

## รายงานผลการวิจัย

โครงการวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



RCH  
TP  
359  
.L5  
ด1A37

เลขที่.....  
เลขทะเบียน..... 84484  
รับเดือน,ปี 13 ต.ค. 2551

๖ 11 ๑๑๑๗๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# รายงานผลการวิจัย

โครงการวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ประจำปีงบประมาณ 2549

1. ชื่อโครงการ “การลดความสิ้นเปลืองของ LPG ในระบบอบลำไยด้วยระบบประมวลผลไร้สายแบบหลายจุดเฉลี่ย”

“LPG Consumption Reduce by IT management and Wireless sensor Network in longan drying small industry”

2. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ. ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

3. ผู้ดำเนินการวิจัย

นายคณชัย สุขเจริญผล

นายเจตน์ ออสวัสดิ์

นายวีรเดช ชูมา

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

4. ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนา

5. สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าและสารสนเทศประยุกต์

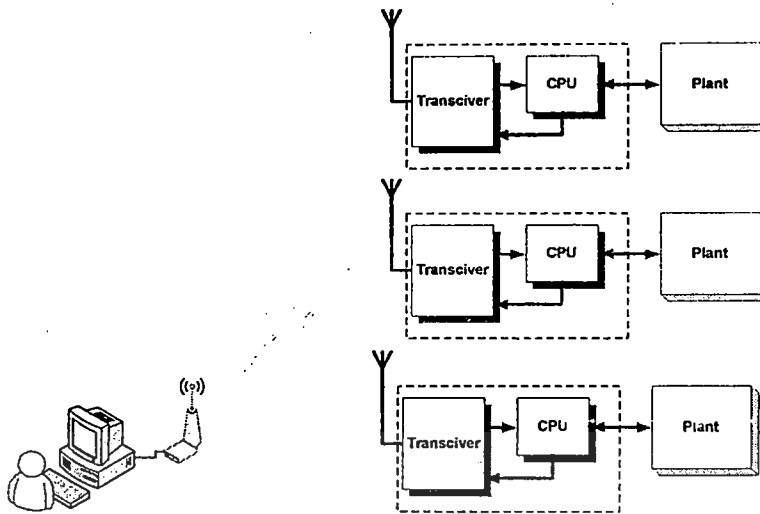
6. คำสำคัญ

ระบบสื่อสารข้อมูล ไร้สายในอาคาร, โครงข่ายเซนเซอร์หลายจุด, ระบบควบคุมแบบปิด, การจัดการทางข้อมูล

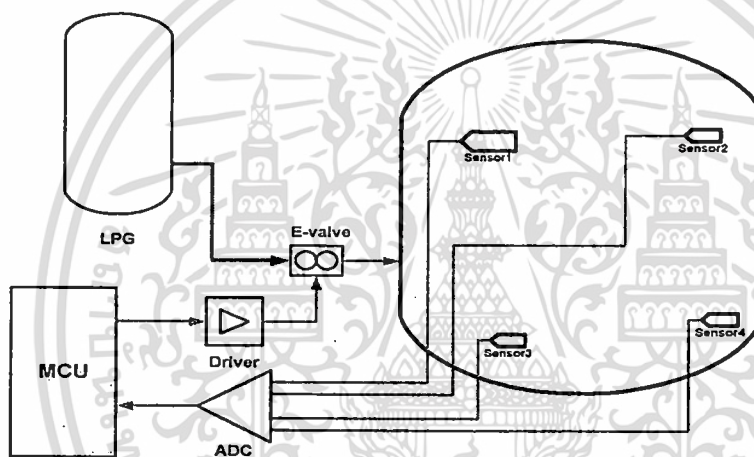
7. หลักการของเซ็นเซอร์โครงข่ายไร้สาย

ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อรองรับเครื่องอบลำไยที่ใช้ความร้อนจากก๊าซ LPG ตั้งแต่หนึ่งจนถึงหลายเครื่อง ในอุตสาหกรรมอบลำไยขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ที่สามารถทำงานพร้อมกันได้ โดยในแต่ละตู้อบจะประกอบด้วยเซนเซอร์ความร้อนที่สามารถส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สายได้หลายจุด โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งมายังเครื่องประมวลผลกลางที่มีขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลและประมวลผลแบบทันเวลา(real-time processing) โดยระบบประมวลผลนี้จะทำหน้าที่เฉลี่ยค่าอุณหภูมิของเครื่องอบแต่ละเครื่อง และส่งข้อมูลควบคุมไปยังวาล์วอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้สำหรับการควบคุมปริมาณของก๊าซ LPG ที่จ่ายเข้ามายังตู้อบ (plant) โดยในแต่ละเครื่องอบจะมีชุดเซนเซอร์ 4 จุด โดยจัดวางตำแหน่งต่างกันเพื่อทำให้เกิดการกระจายความร้อนเฉลี่ยเท่ากันมากที่สุดโดยมีรูปโครงสร้างพื้นฐานดังรูปล่าง และนอกจากนี้เครื่องดังกล่าวได้ออกแบบให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและประกอบได้ง่ายเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1 บล็อกโคอะแกรมการทำงานของระบบ



รูป 2 ระบบวัดและควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนแบบอัตโนมัติ

## 8. วัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างระบบควบคุมการใช้ปริมาณก๊าซในระบบปิดร่วมกับเซ็นเซอร์แบบหลายจุด
- ประยุกต์ระบบโครงข่ายไร้สายให้เกิดความสะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้าย
- เพื่อลดต้นทุนในอุตสาหกรรมสำหรับครัวเรือนขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง
- เพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอนในเรื่องการสื่อสารดิจิทัลและการสร้างฐานข้อมูล
- เพื่อสร้างเซ็นเซอร์เป็นระบบโครงข่ายไร้สายในอาคาร, ระบบควบคุมแบบปิด, โปรแกรมซอฟต์แวร์, ใช้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ

## 9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถประยุกต์องค์ความรู้ทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีไปแก้ปัญหาหลักของท้องถิ่น
- ระบบดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายต้นทุนในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง
- ลดปริมาณการบริโภคก๊าซ LPG ที่มีราคาสูงขึ้นทุกปีและมีแนวโน้มราคาจะลอยตัวในอนาคตอันใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และแก้ไขปัญหามาจริง
- จดอนุสิทธิบัตรและเป็นผลงานของคณะ

## 10. ขอบเขตงานวิจัย

ดำเนินการออกแบบและสร้างระบบเซ็นเซอร์ผ่านโครงข่ายไร้สายแบบหลายจุดที่สามารถกำหนดอุณหภูมิล่วงหน้าได้, ตัวประมวลผลและจัดเก็บฐานข้อมูล, ตัวควบคุมวาล์วก๊าซและตัวถังเครื่องอบแบบใหม่ที่ให้ลมร้อนสามารถไหลวนได้ โดยผลิตขึ้นจากชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ และใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการจัดเก็บ, วิเคราะห์และคำนวณปริมาณการใช้ก๊าซ และบันทึกข้อมูลในการผลิตในรูปแบบข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในขั้นต่อไป

## 11. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

12 เดือน

### ผลการดำเนินงาน

#### แบ่งรายละเอียดดังนี้

#### 1. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

ในโครงการวิจัยนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลซึ่งในปัจจุบันมีให้เลือกหลายแบบซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรุ่น โดยเซ็นเซอร์ที่ใช้งานเป็นของบริษัท smartec เบอร์ SMT160 ซึ่งสามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในช่วง  $-45$  ถึง  $+130$  °C โดยมีรายละเอียดต่างดังนี้

