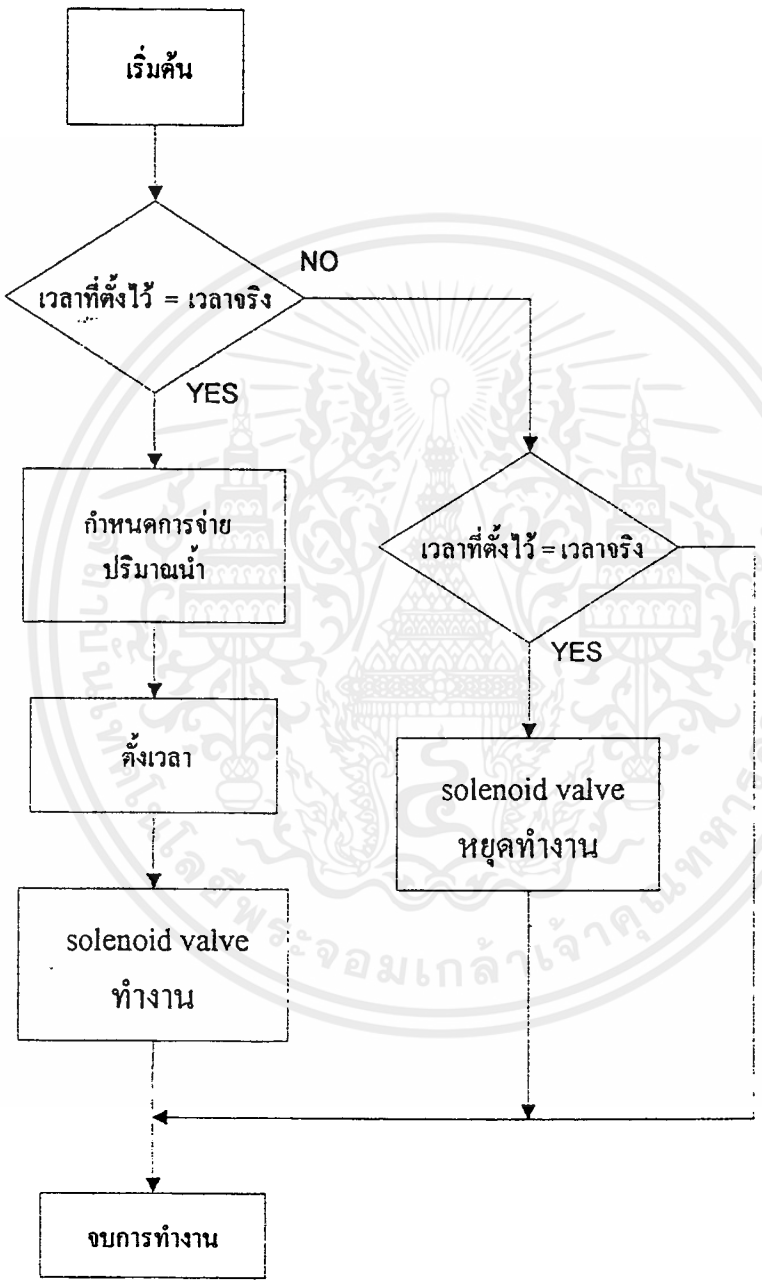
รูปที่ 3.12 โปรแกรม TEMP PROCESS

Irrigation Process

จุดประสงค์ของโปรแกรมส่วนนี้ ก็คือ การควบคุมการใช้น้ำแก่พืช ให้ตรงตามเวลาและปริมาณที่กำหนดไว้ จากโฟลชาร์ต เริ่มต้นโปรแกรมจะตรวจสอบค่าเวลาปัจจุบันกับค่าเวลาเปิดระบบให้น้ำ ถ้ายังไม่ถึงเวลาให้น้ำโปรแกรมจะข้ามไปยังส่วนอื่นต่อไปแต่เมื่อถึงเวลาให้น้ำแล้ว โปรแกรมจะเปิดโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วของระบบน้ำหยดเพื่อให้น้ำแก่พืช โดยอัตราการให้น้ำจะมีอัตราที่สอดคล้องความต้องการน้ำของพืชในแต่ละเดือน โปรแกรมจะทำการตั้งเวลาตามระยะเวลาที่ต้องการให้น้ำ เมื่อโปรแกรมทำงานไปเรื่อย ๆ และถึงเวลาปิดระบบน้ำ โปรแกรมจะทำการปิดโซลินอยด์วาล์วของระบบให้น้ำแล้วทำงานตามโปรแกรมอื่นต่อไป

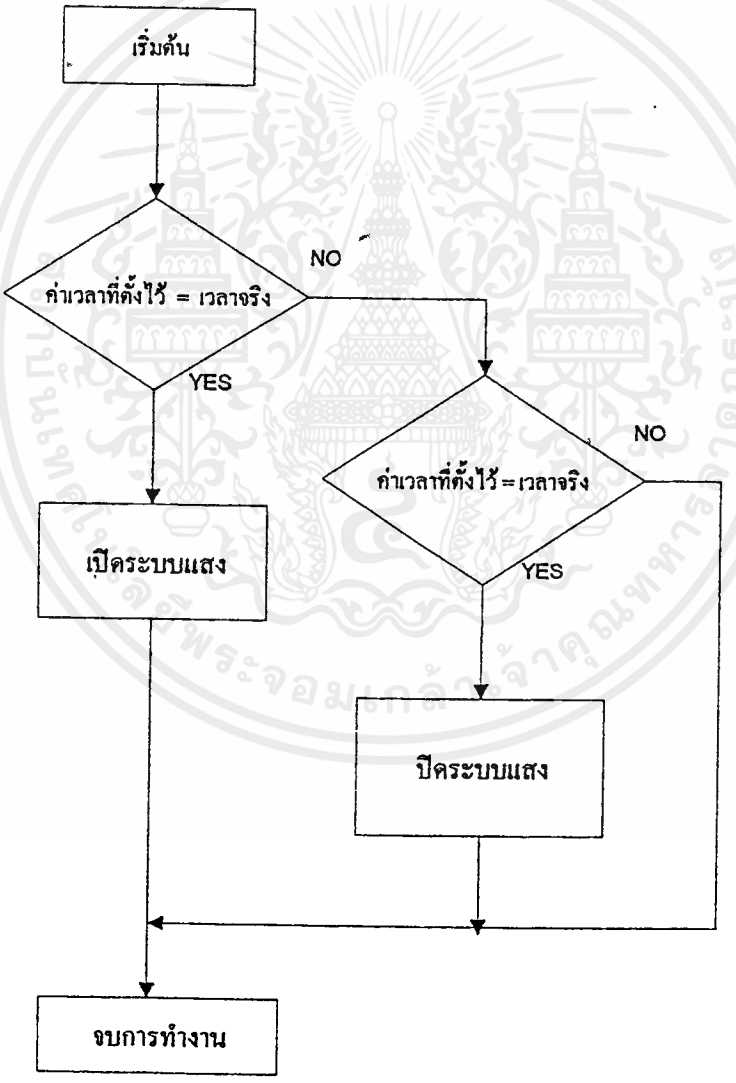


รูปที่ 3.13 โปรแกรม IRRIGATON PROCESS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Light Process

โปรแกรมจะคอยตรวจสอบว่าถึงเวลา เปิดระบบแสงหรือยัง หากถึงเวลาโปรแกรมจะส่ง เอาท์พุต ไปยังรีเลย์เพื่อจ่ายไฟให้แก่ระบบแสง หากถึงเวลาปิดระบบแสงโปรแกรมก็จะหยุดกระตุ้นรีเลย์ทำให้ระบบแสงหยุดทำงาน เหตุที่ต้องมีส่วนนี้ขึ้นมาก็เพราะว่า โดยปกติระบบแสงจะคอยตรวจระดับแสงภายใน Greenhouse หากแสงมีค่าความเข้มต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ มันจะทำการเปิดไฟเพื่อชดเชยปริมาณแสงที่น้อยเกินไป แต่เมื่อถึงเวลาตอนเย็นหรือกลางคืนซึ่งเป็นเวลาปกติที่จะไม่มีแสง ระบบแสงอาจทำการเปิดไฟขึ้นมาได้ จึงต้องมีการ เปิด-ปิด ระบบแสงตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างปกติ ดังรูปที่ 3.12

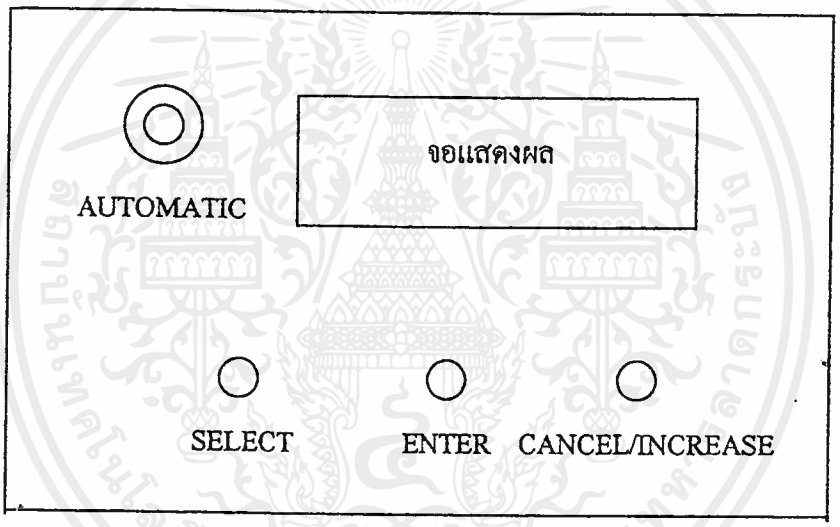


รูปที่ 3.14 โปรแกรม LIGHT PROCESS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมควบคุม

จากที่เคยกล่าวมาตอนต้น ว่า ระบบคอนโทรล จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ ส่วนประมวลผล , ส่วนแสดงผล , ส่วนติดต่อผู้ใช้ , อุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย , sensor และ สัญญาณควบคุม โปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงส่วนต่างๆเหล่านี้ มาทำงานร่วมกัน อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานของโปรแกรมจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติ แต่ เพื่อประโยชน์การใช้งานสูงสุด โปรแกรมควบคุมควรจะมีความสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานให้ตรงกับผู้ใช้งาน โปรแกรมควบคุมในโครงงานนี้ก็เช่นกัน ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยน ค่าเป้าหมายต่างๆได้ เช่น เวลาให้น้ำแก่พืช , การตั้งค่าเวลา , เป็นต้น โดยผู้ใช้สามารถติดต่อกับหน่วยประมวลผล ผ่านทางคีย์บอร์ด และ จอแสดงผล LCD



รูปที่ 3.15 แสดงถึงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

จากรูปข้างบน แสดงถึงส่วนประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถอธิบายหน้าที่ได้ดังนี้

- จอแสดงผล จะเป็นจอภาพแบบ LCD ที่จะแสดงตัวอักษร , สัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อสื่อสารกับผู้ใช้กับหน่วยประมวลผล
- คีย์บอร์ดเป็นส่วนรับข้อมูลต่าง ๆจากผู้ใช้ไปสู่หน่วยประมวลผล
- AUTOMATIC LAMP เป็นตัวแสดงถึงสถานะของระบบควบคุมว่า ขณะนั้นระบบควบคุมทำงานแบบ AUTOMATIC หรือ แบบ MANUAL

<u>ปุ่มกด สามารถแยกตามหน้าที่ได้ดังนี้</u>

- ปุ่ม SELECT ในการทำงานปกติ เป็นปุ่มที่ใช้เลือกรายการต่างๆ ที่ต้องการจะติดต่อกับหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

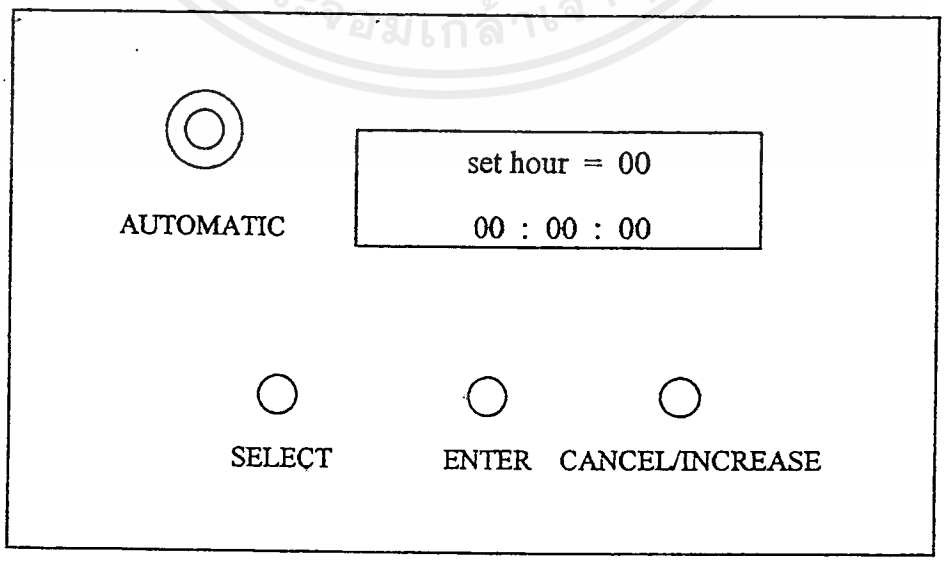
- ปุ่ม ENTER ในการทำงานปกติ เปรียบได้เสมือนปุ่มตกลง เพื่อเข้าสู่รายการที่ต้องการดู หรือแก้ไข และ ยังแสดงถึงการสิ้นสุดการทำงานของรายการ แต่ถ้า อยู่ในโหมดของการเซ็ตค่าต่างๆ ปุ่มENTERจะเป็นตัวป้อนค่าต่างๆสู่หน่ว ยประมวลผล
- ปุ่ม CANCEL/INCREASE ในการทำงานปกติ เปรียบเสมือนปุ่มยกเลิกการทำงานในรายการนั้น เพื่อกลับสู่รายการหลัก แต่ ถ้าอยู่ในโหมดการเซ็ตค่า ปุ่ม CANCEL/INCREASE จะเป็นปุ่มเพิ่ มค่าตัวแปรต่างๆตามความต้องการของผู้ใช้งาน

การติดต่อกับผู้ใช้ผ่านจอแสดงผล จะแสดงตัวอักษร เป็นรายการต่างๆ หากผู้ใช้สนใจรายการใด ก็สามารถใช้ปุ่มทั้งสามปุ่มติดต่อกับหน่วยประมวลผลได้ ทำความเข้าใจง่าย โอกาสผิดพลาดในการสื่อสารจึงมีน้อย มีข้อเสียตรงที่ ใช้เป็นภาษาอังกฤษ อาจทำให้เกิดความสับสนกับผู้ใช้ได้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. จ่ายไฟฟ้าให้แก่ AUTOMATIC GREENHOUSE SYSTEM
2. เมื่อผู้ใช้งานจ่ายไฟฟ้าให้แก่ระบบแล้ว ที่จอของ LCD จะแสดงข้อความ " AUTOMATIC GREENHOUSE SYSTEM PROJECT " ซึ่งข้อความนี้จะปรากฏทุกครั้งเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ระบบ หรือ รีเซ็ตระบบ
3. จากนั้น ผู้ใช้สามารถกดปุ่มใดๆ ก็ได้ เพื่อเข้าสู่การป้อนค่าเวลา และ วัน เดือน ปี ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ให้ผู้ใช้งานกดปุ่ม SELECT เพื่อเลือกรายการที่ต้องการป้อน เช่น ค่าชั่วโมง นาที ดังแสดงในรูปที่ 3.16



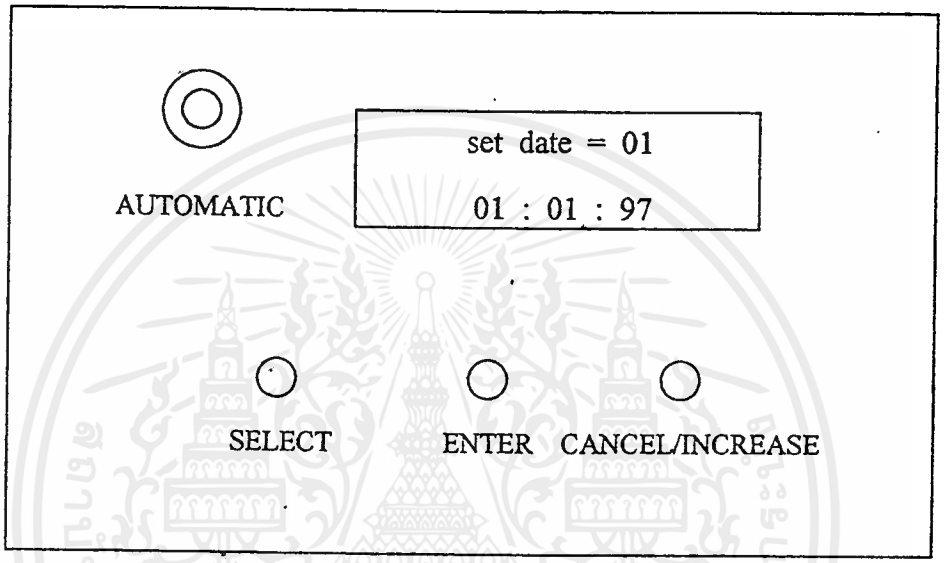
รูปที่ 3.16 รายการ การป้อนค่าชั่วโมง , นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 เมื่อเลือกรายการที่ต้องการป้อนเสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม CANCEL/INCREASE เพื่อกำหนดค่าเวลาตามที่ต้องการ

3.2 หลังจากนั้น ให้กดปุ่ม ENTER เพื่อ นำค่าเวลาที่กำหนด ป้อนเข้าสู่ระบบควบคุม

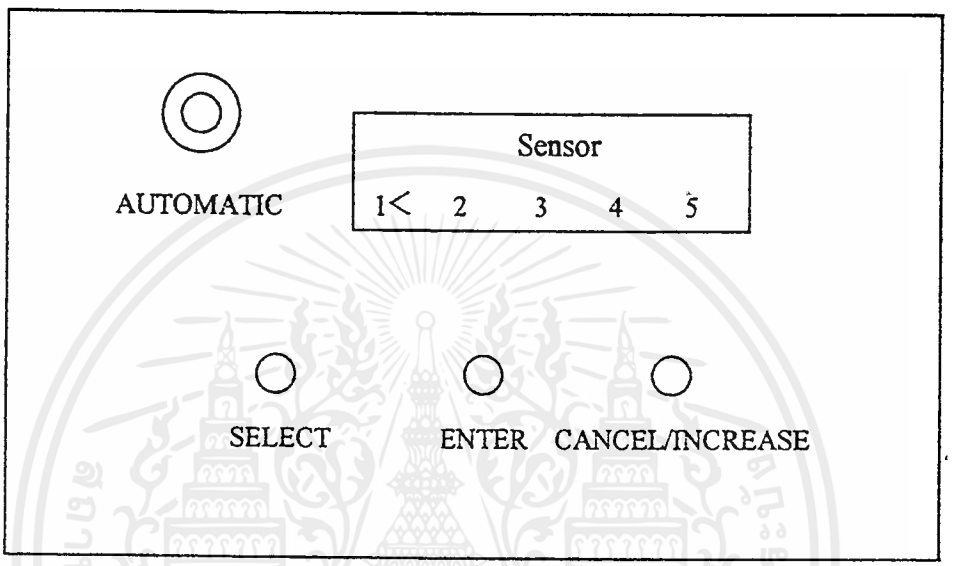
3.3 ต่อไป หน้าจอจะแสดงรายการของการกำหนดค่า วัน เดือน ปี ดังแสดงในรูปที่ 3.17 การกำหนดค่าสามารถกระทำได้ตามหัวข้อ 3.1 - 3.3



รูปที่ 3.17 รายการ กำหนดค่าวัน , เดือน , ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากที่กำหนดค่า วัน เดือน ปี เสร็จแล้ว หน้าจอจะแสดงถึงรายการหลักซึ่งประกอบไปด้วย 5 รายการหลัก คือ SENSOR , SETUP , STATUS , TIME & DATE , CONTROL MODE ดังแสดงในรูปที่ 3.18 การเลือกรายการต่างๆ ให้กดปุ่ม SELECT เมื่อต้องการเข้าสู่รายการใดให้กดปุ่ม ENTER



รูปที่ 3.18 แสดง 5 รายการหลัก

4.1 SENSOR เมื่อผู้ใช้งานเลือกรายการ SENSOR แล้ว ให้กดปุ่ม ENTER จากนั้นหน้าจอจะแสดงค่าของอุณหภูมิซึ่งมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

4.2 SETUP เมื่อผู้ใช้งานเลือกรายการ SETUPแล้ว ให้กดปุ่ม ENTER จากนั้นหน้าจอจะแสดงรายการย่อยต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

- ON LAMP SYSTEM TIME เป็นรายการที่ใช้สำหรับตั้งเวลาเปิดระบบแสงสว่าง เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม ENTER จะเข้าสู่รายการตั้งเวลาเปิด โดยผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม SELECT เพื่อเลือกรายการที่ต้องการตั้ง คือ ค่าชั่วโมงและนาที จากนั้นให้กดปุ่ม CANCEL/INCREASE เพื่อกำหนดค่าตามต้องการ เมื่อกำหนดค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม ENTER อีกครั้ง เพื่อนำค่าที่กำหนดสู่หน่วยประมวลผล
- OFF LAMP SYSTEM TIME เป็นรายการที่ใช้สำหรับตั้งเวลาปิดระบบแสงสว่าง โดยมีขั้นตอนการกำหนดค่าเหมือนกับการกำหนดค่า ON LAMP SYSTEM TIME ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- START IRRIGATE TIME เป็นรายการที่ใช้สำหรับตั้งเวลาเปิดระบบน้ำหยด โดยมีขั้นตอนการกำหนดค่าเหมือนกับการกำหนดค่า ON LAMP SYSTEM TIME ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น
- QUANTITY OF IRRIGATE เป็นรายการที่ใช้สำหรับกำหนดปริมาณการให้น้ำของระบบน้ำหยด โดยผู้ใช้สามารถเลือกปริมาณการให้น้ำเป็นแบบ AUTOMATIC หรือ MANUAL ได้ ซึ่งการให้น้ำแบบ AUTOMATIC นั้นหน่วยประมวลผลได้คำนวนปริมาณการให้น้ำไว้เรียบร้อยแล้วซึ่งสอดคล้องกับความต้องการน้ำของพืชในแต่ละเดือน ส่วนแบบ MANUAL ผู้ใช้จะต้องกำหนดปริมาณการให้น้ำเอง โดยการป้อนค่าปริมาณ การให้น้ำ ซึ่งมีหน่วยเป็นนาที การกำหนดค่านั้นจะต้องเลือกรายการ MANUAL แล้วกด ENTER จากนั้นก็ทำการป้อนค่าปริมาณการให้น้ำโดยกดปุ่ม CANCEL/INCREASE เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม ENTER เพื่อป้อนค่าดังกล่าวให้แก่หน่วยประมวลผล
- CROP เป็นรายการที่ใช้สำหรับเลือกพืชที่ต้องการปลูก โดยกดปุ่ม SELECT เพื่อเลือกพืช แล้ว กดปุ่ม ENTER เพื่อให้หน่วยประมวลผลรับรู้ชนิดของพืชที่ถูกเลือก

4.3 STATUS เป็นรายการที่แสดงถึงค่าสถานะของอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม

4.4 DATE & TIME เป็นรายการที่แสดงถึงเวลา และ วัน เดือน ปี ปัจจุบัน

4.5 CONTROL MODE เป็นรายการที่ใช้สำหรับเลือกลักษณะของการควบคุม ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ AUTOMATIC และแบบ MANUAL หากเลือกแบบ AUTOMATIC หน่วยประมวลผลจะทำการควบคุมระบบต่างๆอย่างอัตโนมัติ แต่ ถ้าเป็นแบบ MANUAL หน่วยประมวลผลจะไม่ทำการควบคุมระบบใดๆ ผู้ใช้จะต้องทำการควบคุมส่วนต่างๆ เช่น พัดลมระบายอากาศ, ระบบน้ำหยด ด้วยตนเองโดยการควบคุมผ่านตู้คอนโทรล

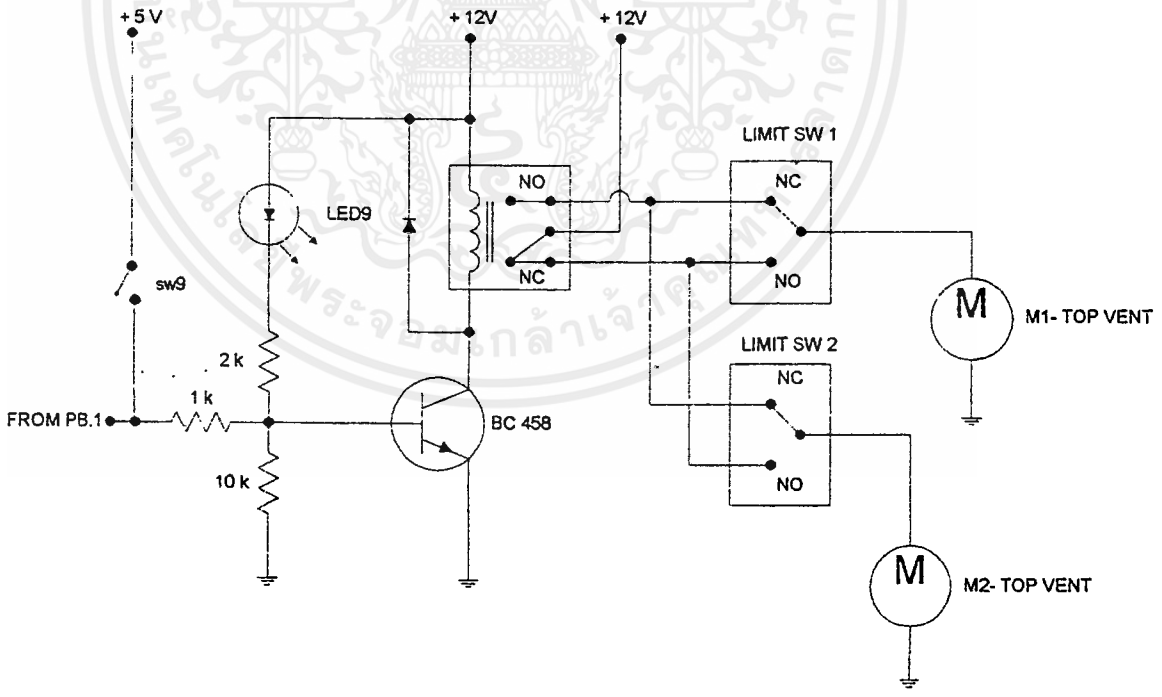
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานและวงจร

วงจร เปิด - ปิด Top Vent

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นทำให้ Relay สับ SWITCH ไปที่ตำแหน่ง NO ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จ่ายแรงดันให้กับ Motor ทั้ง 2 ตัว ให้หมุนดัน Top vent ให้เปิดขึ้นเมื่อ Motor หมุนไปยังจุดที่กำหนดไว้ ซึ่งที่จุดนี้กระเดื่องของ LIMIT SWITCH จะถูกกดทำให้เปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัส ไปที่ตำแหน่ง NO จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยง Motor ทำให้ Motor หยุดหมุน

เมื่อป้อนสัญญาณ 0 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay สับ SWITCH ไปที่ตำแหน่ง NC ในขณะที่ LIMIT SWITCH ทั้ง 2 ตัว อยู่ที่ตำแหน่ง NO ทำให้ Motor หมุนไปอีกจนเลยตำแหน่งที่มีการกดกระเดื่องของ LIMIT SWITCH ทำให้หน้าสัมผัสสับ SWITCH มาที่ตำแหน่ง NC ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีไปเลี้ยง Motor Motor จึงหยุดหมุน