#### **Specification:**

No A-D converter necessary

Absolute accuracy  $\pm 0.7$  °C

Linear output within 0.2 °C

Output fully digital interpretable

Output fully analogue interpretable

Calibrated on chip

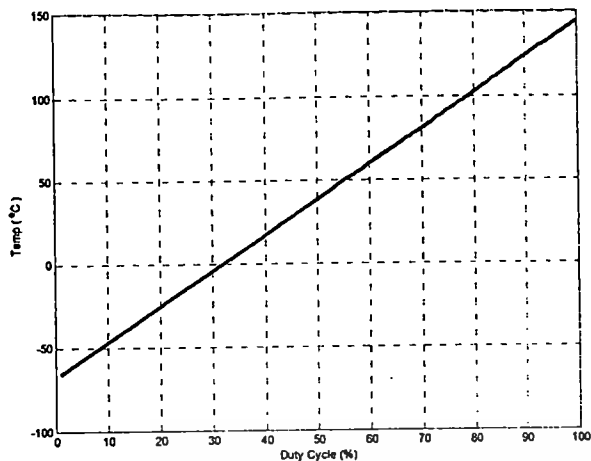
TTL, CMOS compatible

Temperature range 175 °C (-45...+130 °C)

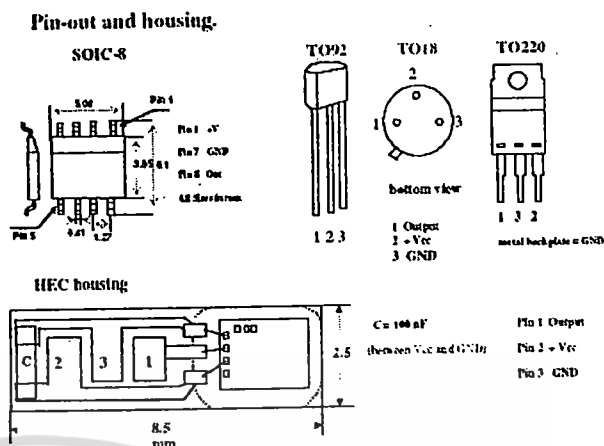
Directly connectable to data input of micro processor

Easy multiplexing when using more sensors to one micro processor

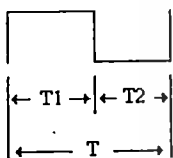
Low power consumption ( $< 1$  mW)



รูป 3.1 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิคือ duty cycle ที่เซ็นเซอร์สร้างขึ้น



รูป 3.2 รูปร่างและ package ของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

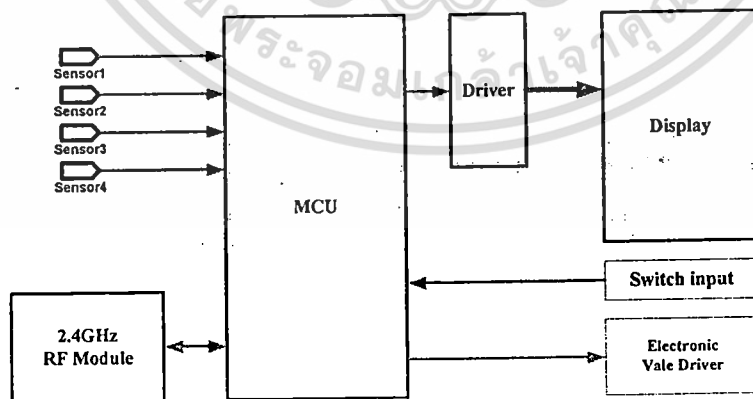


$$duty = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \quad (1)$$

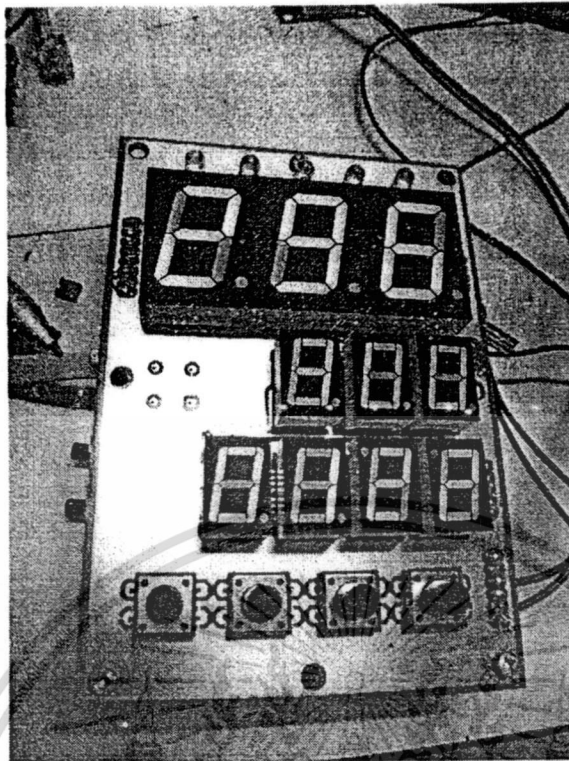
$$Temp(^{\circ}C) = \frac{Duty - 0.32}{0.0047} \quad (2)$$

2. โมดูลวัดค่าอุณหภูมิและแสดงผล

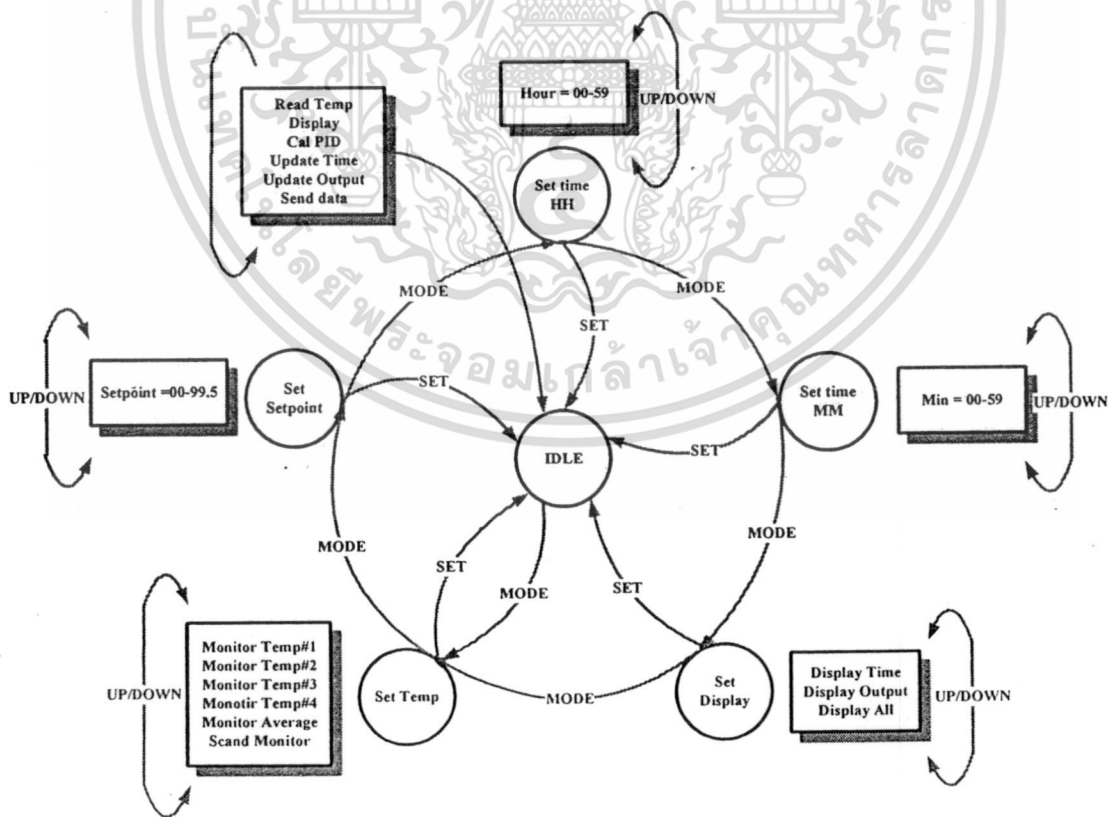
การทำงานของโมดูลวัดค่าอุณหภูมิและแสดงผลของแต่ละคู้บมีบัสล็อกโคอะแกรมการทำงานดังรูป 4 โดยเซ็นเซอร์ทั้งหมดถูกเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งทำงานที่ความเร็ว 20 MHz โดยทำการอ่านค่าพัลส์(pulses) จากเซ็นเซอร์แต่ละตัวหลังจากนั้นทำการแปลงค่าเป็นอุณหภูมิและนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาแสดงผลบนหน้าจอแสดงผล และในส่วนของการประมวลผลสัญญาณ, แสดงผล และการส่งข้อมูลไปคอมพิวเตอร์หรือหน่วยประมวลผลกลาง โดยถูกส่งผ่านระบบสื่อสารข้อมูลไร้สายต่อไป