รูปที่ 3.19 วงจรเปิด - ปิด TOP VENT

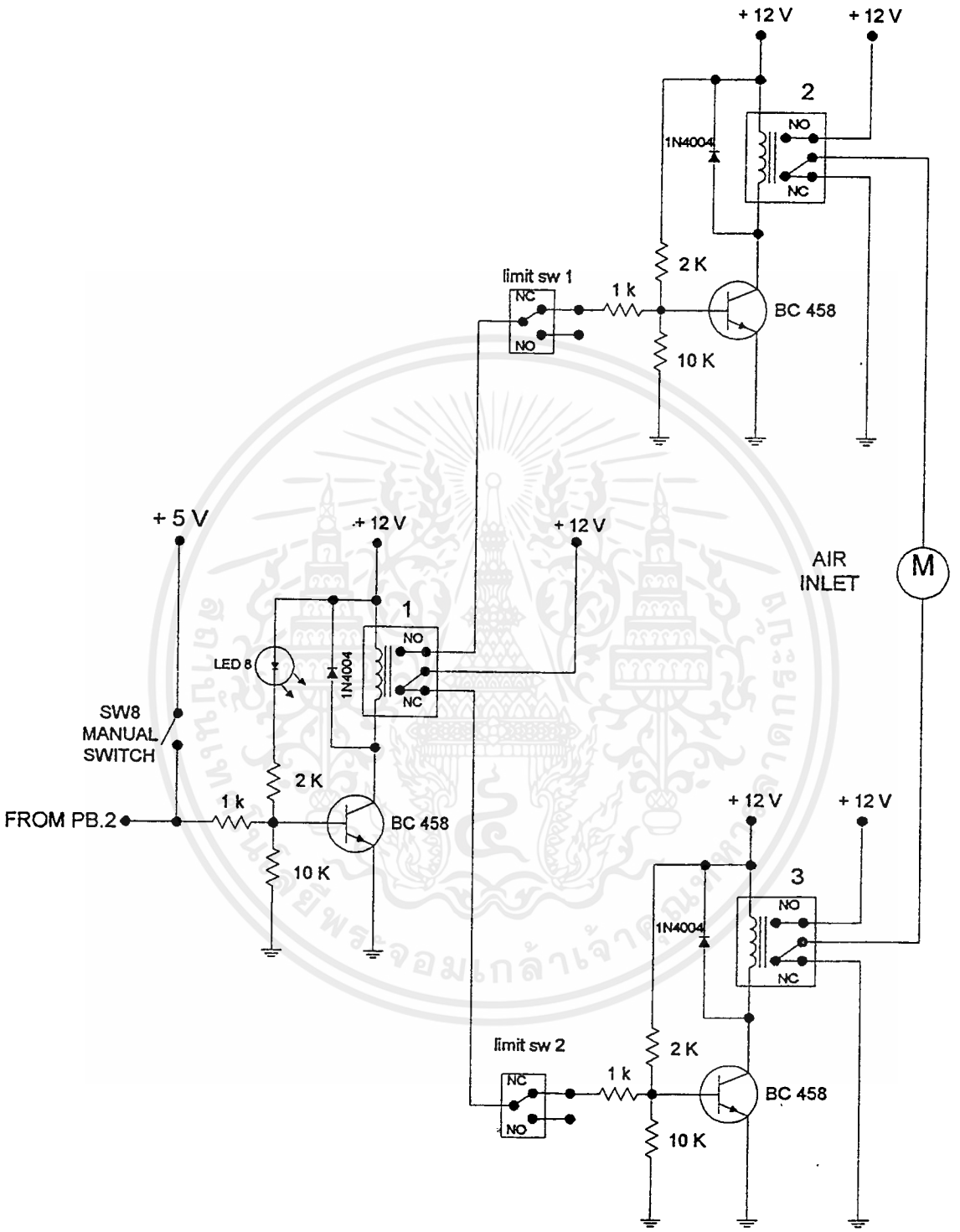
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร เปิด - ปิด AIR INLET

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay 1 เกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้ Relay 1 สับ SWITCH ไปที่ตำแหน่ง NO กระแสไฟจะไหลผ่าน limit SWITCH 1 ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง NC จึงมีสัญญาณไปยังวงจรขับ Relay 2 ทำให้ Relay 2 เกิดการเหนี่ยวนำ เปลี่ยนไปที่ตำแหน่ง NO Motor จะหมุนเปิด AIR INLET MOTER หมุนไปจนกระทั่งถึงจุดที่กำหนด จะมีคานไปกดกระเดื่องของ limit SW 1 ทำให้ Motor หยุดหมุน

เมื่อป้อนสัญญาณ 0 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay 1 ไม่เกิดการเหนี่ยวนำจึงมีกระแสไฟผ่าน limit SW 2 ไปยังชุดขับ Relay 3 Relay 3 เหนี่ยวนำ ทำให้ Motor หมุนกลับตอนป้อนสัญญาณ 1 ซึ่ง Relay 2 ได้กลับมาที่ตำแหน่ง NC แล้ว เมื่อ Motor หมุนกลับมายังจุดที่กำหนดคานจะไปกดกระเดื่องของ limit SW 2 Motor จึงหยุดหมุน วงจรแสดงในรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



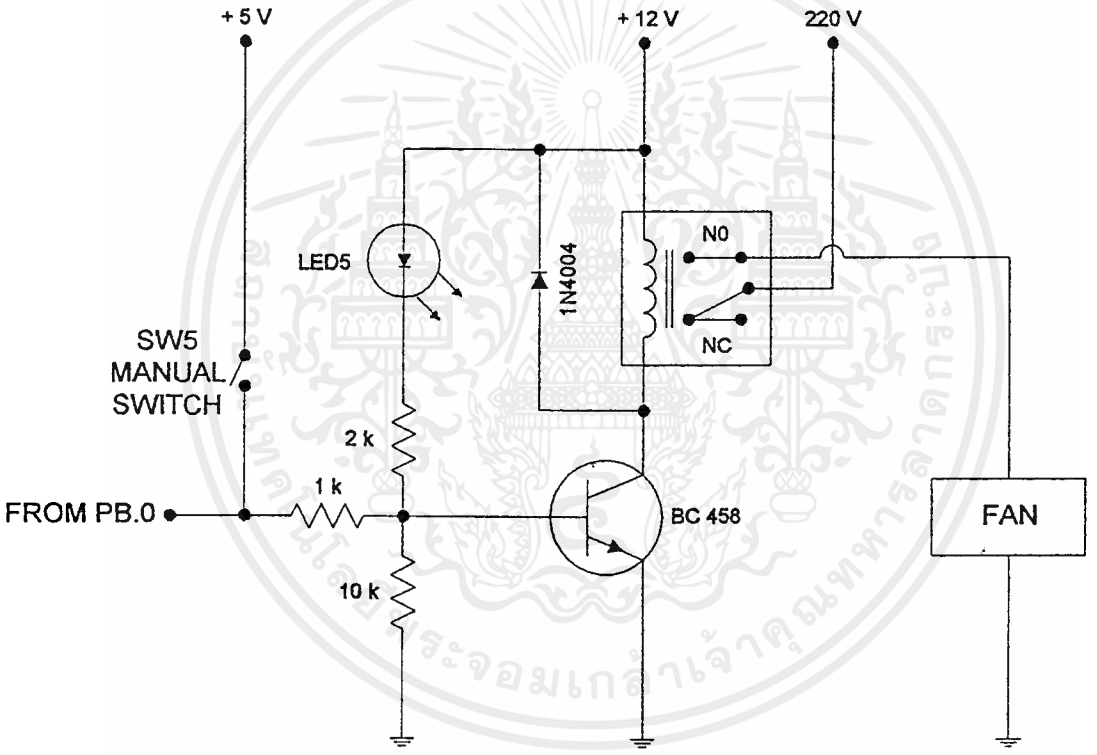
รูปที่ 3.20 วงจร เปิด - ปิด AIR INLET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร เปิด - ปิด พัดลม

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay เกิดการเหนี่ยวนำ ไฟ 220 V. สามารถไปเลี้ยง Motor พัดลมได้

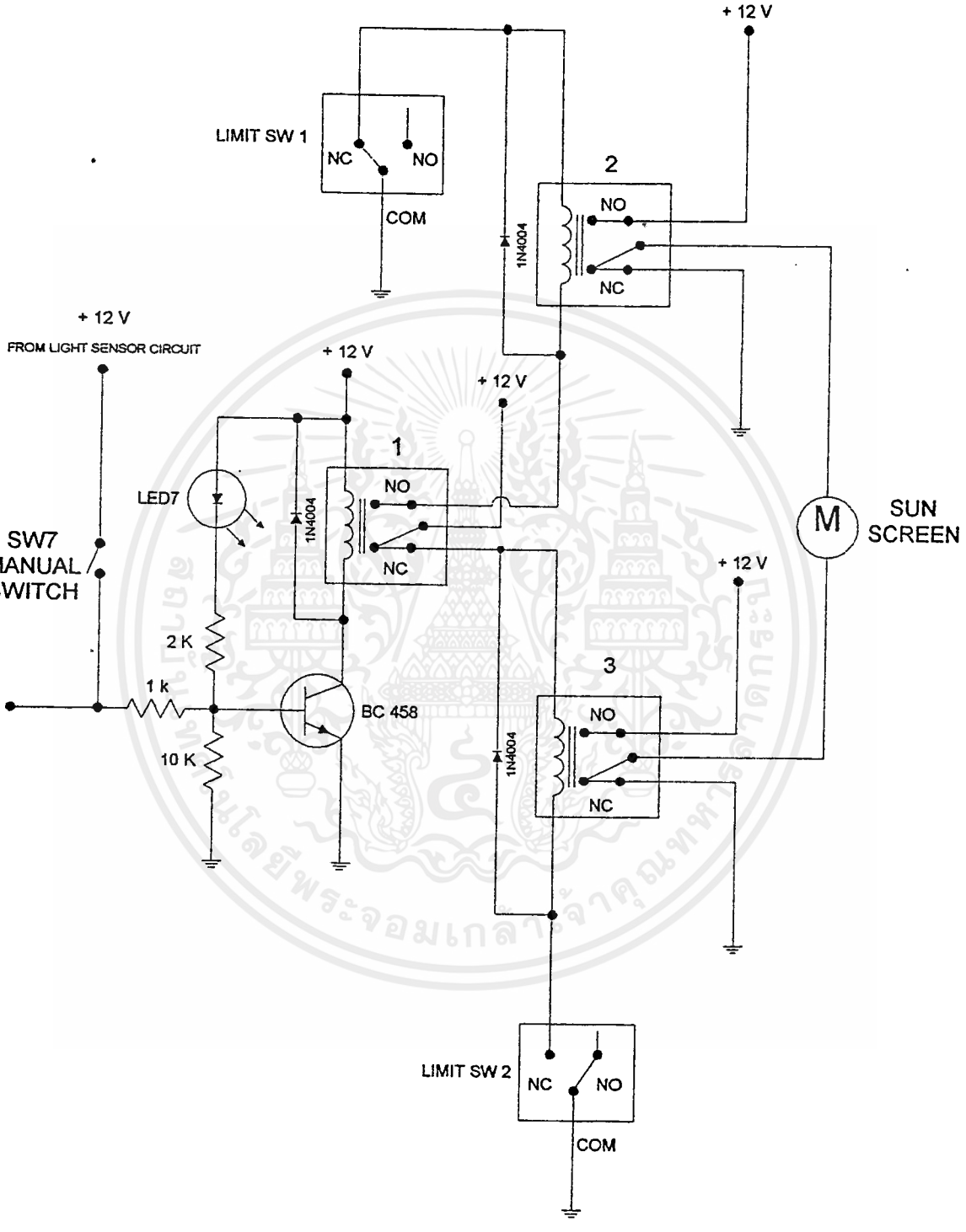
เมื่อป้อนสัญญาณ 0 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay ไม่เกิดการเหนี่ยวนำไฟ 220 V. จึงไม่สามารถไปเลี้ยง Motor พัดลมได้จึงหยุดหมุน



รูปที่ 3.21 วงจร เปิด - ปิด พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร เปิด - ปิด ม่านบังแดด



รูปที่ 3.22 วงจร เปิด - ปิด ม่านบังแดด (SUN SCREEN)

ที่ขา Base ของ Transistor จะได้สัญญาณ 1 มารอเสมอ ไฟ +12 V ของ Relay 1 จะได้มาจาก วงจร SWITCH แสง ถ้าแสงจ้า ไฟ +12 V จะไหลผ่านขดลวดของ Relay 1 ทำให้ Transistor นำกระแส Relay จึงสับ SWITCH ไปที่ตำแหน่ง NO กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดของ Relay 2 ไปยัง limit

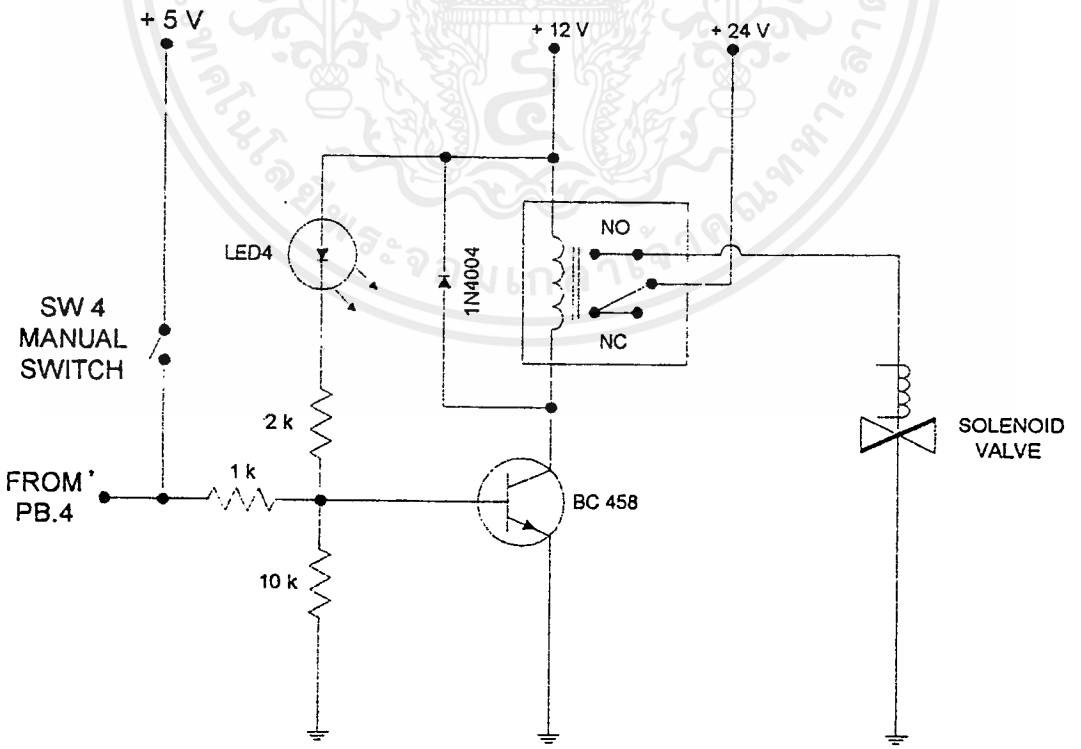
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCH 1 ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง NC Relay 2 จะเหนี่ยวนำสับมาที่ตำแหน่ง NO Motor จะเริ่มหมุนให้ม่านเริ่มเคลื่อนปิดหลังคา จนกระทั่งตัวกดไปชนกับกระเดื่องของ LIMIT SWITCH 1 , LIMIT SWITCH 1 จะสับไปที่ ตำแหน่ง NO Motor จึงหยุดหมุน

เมื่อแสงสู่สภาวะปกติ ไฟ +12 V. จะไม่มาเลี้ยงขดลวด Relay 1 ทำให้อยู่ที่ตำแหน่ง NC กระแสไฟฟ้าจะไหลไปที่ขดลวดของ Relay 3 และผ่านไปยัง LIMIT SWITCH 2 ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง NC ขดลวดของ Relay 3 จะเกิดการเหนี่ยวนำ Relay 3 สับไปที่ตำแหน่ง NO ไฟ +12 V จึงผ่านไปขับ Motor ทำให้ Motor หมุนดึงม่านกลับ จนกระทั่งตัวกดไปชนกับกระเดื่องของ LIMIT SWITCH 2 Relay 3 ก็จะหยุดการเหนี่ยวนำ Motor จึงหยุดหมุน

วงจร เปิด - ปิด Solenoid vale. (Fog)

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay เกิดการเหนี่ยวนำสับไปที่ตำแหน่ง NO จึงมีไฟเลี้ยงขดลวดของ Solenoid Valve Valve จึงเปิด เมื่อป้อนสัญญาณ 0 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay ไม่เกิดการเหนี่ยวนำสับไปที่ตำแหน่ง NC จึงไม่มีไฟเลี้ยงขดลวดของ Solenoid Valve Valve จึงปิด

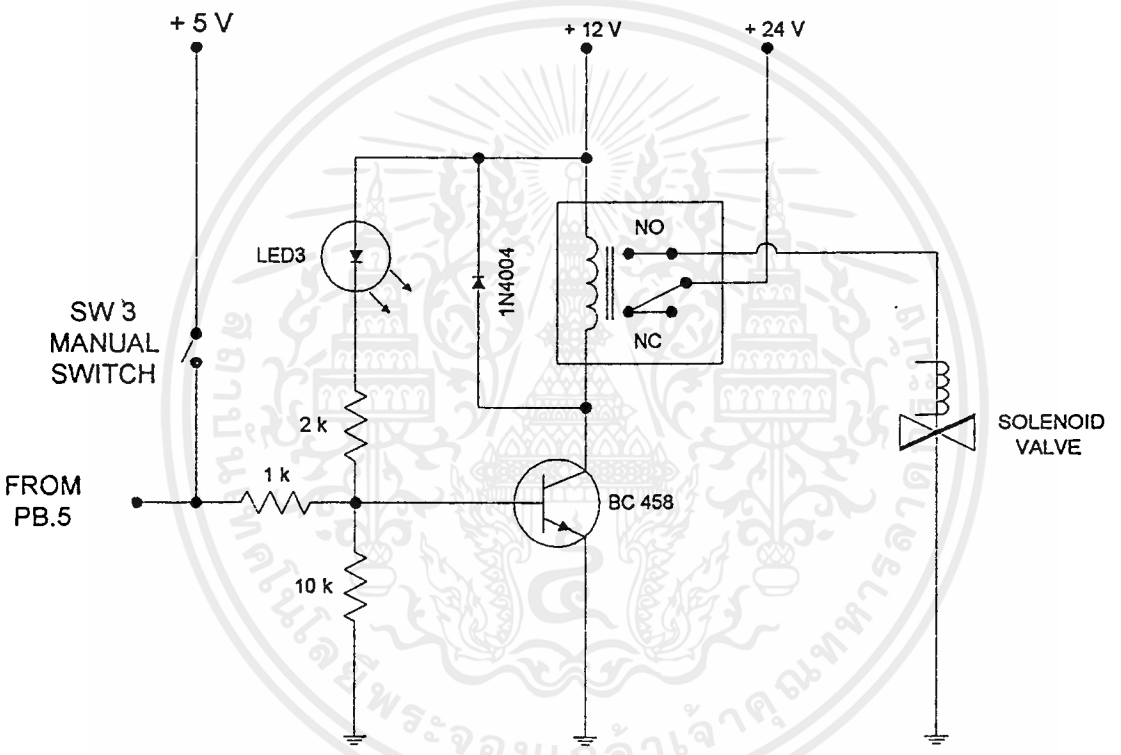


รูปที่ 3.23 วงจร เปิด - ปิด SOLENOID VALVE (FOG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร เปิด - ปิด Solenoid Valve (Drip)

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay เกิดการเหนี่ยวนำสับไปที่ตำแหน่ง NO จึงมีไฟเลี้ยงขดลวดของ Solenoid Valve Valve จึงเปิด เมื่อป้อนสัญญาณ 0 ที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay ไม่เกิดการเหนี่ยวนำสับไปที่ตำแหน่ง NC จึงไม่มีไฟเลี้ยงขดลวดของ Solenoid Valve Valve จึงปิด



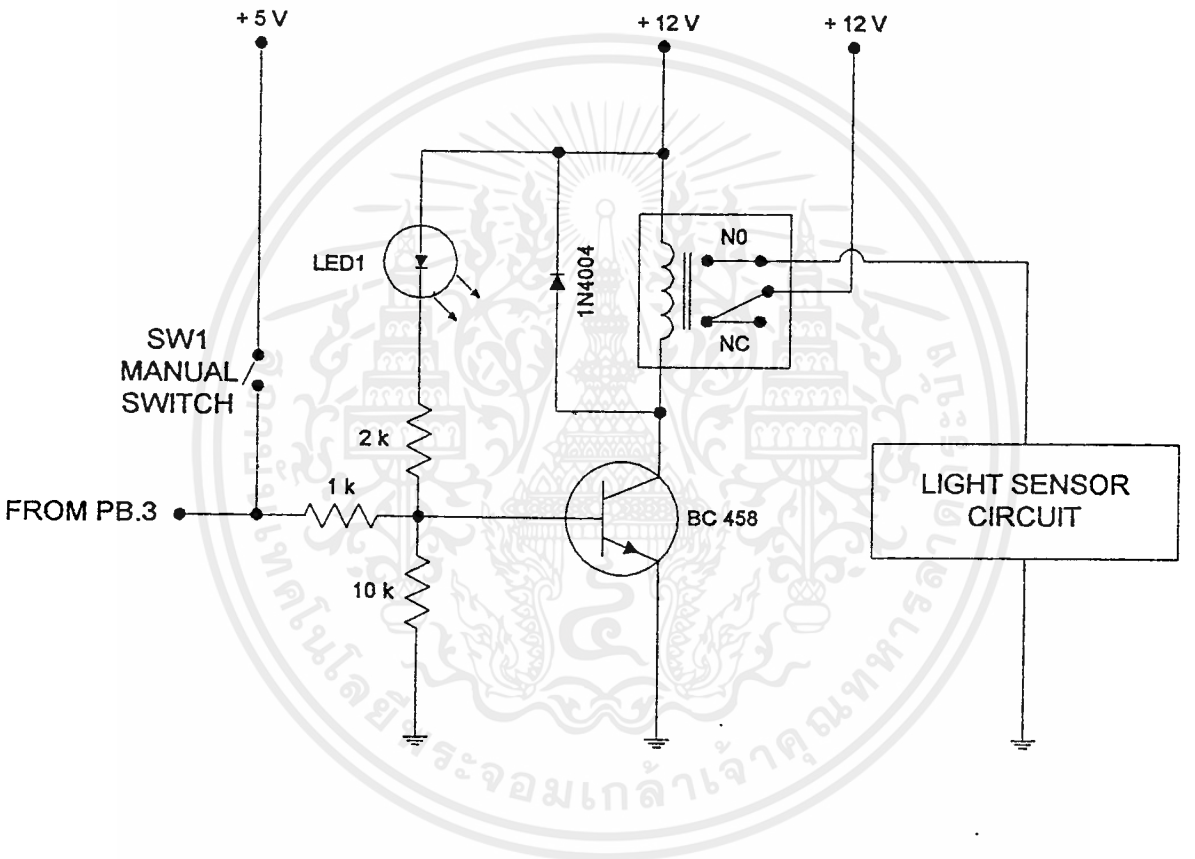
รูปที่ 3.24 วงจร เปิด - ปิด SOLENOID VALVE (DRIP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร เปิดไฟ

เมื่อป้อนสัญญาณ 1 เข้าที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ relay เกิดการเหนี่ยวนำ และสับไปที่ตำแหน่ง NO จึงมีไฟไปเลี้ยงวงจรเปิดไฟกลางคืน

เมื่อป้อนสัญญาณ 0 เข้าที่ขา Base ของ Transistor จะทำให้ Relay ไม่เกิดการเหนี่ยวนำ Contact อยู่ที่ตำแหน่ง NC จึงไม่มีไฟไปเลี้ยงวงจรเปิดไฟกลางคืน