รูป 4 โคอะแกรมการทำงานของโมดูลวัดค่าอุณหภูมิและแสดงผล



รูป 5 โมดูลวัดอุณหภูมิ, แสดงผลและควบคุมอุณหภูมิด้วยการโปรแกรมค่าล่วงหน้า



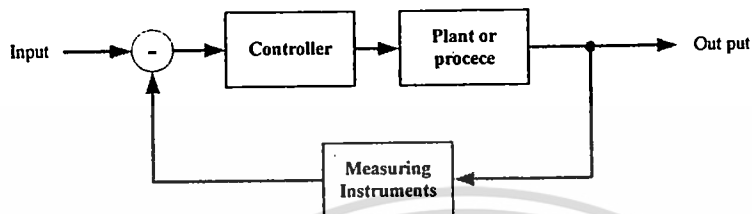
รูป 6 State diagram การทำงานของโมดูลควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ระบบควบคุม PID สำหรับ ดีซีมอเตอร์และวงจรถับ

#### โครงสร้างของพื้นฐานของระบบควบคุม

ในการศึกษา วิเคราะห์ และออกแบบระบบควบคุม โดยใช้ทฤษฎีระบบควบคุมแบบเดิมนั้นสามารถจัดรูปแบบของระบบควบคุมได้ดังรูป



รูป 7 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุม

#### สัญญาณด้านขาเข้า (Input signal)

สัญญาณด้านขาเข้านั้นบางครั้งเราอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อินพุทอ้างอิง (Reference Input) หรือค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) ซึ่งหมายถึงค่าหรือผลตอบสนองที่ต้องการของระบบที่ต้องการควบคุมที่กำหนดไว้ เช่น ต้องการควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 90 องศา

#### ตัวควบคุม (Controller)

ตัวควบคุมหมายถึงเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมมีสัญญาณด้านออกหรือผลตอบสนองตามที่ต้องการ โดยตัวควบคุมจะมีหลายแบบ เช่น ตัวควบคุมแบบ ON-OFF ตัวควบคุมชนิดพี (Proportional, P) ตัวควบคุมชนิดไอ (Integral, I) ตัวควบคุมชนิดดี (Derivative, D) เป็นต้น

#### กระบวนการ (Plant or Process)

กระบวนการหมายถึงระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม หรืออาจจะเป็นวัตถุทางกายภาพที่ถูกควบคุมก็ได้ เช่น กระบวนการในการควบคุมอุณหภูมิเตาเผา กระบวนการควบคุมระบบแขนกลในโรงงาน เป็นต้น

#### สัญญาณด้านขาออก (Output signal)

สัญญาณด้านออกหมายถึงผลตอบสนองของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วต้องการจะควบคุมให้สัญญาณด้านออกมีค่าตามสัญญาณด้านเข้าที่กำหนด (หรือตามค่าของสัญญาณด้านเข้าที่เปลี่ยนแปลงไป) หรือมีค่าคงเดิมได้เมื่อมีการรบกวนทั้งภายในและภายนอกที่มากระทำต่อระบบควบคุม

#### การรบกวน (Disturbance)

การรบกวนหมายถึงสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในระบบที่ถูกควบคุม สัญญาณรบกวนนี้อาจเกิดขึ้นที่จุดใดๆ ในระบบก็ได้ เช่น เกิดขึ้นที่กระบวนการ เกิดขึ้นที่อุปกรณ์วัด เป็นต้น การเกิดขึ้นของสัญญาณรบกวนอาจเกิดขึ้นในเวลาใดๆ ทั้งที่คาดเดาได้และคาดเดาไม่ได้ การรบกวนนี้แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

-การรบกวนภายใน (Internal Disturbance) ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่างๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

-การรบกวนจากภายนอก (External Disturbance) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นจากภายนอกระบบ แต่มีผลต่อระบบที่กำลังควบคุมอยู่ โดยทั่วไปจะถือว่าการรบกวนจากภายนอกเป็นสัญญาณด้านเข้าหนึ่งที่ไม่พึงประสงค์ของระบบควบคุม

**อุปกรณ์วัด (Measuring Instruments)**

อุปกรณ์วัดหมายถึงอุปกรณ์ที่อาจจะได้แก่ เซนเซอร์ (Sensor) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) หรืออุปกรณ์แปลงหรือวัดสัญญาณอื่นๆที่ทำหน้าที่วัดค่าของสัญญาณด้านออกของระบบที่ถูกควบคุม

**ระบบ (System)**

ระบบหมายถึงการนำเอาอุปกรณ์ต่างๆที่สามารถทำงานร่วมกันได้ มารวบรวมเข้าด้วยกันเพื่อให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องการ เช่น ระบบเชิงกล ระบบทางกายภาพของวงจร ไฟฟ้า เป็นต้น

**ระบบควบคุมป้อนกลับ (Feedback Control System)**

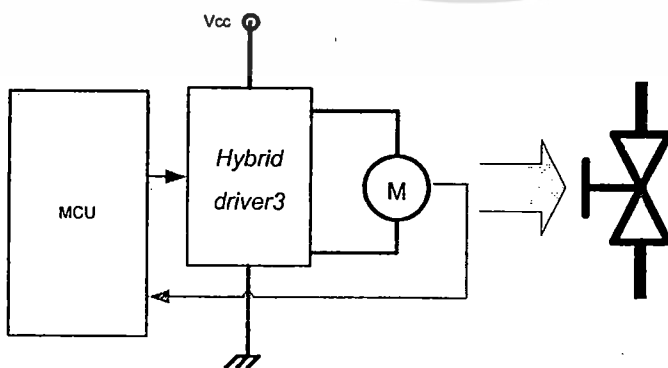
ระบบควบคุมป้อนกลับหมายถึงระบบควบคุมที่ต้องการควบคุมให้สัญญาณด้านออกหรือผลตอบสนองของระบบมีค่าตามที่ต้องการ โดยการนำเอาสัญญาณด้านออกป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับสัญญาณด้านเข้า ซึ่งการป้อนกลับนี้จะต้องเป็นการป้อนกลับแบบลบ (Negative Feedback) จากนั้นนำค่าความแตกต่างระหว่างด้านเข้ากับด้านออก ส่งต่อไปยังส่วนสร้างสัญญาณของตัวควบคุม เพื่อสร้างสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมที่จะทำให้สัญญาณด้านออกของระบบที่ถูกควบคุมมีค่าตามต้องการ ระบบควบคุมป้อนกลับนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบควบคุมแบบลูปปิด หรือระบบควบคุมอัตโนมัติก็ได้