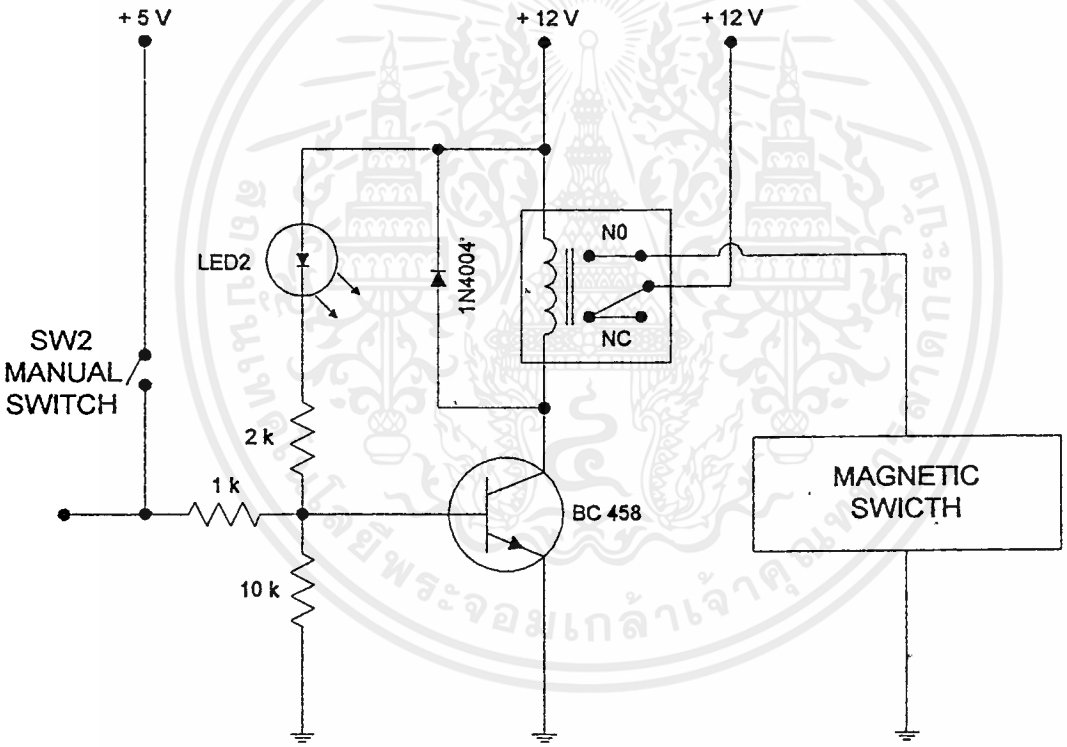


รูปที่ 3.25 วงจร เปิดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

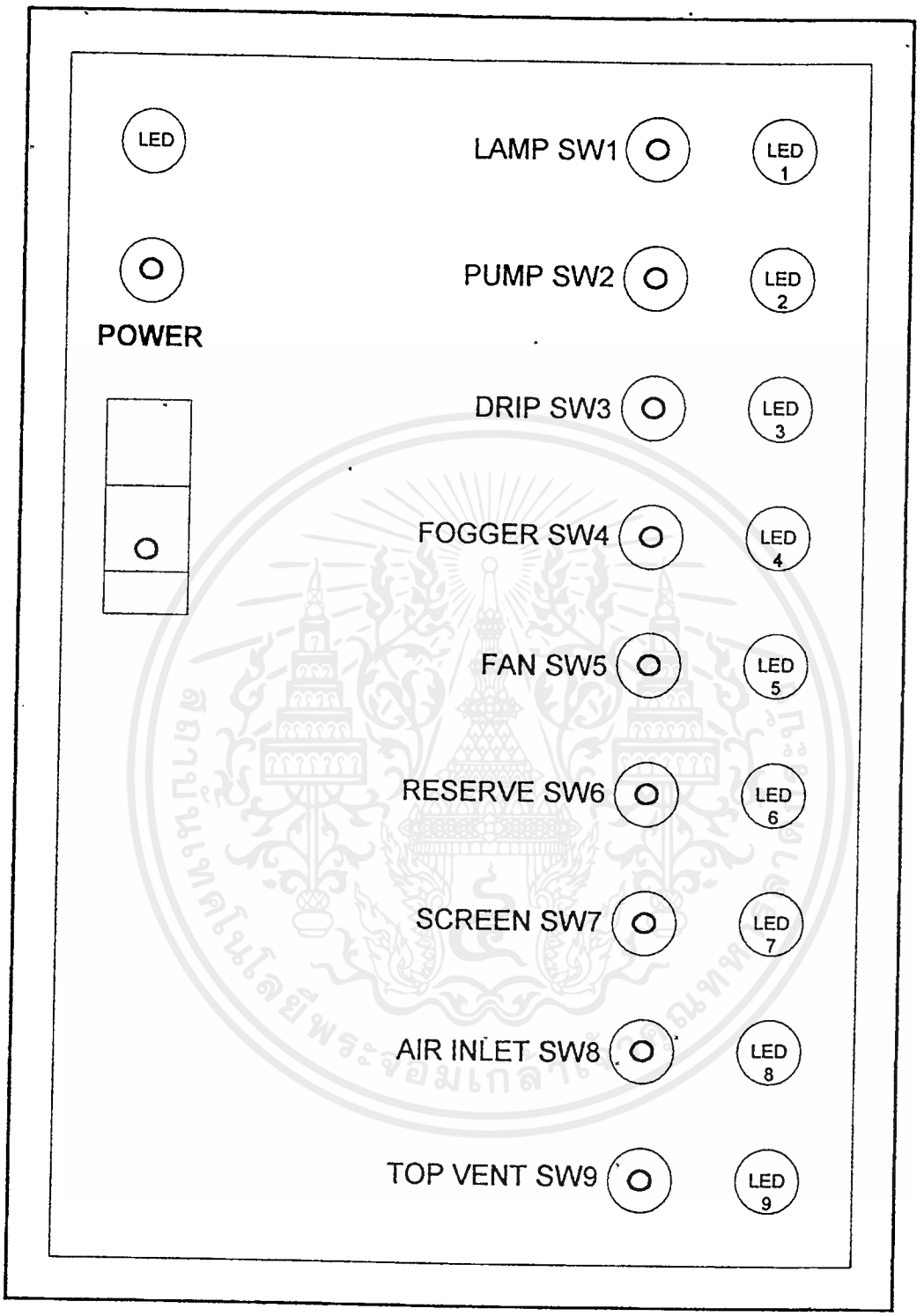
วงจรเปิด - ปิด Pump น้ำ

เนื่องจาก Pump เป็นอุปกรณ์ใช้กระแสสูง จึงใช้ Relay มาขับ Magnetic SWITCH อีกทีหนึ่งเพื่อป้องกันอันตราย โดยมีหลักการขับ Magnetic SWITCH คือ เมื่อเปิด SWITCH Pump จะมีสัญญาณ 1 มาที่ขา Base ของ Transistor ทำให้ขดลวดของ Relay เกิดการเหนี่ยวนำ จะสับไปที่ตำแหน่ง NO ไฟ 220 V. จึงสามารถผ่านไปที่ Magnetic SWITCH ได้ และได้ไปจ่ายให้ Pump น้ำอีกทีหนึ่ง เมื่อปิด SWITCH Pump จะมีสัญญาณ 0 มาที่ขา Base ของ Transistor ทำให้ขดลวดของ Relay ไม่เกิดการเหนี่ยวนำ Contact ของ Relay จะอยู่ที่ตำแหน่ง NC เมื่อเป็นเช่นนี้ ไฟ 220 V ก็จะไม่สามารถผ่านไปยัง Magnetic SWITCH ได้ Pump ก็จะปิด



รูปที่ 3.26 วงจร เปิด - ปิด PUMP น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

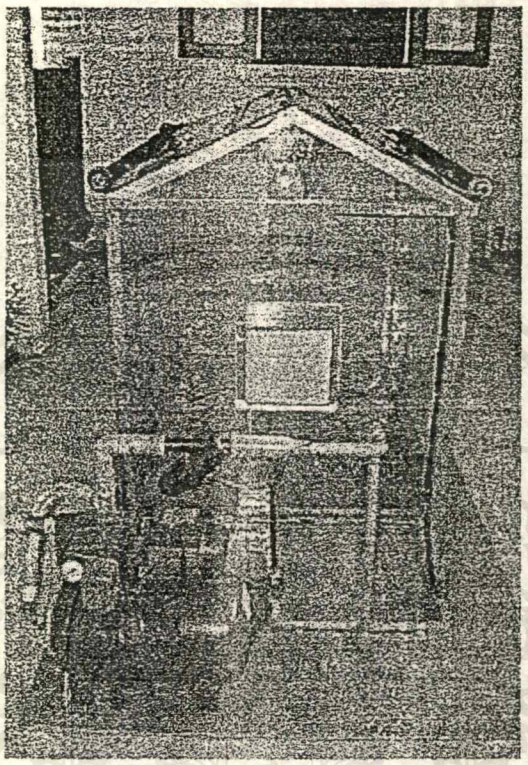


รูปที่ 3.27 ด้านหน้าตู้คอนโทรลแบบ manual

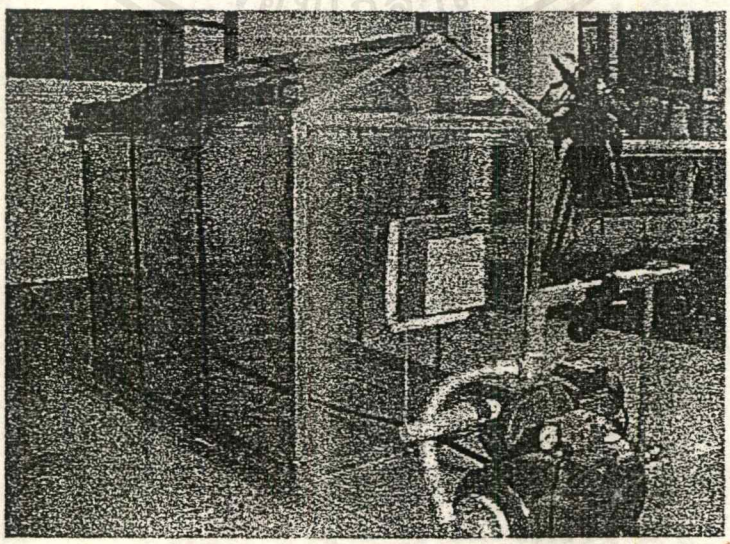
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงเรือน

มีลักษณะตามรูปดังต่อไปนี้

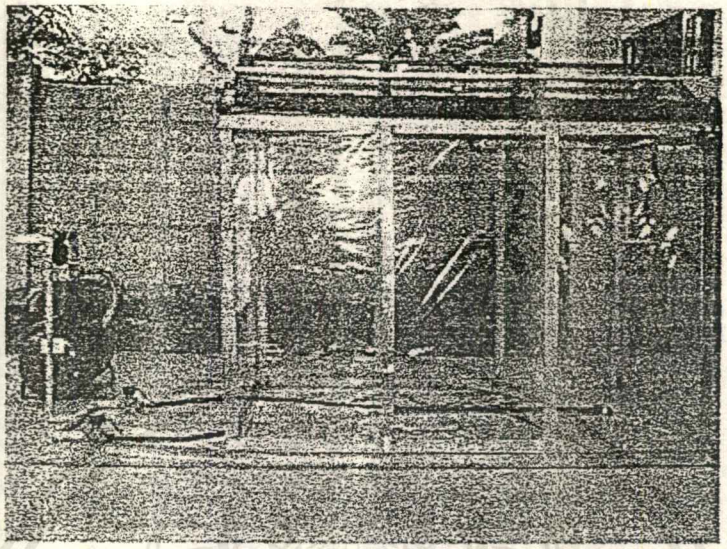


รูปที่ 3.28 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง

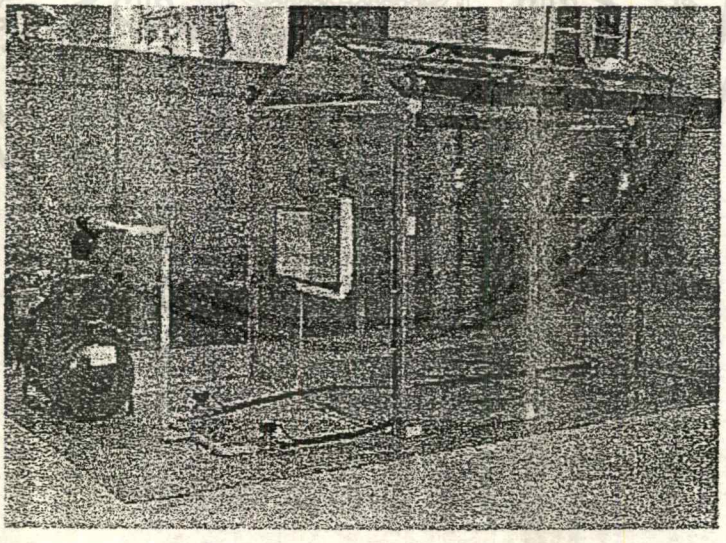


รูปที่ 3.29 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

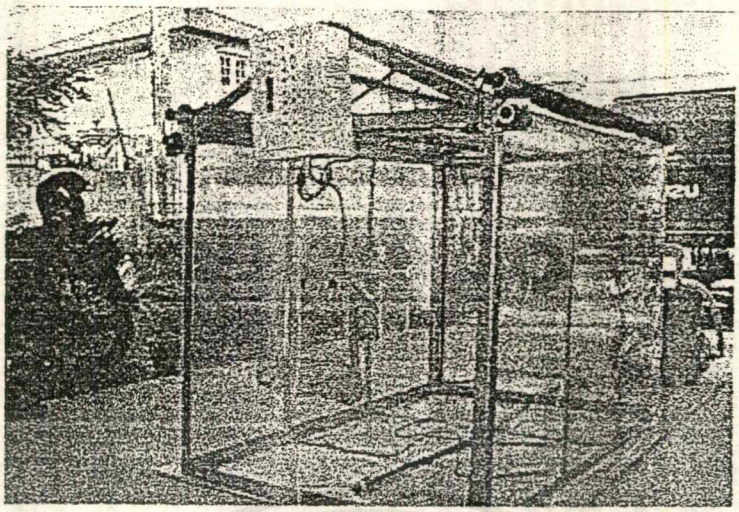


รูปที่ 3.30 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง

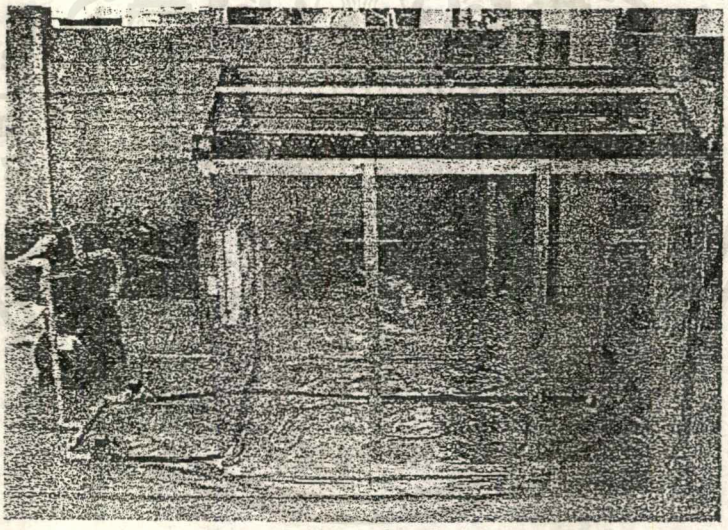


รูปที่ 3.31 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง



รูปที่ 3.33 ภาพถ่ายจากแบบจำลองของจริง

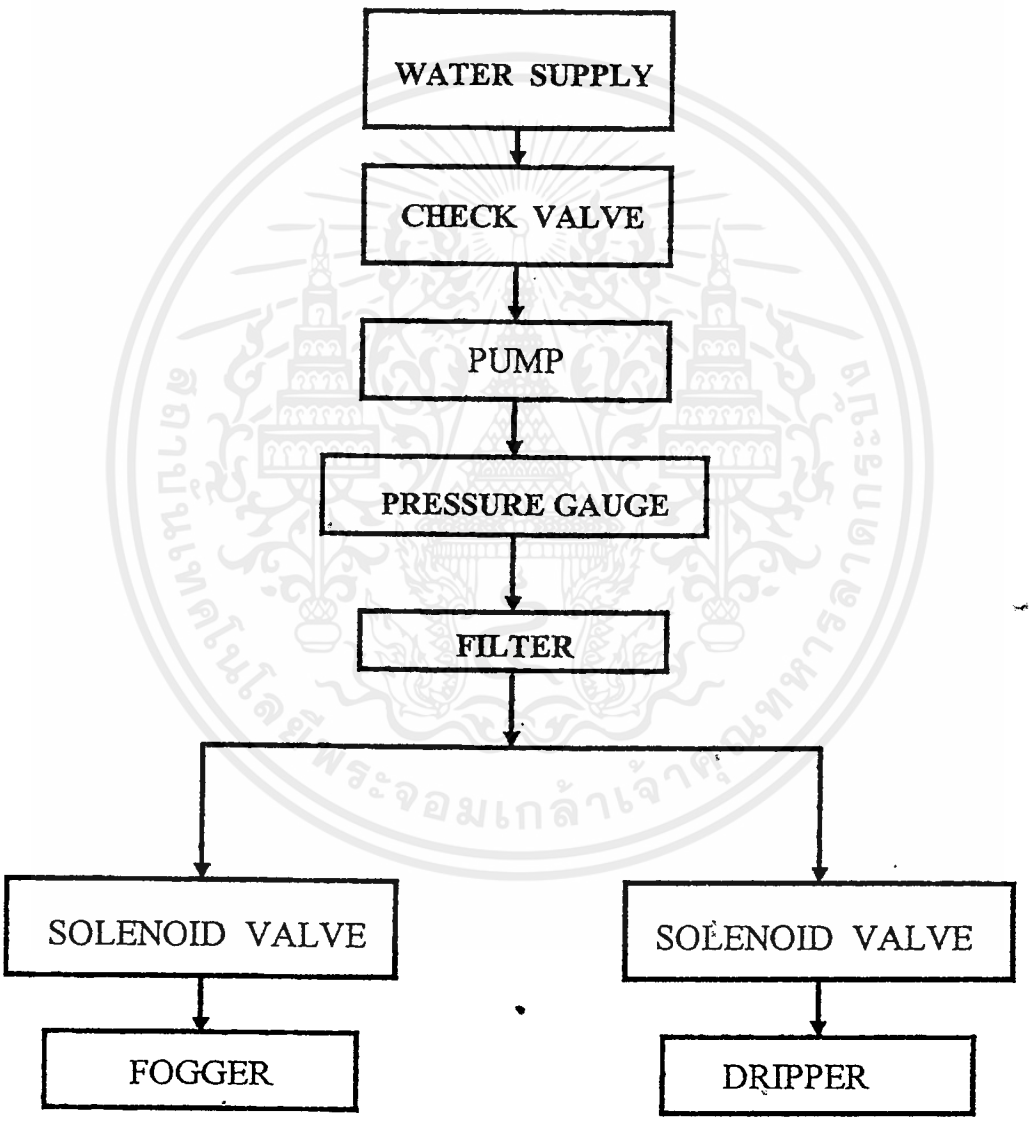
จากรูปต่างๆ โรงเรือนจะประกอบไปด้วย

1. ชุดจ่ายน้ำความดันสูง เพื่อที่จะจ่ายน้ำ ไปยังหัวพ่นหมอกและหัวน้ำหยด
2. พัดลมระบายอากาศ เพื่อทำให้อากาศภายในมีการถ่ายเทได้สะดวก
3. ช่องระบายอากาศด้านบนมีเพื่อให้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ลอยตัวออกไปยังภายนอก
4. ช่องระบายอากาศด้านข้างมีเพื่อให้อากาศภายนอกไหลเข้ามาภายในโรงเรือนเป็นการถ่ายเทอากาศเพื่อลดอุณหภูมิภายในให้ต่ำลง
5. SOLENOID VALVE เป็นตัวคอยเปิดปิดน้ำจากปั๊ม ไปยังหัวพ่นหมอกและหัวน้ำหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หลอดไฟติดไว้เพื่อเวลา ที่แดดอ่อนมากในเวลากลางวันหลอดไฟจะติดเอง แต่ในเวลากลางคืนจะไม่มีการเปิดไฟ
7. ม่านบังแดด จะสามารถเปิดปิดอย่างอัตโนมัติในเวลาที่แดดจ้าเกินไปในตอนกลางวัน

ระบบจ่ายน้ำ(IRRIGATION)



รูป 3.34 แสดงผังของระบบจ่ายน้ำ

1. เครื่องสูบน้ำ(Pump) เป็นอุปกรณ์ที่มีไว้เพื่อจ่ายน้ำที่ความดันและปริมาณตามที่ระบบต้องการ
2. เกจวัดความดัน (Pressure gauge) เป็นอุปกรณ์ที่จะบ่งบอกให้ทราบถึงความดันขณะใช้งานของน้ำขณะนั้น ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ปล่อยจากหัวปล่อยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **เครื่องกรองน้ำ** (Filter) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก เพราะน้ำที่จะใช้ในระบบ จะต้องเป็นน้ำที่สะอาดจริงๆ เพื่อขจัดปัญหาการอุดตันซึ่งเกิดขึ้นเสมอ ตามปกติจะเป็นแบบตะแกรง (screen filter) และแบบกรวดทราย (gravel-sand filter) ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของตะกอน หรือสิ่งที่ต้องการจะกรองออกจากน้ำ ก่อนที่จะผ่านระบบการให้น้ำ ซึ่งบางแห่งน้ำอาจจะมีสารเคมีปนอยู่ ซึ่งเครื่องกรองธรรมดาอาจจะใช้ไม่ได้ผล ต้องเป็นชนิดพิเศษ เพราะทุกขั้นตอนต้องทำให้แน่ใจได้ว่า น้ำที่ใช้ในระบบนี้ต้องสะอาดจริงๆ
4. **โซลินอยด์วาล์ว** (Solenoid valve) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการจ่ายน้ำให้กับหัวพ่นหมอกและหัวปล่อยน้ำหยด โดยจะทำงานตามสัญญาณควบคุมจากหน่วยประมวลผล
5. **หัวพ่นหมอก** (Fogger) มีหน้าที่เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและลดอุณหภูมิในตัว Green house
6. **หัวปล่อยน้ำหยด** (Dripper) มีชื่อเรียกได้หลายอย่างแล้วแต่ความนิยมของแต่ละประเทศ หรือของแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะตั้งขึ้น เช่น Trickler , Dripper , Dropper , Outlet , Distributor และ Emitter เป็นต้น สำหรับประเทศเรามักจะเรียกว่า หัวปล่อยน้ำ หัวจ่ายน้ำ หรือหัวหยดน้ำ เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าว จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลของน้ำจากท่อแขนงไปสู่ดิน ปกติหัวปล่อยน้ำนี้จะติดตั้งอยู่บนท่อแขนงที่วางไว้บนพื้นดิน หรือมีท่อเล็ก ๆ สีดำต่อแยกออกไปจากท่อแขนงอีกที โดยมากที่นิยมใช้มีอัตราไหลประมาณ 1-10 ลิตร / ชั่วโมง และมีขนาดของรูจ่ายน้ำ 0.5 - 1.5 ม.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอน และผลการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเครื่องพร้อมที่จะทำงานทั้งระบบทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที ทำการเปิด Top Vent , Air Inlet และฝาด้านข้าง
2. สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก และภายใน จนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน
3. เปลี่ยนการทำงานของระบบควบคุมให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยเลือกโปรแกรมการปลูกพริก (Chili) ซึ่งมีค่าอุณหภูมิเป้าหมายเท่ากับ 24 องศาเซลเซียส
4. สังเกตุ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายนอก และภายในแบบจำลอง ทุกๆ 10 นาที ทำการทดลองเริ่มต้นที่ เวลา 6:00 น. ถึง เวลา 18:00 น. ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
5. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(น.)	6:00	6:10	6:20	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	7:30	7:40	7:50	8:00	8:10	8:20	8:30	8:40	8:50
ค่าเป้าหมาย (sv)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
อุณหภูมิภายใน(pv) (องศาเซลเซียส)	26	26	26	25	25	26	26	27	27	26	26	26	27	27	27	26	26	26
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (เปอร์เซ็นต์)	90	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95	90	90	90	90	90	90	90
อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (เปอร์เซ็นต์)	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	76	76	76
sv - pv (องศาเซลเซียส)	2	2	2	1	1	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2
Fogger (เปิด/ปิด)	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด.	เปิด
Drip (เปิด/ปิด)	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
พัดลม (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
Air Inlet (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด
Top Vent (เปิด/ปิด)	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง

เวลา(น.)	9:00	9:10	9:20	9:30	9:40	9:50	10:00	10:10	10:20	10:30	10:40	10:50	11:00	11:10	11:20	11:30	11:40	11:50
ค่าเป้าหมาย (sv)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
อุณหภูมิภายใน (pv) (องศาเซลเซียส)	27	27	28	28	28	28	27	27	27	27	28	28	28	27	28	28	28	28
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (เปอร์เซ็นต์)	95	95	90	90	90	90	90	90	90	95	95	95	95	90	90	95	95	95
อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (เปอร์เซ็นต์)	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
sv - pv (องศาเซลเซียส)	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Fogger (เปิด/ปิด)	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
Drip (เปิด/ปิด)	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
พัดลม (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
Air Inlet (เปิด/ปิด)	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
Top Vent (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง (ต่อ)

เวลา(น.)	12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	14:00	14:10	14:20	14:30	14:40	14:50
ค่าเป้าหมาย (sv)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
อุณหภูมิภายใน(pv) (องศาเซลเซียส)	27	27	27	27	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (เปอร์เซ็นต์)	95	95	90	90	95	95	95	95	90	90	90	90	90	90	90	95	90	
อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (เปอร์เซ็นต์)	76	76	76	76	76	76	76	76	76	74	74	74	91	91	91	91	91	91
sv - pv (องศาเซลเซียส)	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Fogger (เปิด/ปิด)	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
Drip (เปิด/ปิด)	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
พัดลม (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
Air Inlet (เปิด/ปิด)	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด
Top Vent (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง (ต่อ)

เวลา(น.)	15:00	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50	16:00	16:10	16:20	16:30	16:40	16:50	17:00	17:10	17:20	17:30	17:40	17:50
ค่าเป้าหมาย (sv)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
อุณหภูมิภายใน(pv) (องศาเซลเซียส)	27	27	26	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	25	26
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (เปอร์เซ็นต์)	95	95	90	90	95	90	90	95	90	90	95	95	95	90	90	90	95	95
อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (เปอร์เซ็นต์)	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90	95	95
sv - pv (องศาเซลเซียส)	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2
Fogger (เปิด/ปิด)	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
Drip (เปิด/ปิด)	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด	ปิด
พัดลม (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด
Air Inlet (เปิด/ปิด)	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด
Top Vent (เปิด/ปิด)	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด

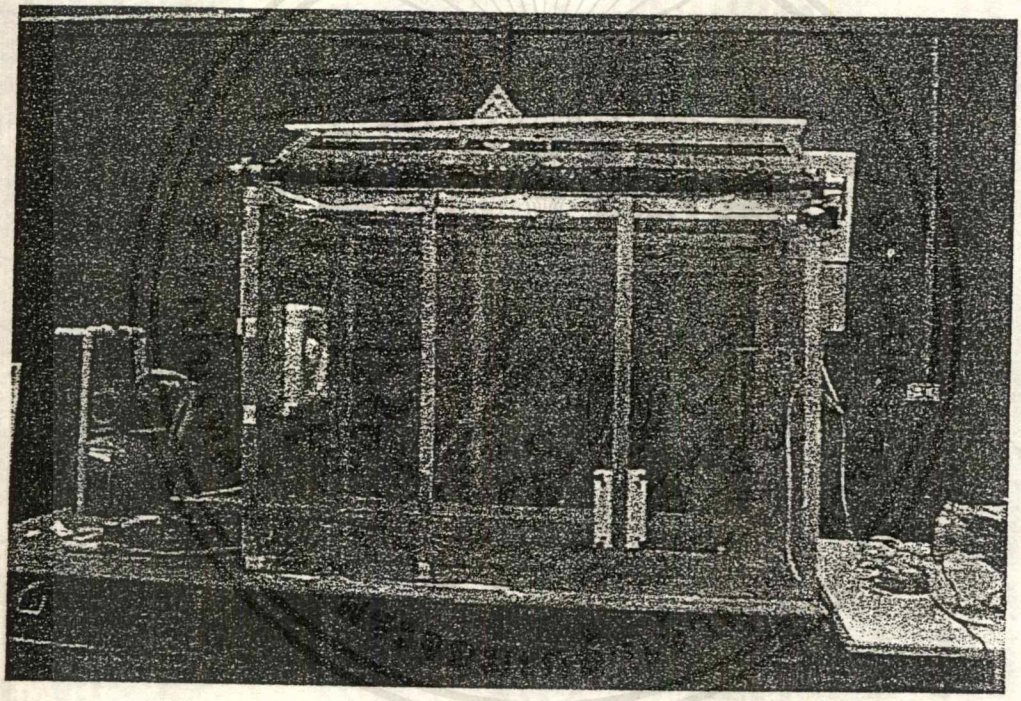
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง (ต่อ)

เวลา(น.)	18:00																	
ค่าเป้าหมาย (sv)	24																	
อุณหภูมิภายใน(pv) (องศาเซลเซียส)	25																	
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (เปอร์เซ็นต์)	90																	
อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)	27																	
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (เปอร์เซ็นต์)	90																	
sv - pv (องศาเซลเซียส)	1																	
Fogger (เปิด/ปิด)	ปิด																	
Drip (เปิด/ปิด)	ปิด																	
พัดลม (เปิด/ปิด)	ปิด																	
Air Inlet (เปิด/ปิด)	เปิด																	
Top Vent (เปิด/ปิด)	เปิด																	

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง (ต่อ)

ผลการทดลองการทำงาน ของแบบจำลอง

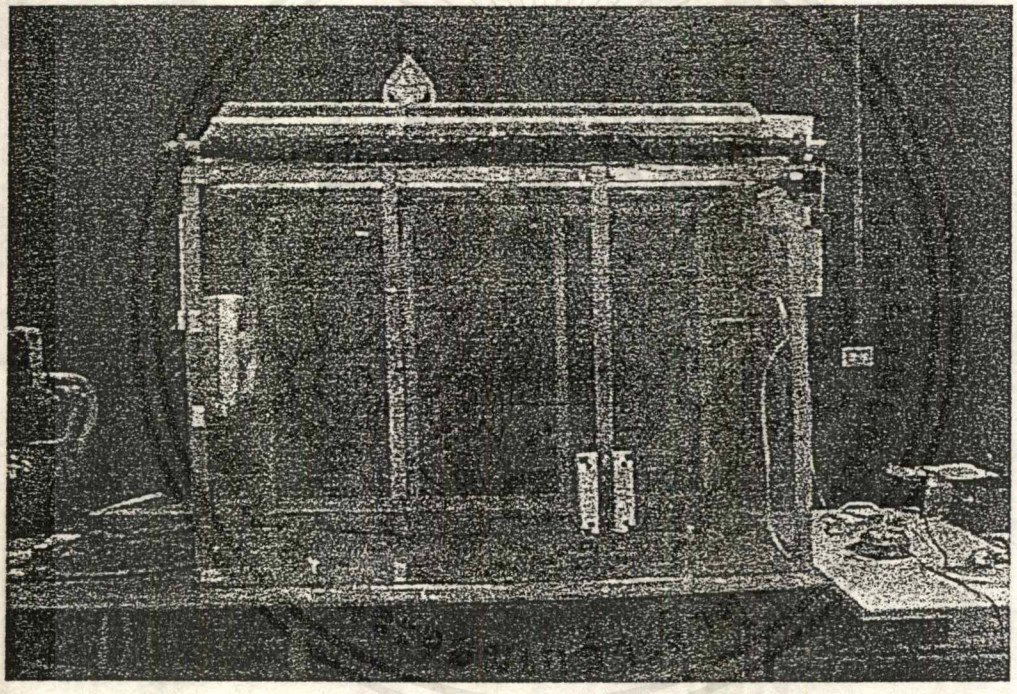
1. เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 1 ° C แบบจำลองจะทำงาน ตามคำสั่งของโปรแกรม ในขั้นตอนแรก คือ TOPVENT และ AIR INLET จะเปิด แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การทำงาน ในขั้นตอนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