**ชนิดของระบบควบคุม**

การจำแนกชนิดของระบบควบคุมทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ลักษณะของสัญญาณ ลักษณะการวิเคราะห์และศึกษาระบบเป็นต้น โดยระบบควบคุมที่จะศึกษา จะตั้งอยู่บนพื้นฐานดังต่อไปนี้

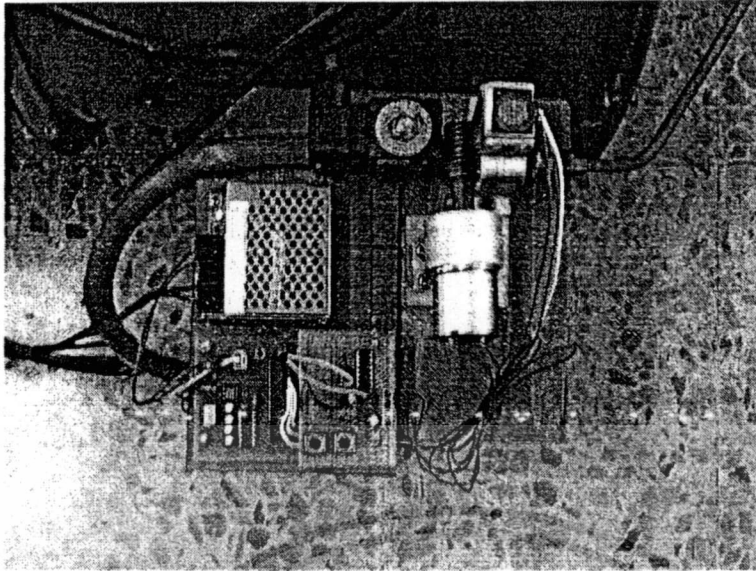
- เป็นระบบเชิงเส้น
- เป็นระบบที่ไม่แปรตามเวลา
- เป็นระบบที่มีสัญญาณต่อเนื่อง
- เป็นระบบควบคุมแบบลูปปิด (ระบบควบคุมป้อนกลับ)

**ดีซีมอเตอร์และวงจรขับ**



รูป 8 แสดงวงจรขับมอเตอร์และตัวมอเตอร์ดีซีขับแกนของวาล์วก๊าซ

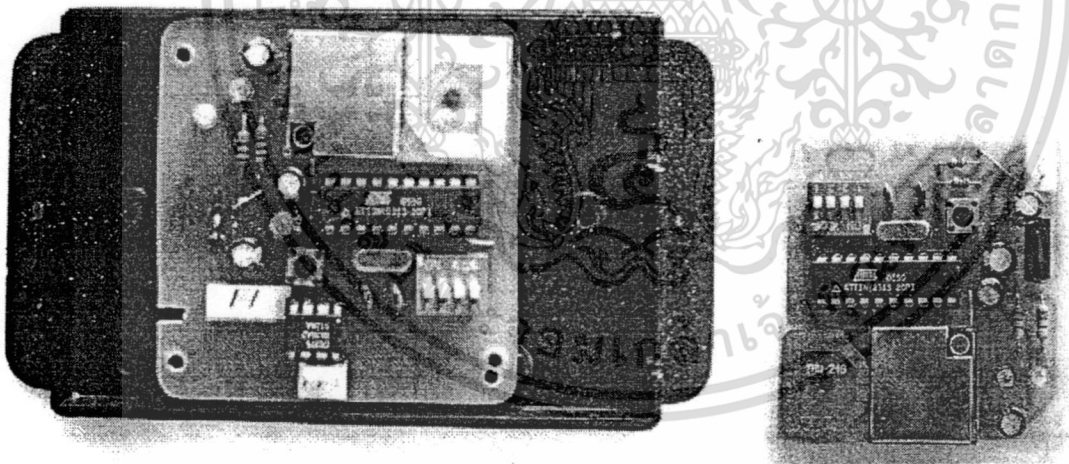
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9 ชุดควบคุม อัตราการไหลของก๊าซ LPG ที่มีการป้อนกลับของตำแหน่ง

#### 4. ระบบ ส่ง-รับ ข้อมูลไร้สาย

ระบบรับส่งข้อมูลไร้สาย ใช้โมดูล RF Transceivers ย่านความถี่ 2.4GHz โดยกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลที่ 9600bps ตามมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม



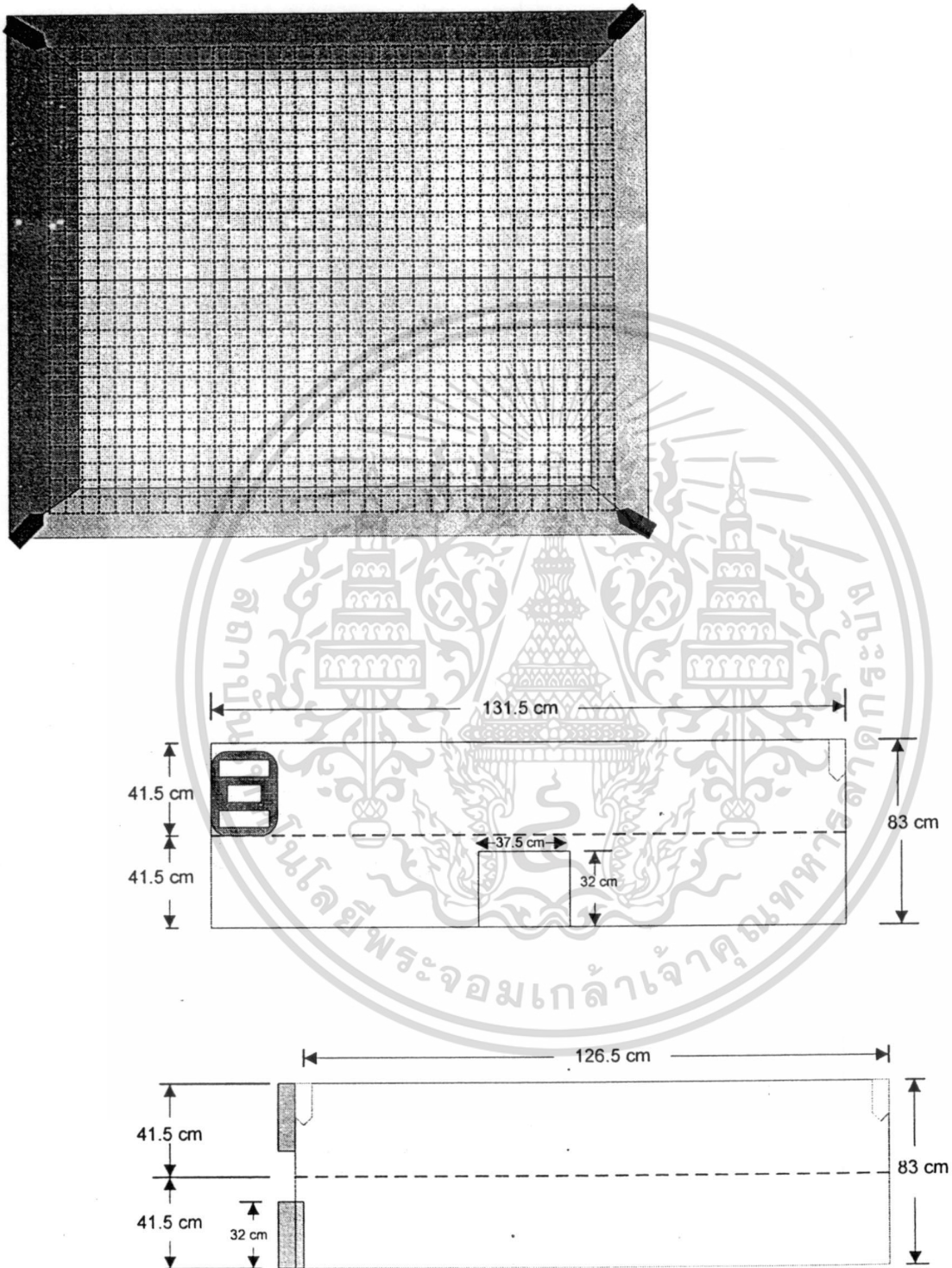
โมดูลรับข้อมูล

โมดูลส่งข้อมูล

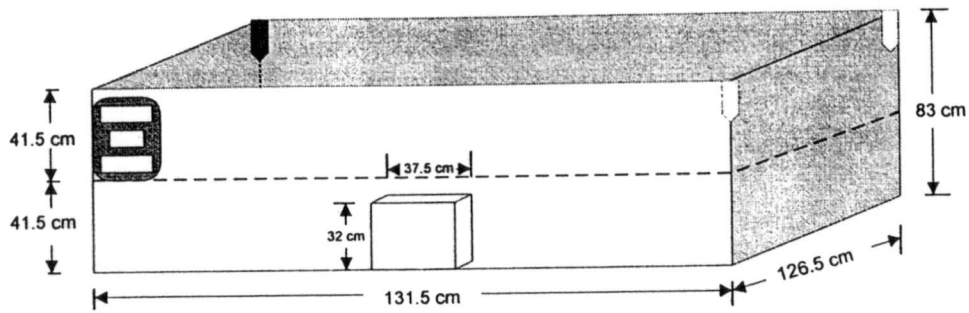
รูป 9 แสดงโมดูลทั้งด้าน ส่ง-รับ ข้อมูลแบบไร้สาย รวมทั้งตัวจัดการข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

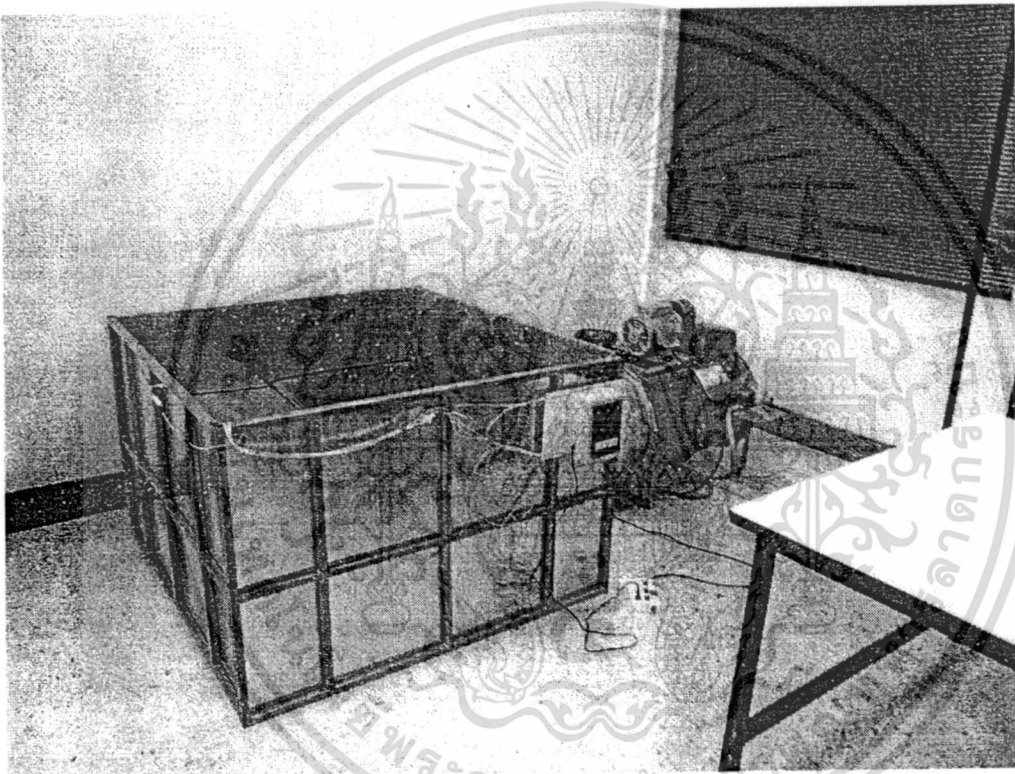
## 5. คิวตั้งตู้อบและถาดรองรับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