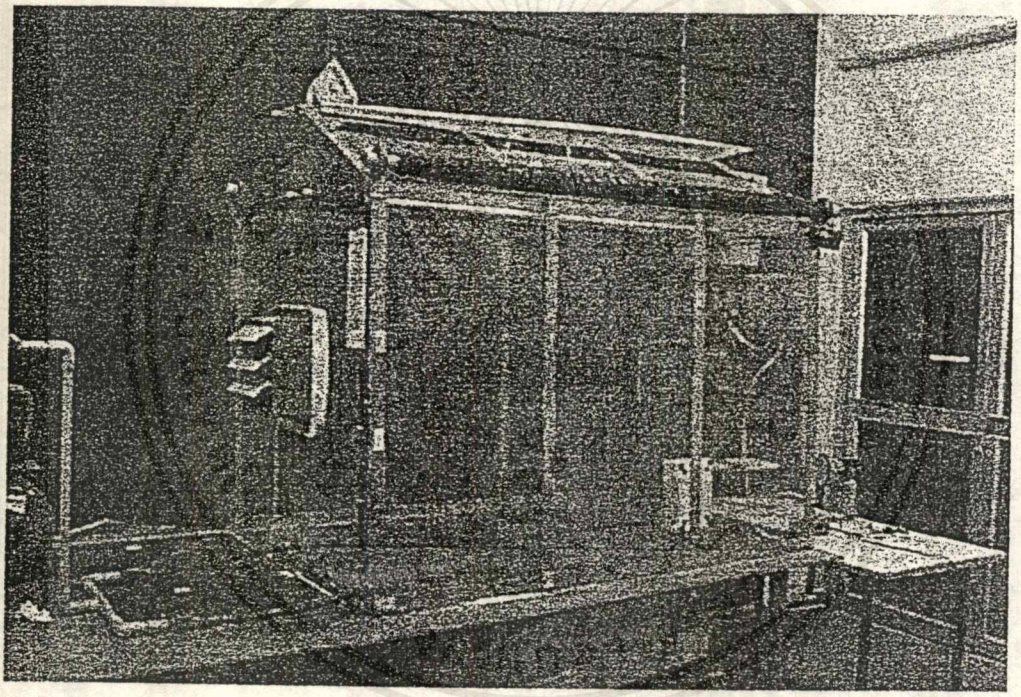
2. เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 2 ° C แบบจำลองจะทำงาน ตามคำสั่งของโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 2 คือ พัดลมระบายอากาศ และ AIR INLET จะเปิด แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การทำงานในขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

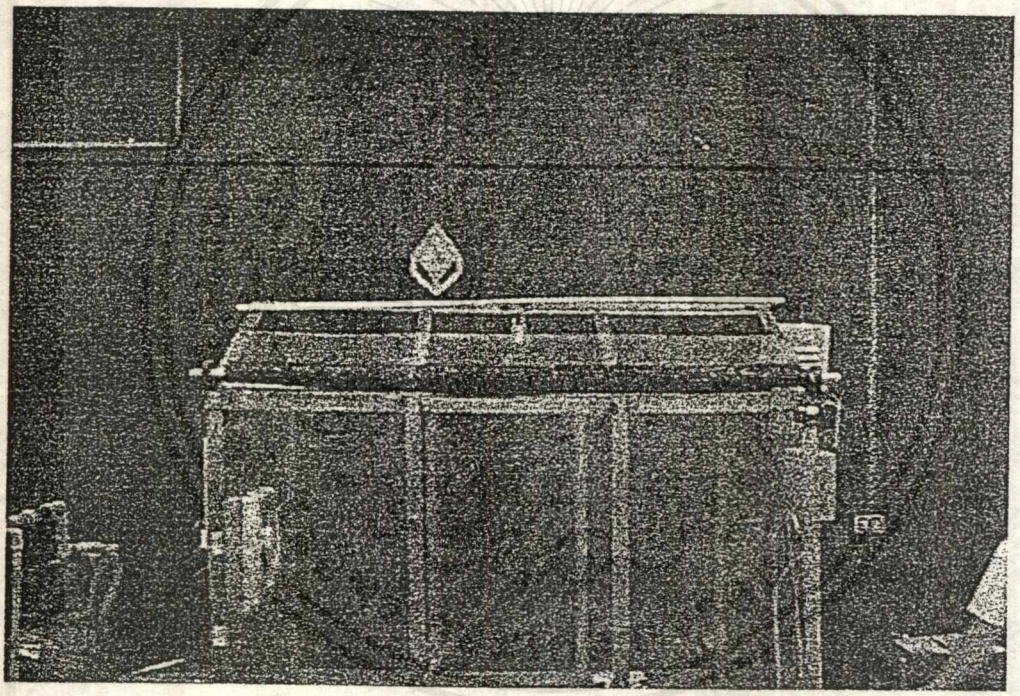
3. เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 3 ° C แบบจำลองจะทำงาน ตามคำสั่งของโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 3 คือ พัดลมระบายอากาศ , AIR INLET และ TOPVENT จะเปิด แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การทำงานในขั้นตอนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

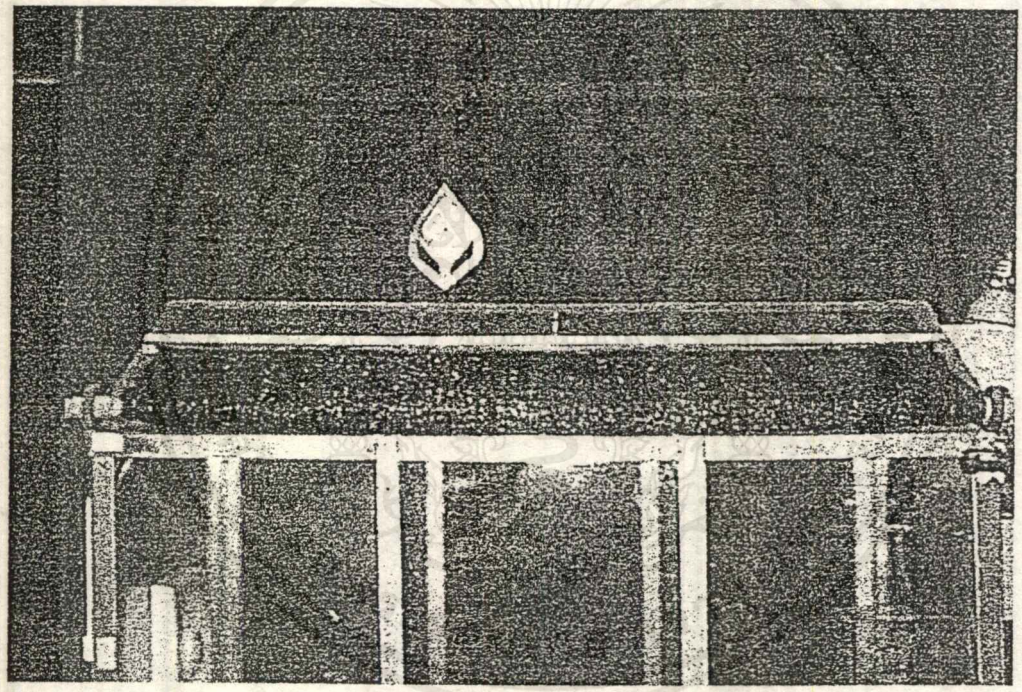
4. เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 4 ° C แบบจำลองจะทำงาน ตามคำสั่งของโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 4 คือ พัดลมระบายอากาศ , FOGGER และ TOPVENT จะเปิด แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การทำงานในขั้นตอนที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

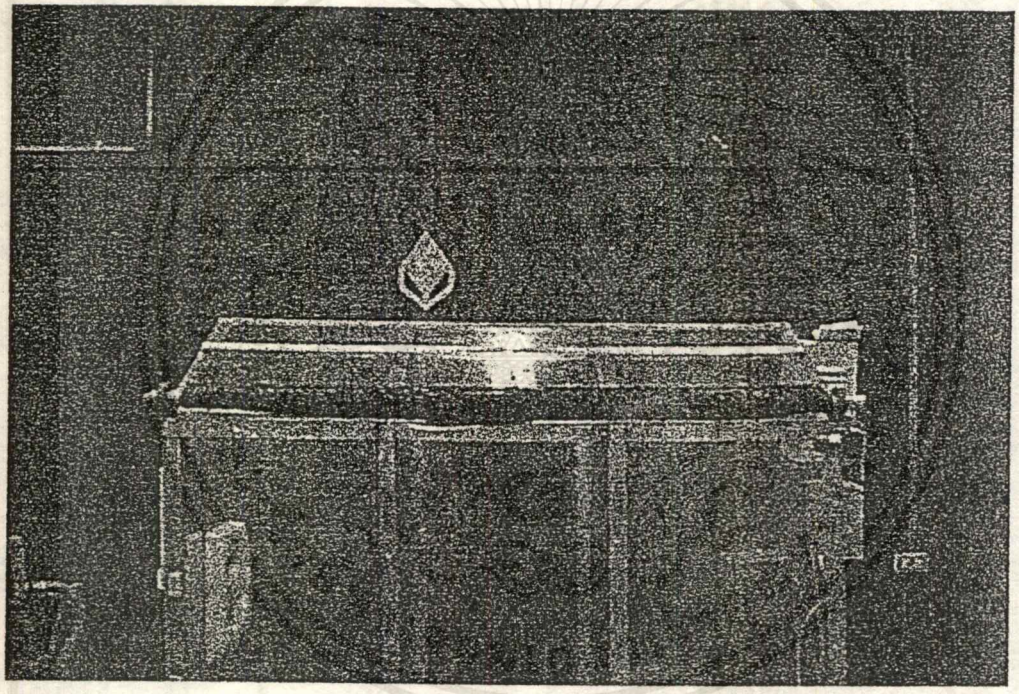
5. เมื่อมีแสงแดดมีความสว่างมากเกินไป ม่านบังแดดจะเลื่อนขึ้นบังแดดด้านบนของโรงเรือน ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การทำงานของม่านบังแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

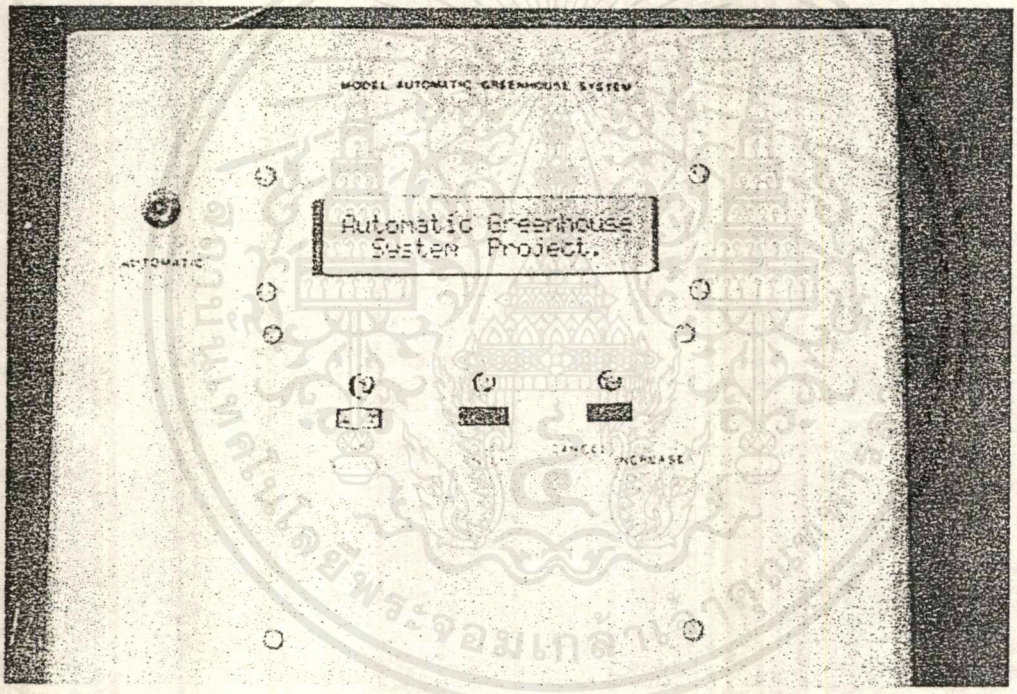
6. เมื่อแสงแดดมีความสว่างน้อยเกินไป ในเวลากลางวัน หลอดไฟจะเปิดเพื่อให้ทำให้ ภายในโรงเรือน มีความสว่างแทนแสงแดด ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทำงานของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การทำงานของโปรแกรมแสดงผล ทางจอ LCD แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4..7 การแสดงผลทางจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจากตารางที่ 4.1 สังเกตุได้ว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลอง อุณหภูมิภายในแบบจำลอง มีค่าเท่ากับ 26 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 26 องศาเซลเซียส ระบบควบคุม ทำการควบคุมตามโปรแกรมที่ได้กำหนดไว้ ในช่วง 20 นาทีแรก ค่าอุณหภูมิภายในมีค่าคงที่ เนื่องจากอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงช้า หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในได้ลดลงเหลือ 25 องศาเซลเซียส และคงอยู่ประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นอุณหภูมิได้เพิ่มขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเป็น 27 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนสลับกันเป็นช่วงๆ จนที่เวลา 16:50 นาที อุณหภูมิภายนอก มีค่า 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในจะมีค่าคงเดิมที่ 26 องศาเซลเซียส จนเวลาผ่านไป 50 นาที อุณหภูมิภายใน ได้ลดลงเหลือ 25 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในค่อนข้างคงที่จนถึงเวลา 18:00 น. เป็นการสิ้นสุดการทดลอง