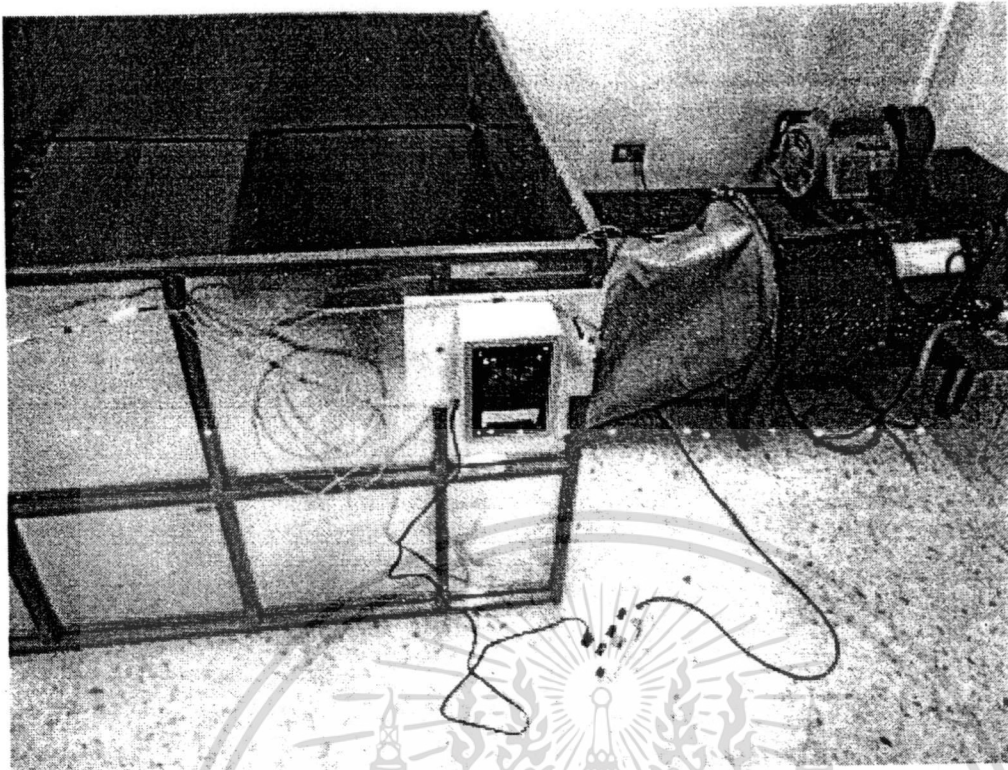


รูป 10 แสดงรายละเอียดและมิติของตัวตู้ปลา

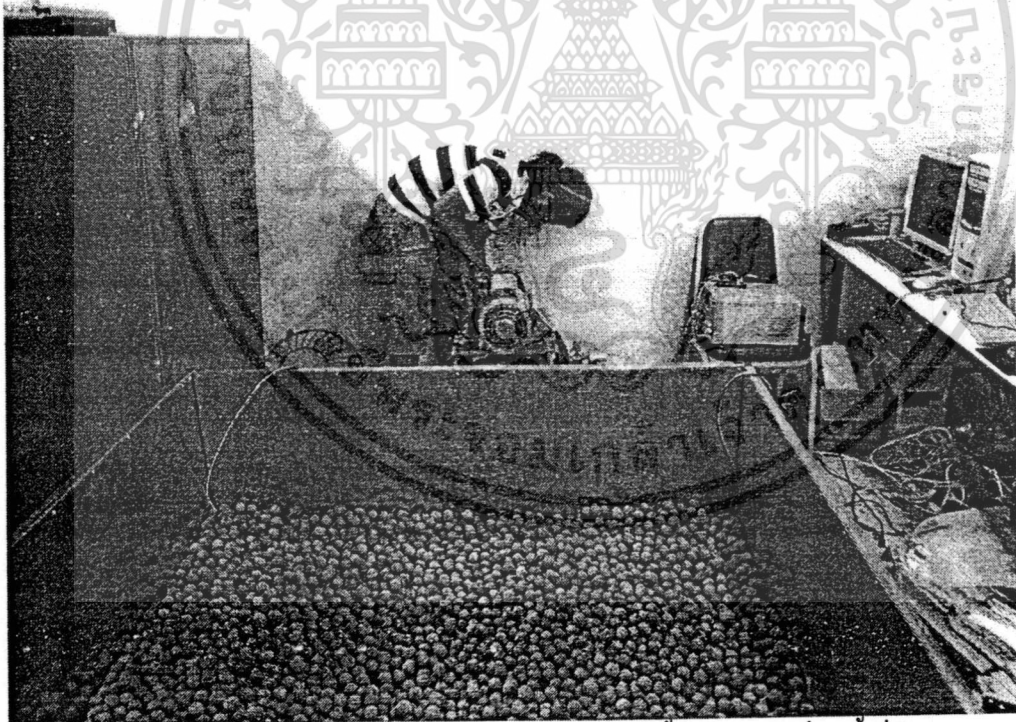


รูป 11 ก) การติดตั้งโมดูลวัดและแสดงผลเข้ากับระบบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 11 ข) แสดงผลจากการวัดค่าจริงของอุณหภูมิแวดล้อมที่ค่า 25.2 องศาเซลเซียส



รูป 12 แสดงการเก็บข้อมูลจากการอบลำไยโดยติดตั้งเซนเซอร์ไว้ที่มุมทั้งสี่ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 13 นำเสนอผลงานใน KMITL Exhibitions 2006

#### 6. โปรแกรมแสดงผลและแพลนท์มอเนเตอร์

ในส่วนของ Software ที่ใช้ในการรับข้อมูลจากเตาอบมาเก็บลงฐานข้อมูลและแสดงผลแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบการแสดงผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Main Menu

DESCRIPTION	Process	Set point	Temp Ev	Temp #1	Temp #2	Temp #3	Temp #4
No.	Output (%)	Temp °C	Temp °C	Temp °C	Temp °C	Temp °C	Temp °C
No. 1	51.70	26.00	26.50	26.30	26.20	26.60	27.00
No. 2	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
No. 3	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
No. 4	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
No. 5	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000

Main

Setting

Plant

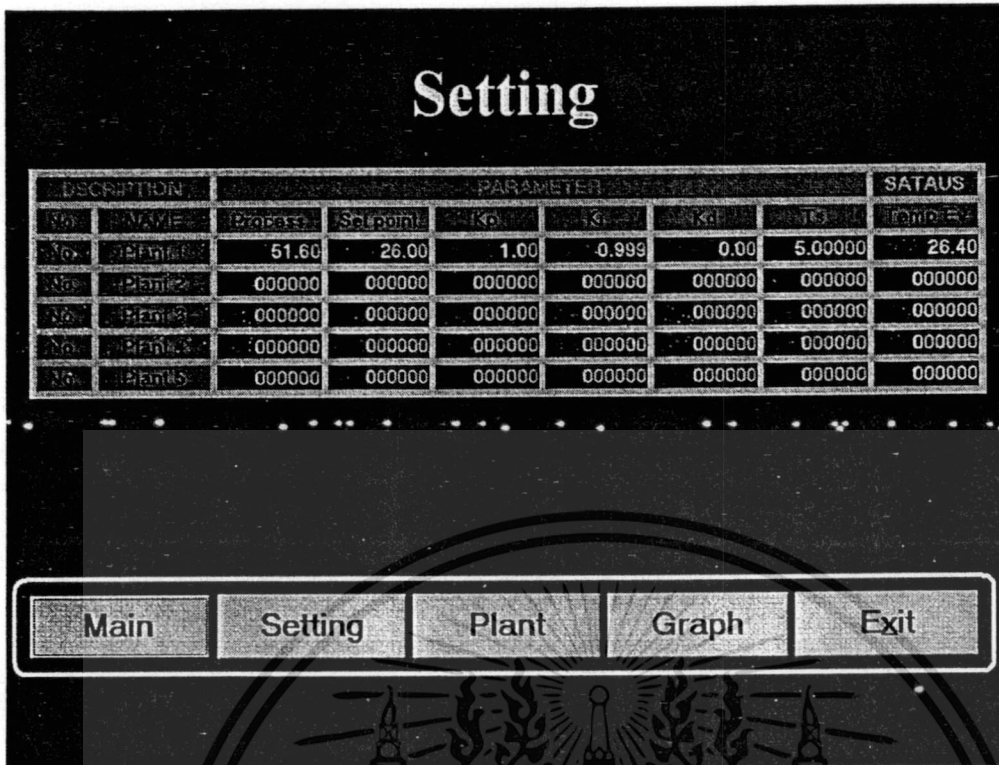
Graph

Exit

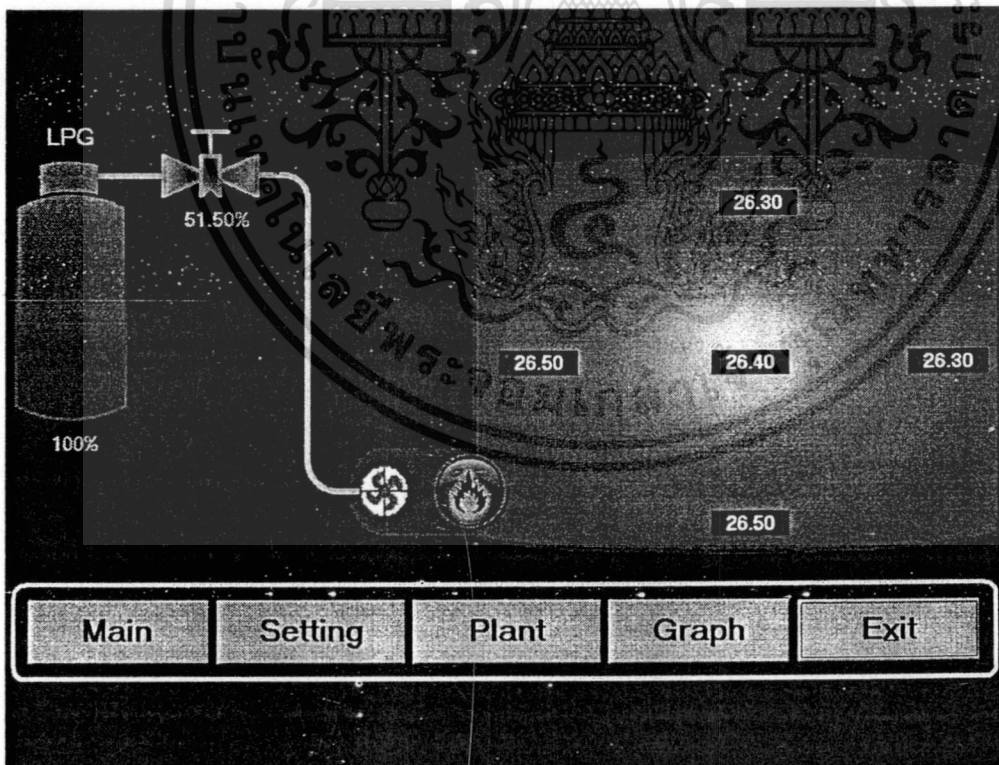
รูป 14. หน้าจอแสดงผลหลัก(main menu)

หน้าจอแสดงผลหลักประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ตารางแสดงค่าอุณหภูมิของเซนเซอร์ทั้ง 4 จุด, ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการเปิดของก๊าซ LPG จากทุกๆ แพลนท์ และในส่วนที่สองคือ ส่วนเลือกเมนูแสดงผลในลักษณะใช้งานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

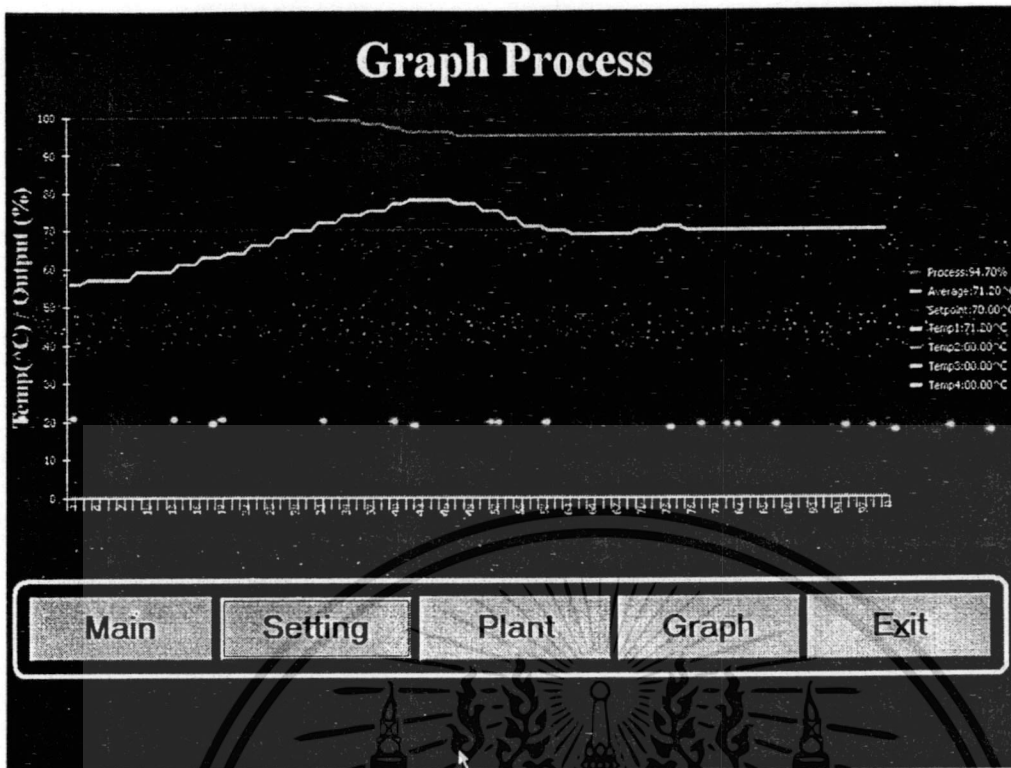


รูป 15 หน้าจอที่ใช้ในการเซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการควบคุมแบบอัตโนมัติ

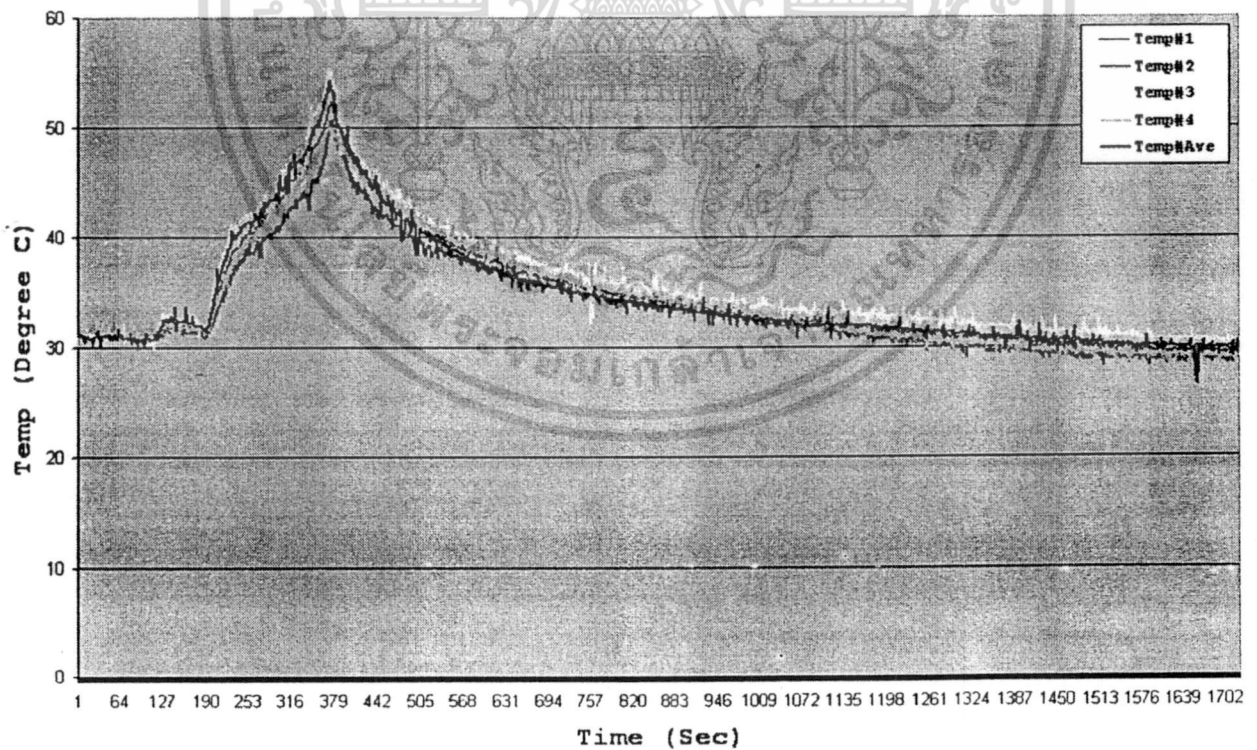


รูป 16 หน้าจอแสดงผลแบบ Plant Process แสดงค่าอุณหภูมิของเซนเซอร์ทั้ง 4 จุดรวมทั้งค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



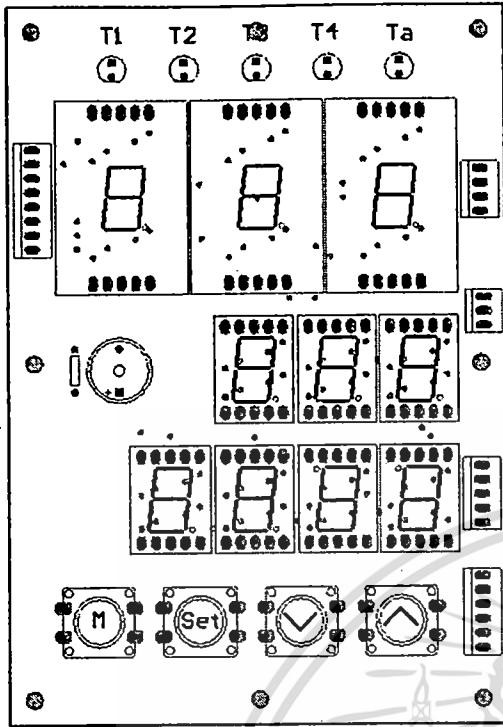
รูป 17 หน้าจอแสดงกราฟข้อมูลในขณะที่ทำงาน ได้แก่ อุณหภูมิในแต่ละจุด, อุณหภูมิเฉลี่ย และ อัตราการเปิดของ วาล์วแก๊ส LPG