จากผลการทดลองที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า ระบบควบคุมสามารถลดอุณหภูมิ ภายในได้ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเพียง 2 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่ายังไม่สามารถลดอุณหภูมิให้ได้ตรงตามค่าเป้าหมายได้ ดังนั้น ในการนำไปใช้งานจริง ควรมีการศึกษาถึงสภาพภูมิอากาศของสถานที่ใช้งานให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ ในการนำระบบนี้ไปใช้งาน เนื่องจากระบบปรับอากาศที่นำมาใช้ในแบบจำลองนี้มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิได้ต่ำ ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของการปลูกพืชได้น้อยชนิด หากต้องการนำไปใช้ปลูกพืชให้ได้หลายชนิด จะต้องมีการปรับปรุงระบบปรับอากาศ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

ปริมาณการให้น้ำของพืชที่คำนวณได้มีปริมาตรเท่ากับ 250 ลบ. ซม. / วัน / ครั้ง (เปิดระบบน้ำหยดเป็นเวลา 2 นาที โดยหัวน้ำหยดมีอัตราการไหล 2 แกลลอน / ชม., 1 แกลลอนเท่ากับ 3.785 ลิตร) แต่ในทางปฏิบัติจริงสามารถตรวจสอบได้ว่าปริมาตรของน้ำที่ให้กับพืชมีปริมาตรเท่ากับ 260 ลบ. ซม. / วัน / ครั้ง ซึ่งได้จากการตวง ปริมาณที่เพิ่มขึ้น 10 ลบ. ซม. เป็นค่าผิดพลาดของน้ำที่ค้างอยู่ในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการพัฒนา

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาในการลดอุณหภูมิ ไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ตามเป้าหมายที่กำหนด คือสามารถลดอุณหภูมิได้เพียง 1 -2 องศาเมื่อเทียบกับอุณหภูมิภายนอก
2. ยังไม่สามารถควบคุมความชื้นได้ เพราะ การพ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิจะเป็นตัวเพิ่มความชื้นในอากาศ
3. ปัญหาที่เกิดจากข้อจำกัดในทางปฏิบัติ คือ ทำให้น้ำที่พ่นออกมาจาก FOGGER ไม่สามารถระเหยได้สมบูรณ์ เพราะติดตั้งหัวพ่นหมอกได้ต่ำกว่าความสูงตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

แนวทางในการพัฒนา

1. พัฒนาเรื่องการควบคุมความชื้น ควบคู่ไปกับการควบคุมอุณหภูมิ
2. การพัฒนาในเรื่องการปรับความสว่างของแสง ให้ได้ตามค่าความต้องการของพืชในแต่ละชนิด
3. เพิ่มข้อมูลในส่วนของโปรแกรมในการควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบของพืช ให้มีการควบคุมพืชหลายชนิดมากขึ้น
4. ปรับปรุงอุปกรณ์ และระบบปรับอากาศ เพื่อปรับลดอุณหภูมิให้มีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้เพิ่มมากขึ้น
5. นำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้า
6. เปลี่ยนวิธีการควบคุมเป็นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น แบบ PI , PD หรือ PID แทนแบบ ON/OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A Average Air Changes Required Per Minute For Good Ventilation

type of structure	minute per change
Assembly Hall	2-10
Auditoriums	2-10
Bakeries	2-3
Banks	3-10
Barns	10-20
Bars	2-5
Beauty pariors	2-5
Boiler Rooms	1-5
Bowling Alleys	2-10
Churches	5-10
Clubs	2-10
Dairies	2-5
Dance Halls	2-10
Dining Rooms	3-10
Dry Cleaners	1-5
Engine Rooms	1-3
Factories	2-5
Forge Shops	2-5
Foundries	1-5
Garages	2-10
Generator rooms	2-5
Greenhouse	0.5-2
Gymnasiums	2-10
Kitchens-Hospitals	2-5
Kitchens-Resident	2-5
Kitchens-Restaurant	1-3
Laboratories	1-5
Laundries	1-3
Makets	2-10
offices	2-10
Packing Houses	2-5
Plating Rooms	1-5
Pool Rooms	2-5
Projection Rooms	1-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A Average Air Changes Required Per Minute For Good Ventilation

type of structure	minute per change
Recreation Rooms	2-10
Residences	2-5
Sales Rooms	2-10
Theaters	2-8
Toilets	2-5
Transformer Rooms	1-5
Warehouses	2-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table B Capture Velocities for Various Type of Booths

Process	Type of Hood	Capture velocity(FPM)
Aluminum Furnace	Enclosed Hood,Open one side	150-200 FPM
	Canopy or island hood	200-250 FPM
Brass Furnace	Enclosed hood,Open one side	200-250 FPM
	Canopy hood	250-300 FPM
Chemical Lap	Enclosed hood,Front Opening	100-150 FPM
Degreasing	Canopy hood	150 FPM
	Slotted Sides,2" - 4" Slots	1500-2000 FPM
Electric Welding	Open front Booth	100-150 FPM
	Portable hood,Open face	200-250 FPM
Foundry Shake-out	Open Front Booth	150-200 FPM
Kitchen Ranges	Canopy Hoods	125-150 FPM
Paint Spraying	Open Front Booth	100-175 FPM
Paper Drying Machine	Canopy Hood	250-300 FPM
Picking Tanks	Canopy Hood	200-250 FPM
Plating Tanks	Canopy Hood of Tank Surface	225-250 FPM
Steam Tanks	Canopy Hood	125-175 FPM
Soldering Booth	Enclosed Booth, Open One Side	150-200 FPM
Flow Rate wind	Enclosed Booth, Open One Side	250 FPM

Courtesy Hayes-Albion Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางอัตราการระเหยจากถาดวันการระเหยเฉลี่ยรายเดือน สำหรับจังหวัดต่าง ๆ

หน่วย : มม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
แม่ฮ่องสอน	3.3	4.3	5.8	7.3	6.2	4.5	4.0	3.9	4.0	3.9	3.1	2.7
เชียงราย	3.1	4.7	5.5	6.3	4.7	3.7	3.1	2.7	3.0	3.1	2.9	2.7
พะเยา	3.3	4.4	5.7	6.7	5.3	4.6	4.1	4.1	3.7	3.3	2.9	2.8
เชียงใหม่	3.4	4.6	5.5	6.5	5.6	4.6	4.2	4.0	4.2	4.1	3.5	3.0
ลำปาง	2.9	4.0	5.1	6.2	5.2	4.5	4.1	3.9	3.7	3.2	2.9	2.6
ลำพูน	3.4	5.3	6.7	7.7	6.3	5.2	4.9	4.7	4.0	3.5	3.1	3.0
แพร่	3.7	4.7	6.3	7.3	6.3	5.2	4.9	4.8	4.6	4.2	3.8	3.4
น่าน	2.6	3.2	3.8	4.7	4.4	3.7	3.3	3.1	3.3	3.3	2.9	2.5
อุตรดิตถ์	3.6	4.3	5.4	6.4	5.6	4.4	4.0	4.1	4.0	4.0	3.8	3.6
ตาก	4.1	4.2	8.2	8.9	6.8	4.7	5.2	5.0	4.6	3.6	3.2	3.3
พิษณุโลก	3.4	4.1	5.1	6.1	5.6	4.8	4.4	4.0	3.9	3.9	3.7	3.5
เพชรบูรณ์	4.0	4.8	5.9	6. 6	5.3	4.6	4.0	3.6	3.8	3.9	4.2	4.2
กำแพงเพชร	3.6	4.4	5.0	6.1	5.3	4.1	3.9	3.8	3.7	3.3	3.1	3.1
หนองคาย	3.5	4.1	4.9	6.0	4.9	4.2	3.9	3.4	3.9	3.9	4.0	3.5
เลย	3.8	4.6	5.2	5.8	4.9	4.6	4.3	3.9	3.7	3.8	3.6	3.6
อุดรธานี	4.4	5.1	6.0	6.7	5.7	5.1	4.6	4.3	4.1	4.1	4.3	4.0
สกลนคร	5.6	6.2	7.1	6.9	5.3	4.6	4.7	4.3	4.4	5.4.	5.6	5.3
นครพนม	3.9	4.2	4.7	5.3	4.6	3.8	3.7	3.4	3.6	3.7	3.9	3.5
ขอนแก่น	4.9	5.6	6.7	7.1	6.2	5.5	5.3	4.8	4.4	4.7	4.9	4.8
มุกดาหาร	3.6	4.8	5.7	5.9	4.9	4.3	4.2	3.6	4.0	4.0	4.3	4.0
ชัยภูมิ	5.0	5.7	7.0	7.2	6.0	5.5	5.3	4.7	4.5	4.9	5.3	5.0
ร้อยเอ็ด	4.9	5.4	6.2	6.2	5.1	4.5	4.4	3.9	3.6	4.3	4.8	4.8
อุบลราชธานี	5.6	6.1	6.9	7.0	5.9	5.3	5.2	4.8	4.4	5.1	5.6	5.5
นครราชสีมา	4.6	5.3	6.2	6.4	5.7	5.7	5.5	5.0	4.4	4.2	4.3	4.4
สุรินทร์	5.9	6.4	7.0	6.8	6.0	5.5	5.4	5.0	4.5	5.2	5.6	5.6
นครสวรรค์	4.8	6.3	7.6	8.4	6.8	6.2	5.6	5.0	4.4	4.2	4.3	4.4
อุทัยธานี	4.3	4 .9	5.9	6.7	7.1	5.6	5.3	5.0	4.5	4.2	4.3	4.1
ลพบุรี	5.1	5.4	5.6	6.7	5.9	5.4	5.2	5.0	4.4	4.1	4.8	5.1
กาญจนบุรี	4.4	5.5	6.8	7.4	6.2	5.2	5.4	5.2	4.7	4.1	4.2	4.4
กทม.	4.5	5.0	5.9	6.3	5.6	5.1	4.9	4.9	4.4	4.1	4.2	4.3
ปราจีนบุรี	4.6	4.6	5.4	5.4	4.9	4.3	4.6	4.5	4.2	4.0	4.4	4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัด	เดือน											
	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ชลบุรี	4.3	4.6	5.5	5.6	4.9	5.1	4.9	4.9	4.3	4.0	4.2	4.5
ระยอง	4.7	5.2	5.7	5.9	5.1	5.1	5.2	5.2	4.1	4.0	4.6	5.1
จันทบุรี	4.9	4.7	4.9	4.7	4.0	3.4	3.5	3.3	3.3	3.8	4.6	5.0
เพชรบุรี	4.0	4.7	5.8	5.7	5.3	4.5	4.6	4.4	4.3	3.5	3.6	3.9
ประจวบฯ	4.4	4.7	5.5	5.9	5.1	4.5	4.9	4.4	4.5	4.0	4.5	4.8
ชุมพร	3.7	4.2	4.9	5.0	4.2	3.7	3.6	4.4	3.6	3.3	3.2	3.3
สุราษฎร์ฯ	3.9	5.1	5.8	5.5	4.6	4.7	4.7	4.4	4.3	3.8	3.4	3.3
นครศรีฯ	3.1	4.0	4.6	4.5	4.0	4.3	4.2	4.4	3.8	3.5	2.8	2.7
สงขลา	5.2	6.0	6.3	6.1	5.1	4.8	4.8	5.0	4.8	4.2	3.5	4.1
ปัตตานี	4.3	5.3	5.8	5.7	4.8	4.8	4.9	4.8	4.7	4.2	3.9	3.8
นราธิวาส	3.4	4.2	4.6	4.9	4.3	4.1	4.2	4.1	4.1	3.8	2.3	3.8
ภูเก็ต	5.0	5.7	5.7	5.1	4.0	4.2	4.0	3.9	3.7	3.7	3.8	4.6
ตรัง	5.3	6.1	6.1	5.1	3.9	3.8	3.8	4.0	3.4	3.5	3.4	4.2
สตูล	6.7	7.0	6.7	5.4	4.4	4.4	4.5	4.4	4.1	4.0	3.9	5.0

หมายเหตุ * เป็นค่าเฉลี่ยในรอบ 30 ปี (2504-2533)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ตาราง: การจำแนกเขตปลูกพืชตามปริมาณน้ำฝนที่ตก

- 0 เขตแล้ง (Arid) 250 มม. (10 นิ้ว) ต่อปี
- 0 เขตกึ่งแล้ง (Semiarid) 250-500 มม. (10-20 นิ้ว) ต่อปี
- 0 เขตกึ่งชื้น (Subhumid) 500-1000 มม. (40-60 นิ้ว) ต่อปี
- 0 เขตชื้นแฉะ (Wet) 1500 มม. (60 นิ้ว) ต่อปี

ที่มา: Yamaguchi, M., 1983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

สุนทร พูนพิพัฒน์ 2525 โรงเรือนปลูกพืชสำหรับพืชเขตร้อน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มนตรี ค้ำชู 2531 หลักการชลประทานแบบหยด
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

สมเพียร เกษมทรัพย์. การปลูกไม้ดอก, คณะเกษตรศาสตร์, มหาเกษมทรัพย์วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. การพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับแห่งประเทศไทย, อุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับ.

ปรเมษฐ์ ประนยานันท์, ปิยพงศ์ เผ่าวาณิช. คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ MCS - 51.

Nelson Paul V. Greenhouse operation and management.
Reston Va : Reston Pub.Co,, 1981

Langhams , Robert W. Greenhouse management.
Halcyon Press , 1980 , New York

Northen , Henry T Greenhouse gardening.
Ronald , 1973 ,New York

Keniworth Ventilation for greenhouse. :a guide to the practical design of installations Electricity council , 1975

John Wiley & Sons : The Greenhouse Environment .
Mastalerz , J.W. 1997., New York

James E. brumbaugh Heating, ventilating and air conditioning library : macmillan publishing company

นันทิยา สมานนท์. การขยายพันธ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. พ.ศ.2526. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

เมืองทอง ทวนทวี, สุรีรัตน์ ปัญญาโตน. สวนผัก 2 ผักบ้านเรา. พิมพ์ครั้งที่ 2. พ.ศ. 2532. AGRI BOOK GROUP

เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์. ฉบับที่ 146 พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้