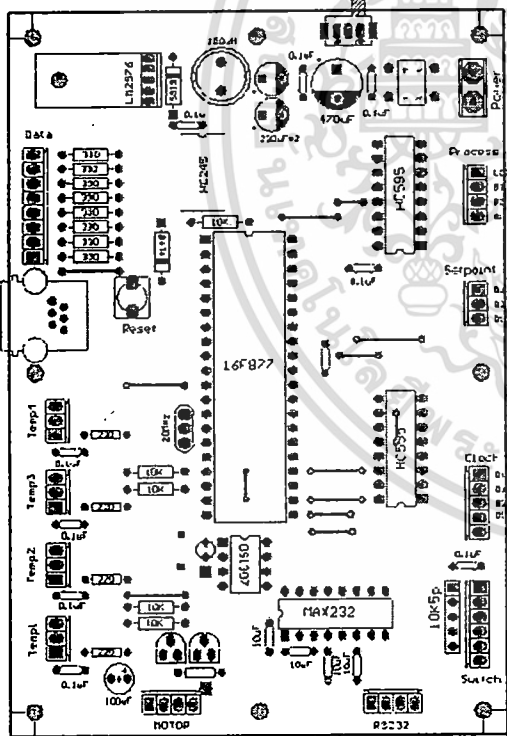
รูป 18 หน้าจอแสดงรูปกราฟของอุณหภูมิในลักษณะ time series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



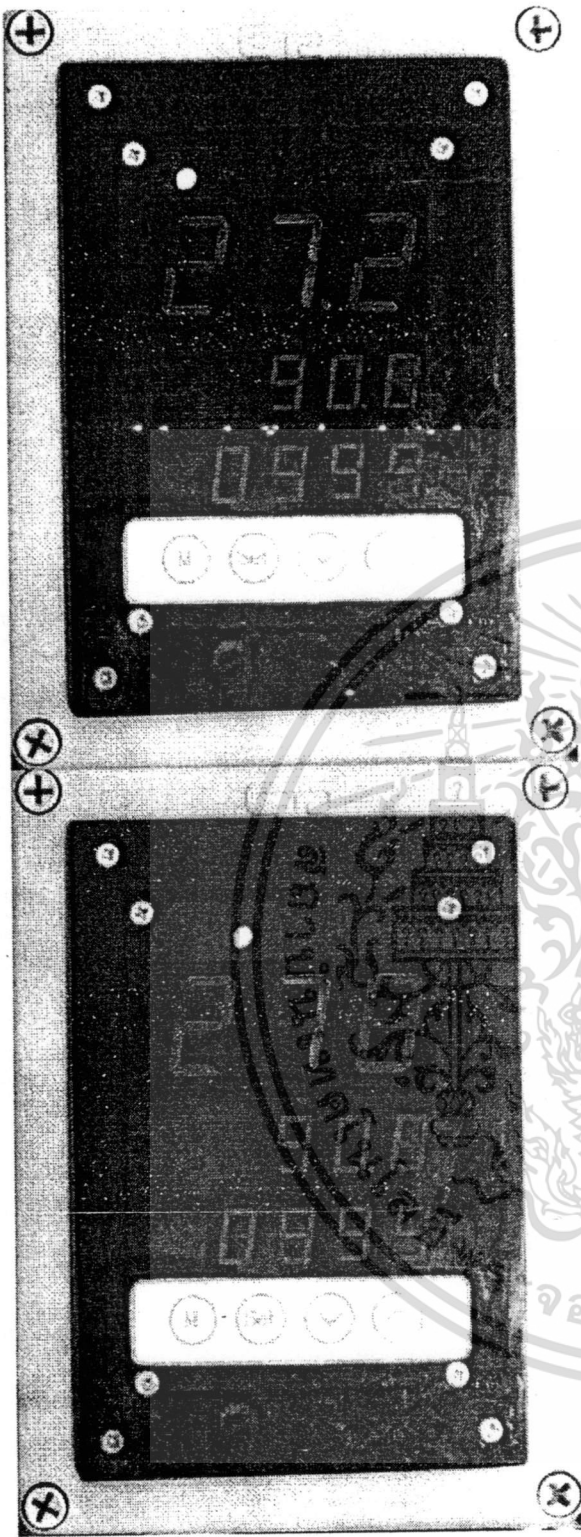


รูป 20 การออกแบบจัดวางหน้าจอแสดงผลและจุดเชื่อมต่อ



รูป 21 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่ 1





รูป 24 บนและล่าง แสดงตัวแสดงผลของอุณหภูมิในขณะที่วัดและแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ได้โปรแกรมไว้ที่ + 90 องศาเซลเซียส

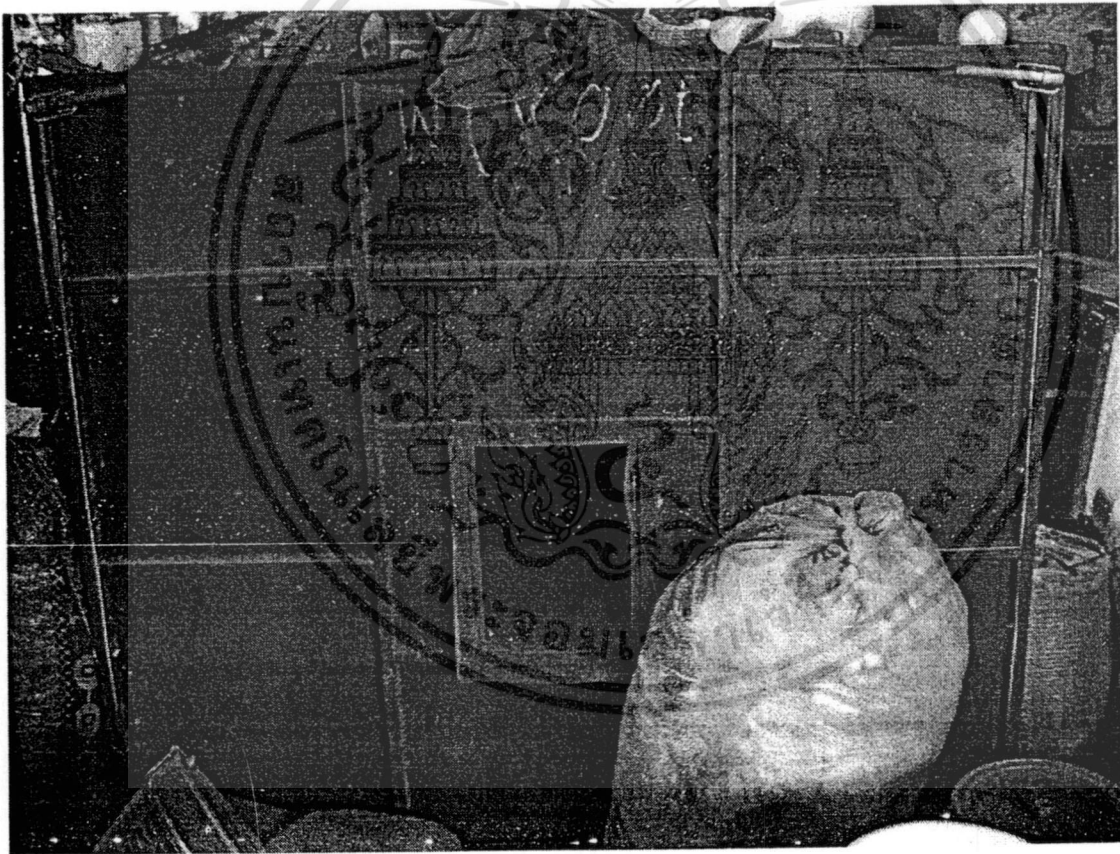
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## B. โครงสร้างของเครื่องอบลำไยโดยใช้ลมร้อน

### B.1 แบบเดิม รุ่น 1

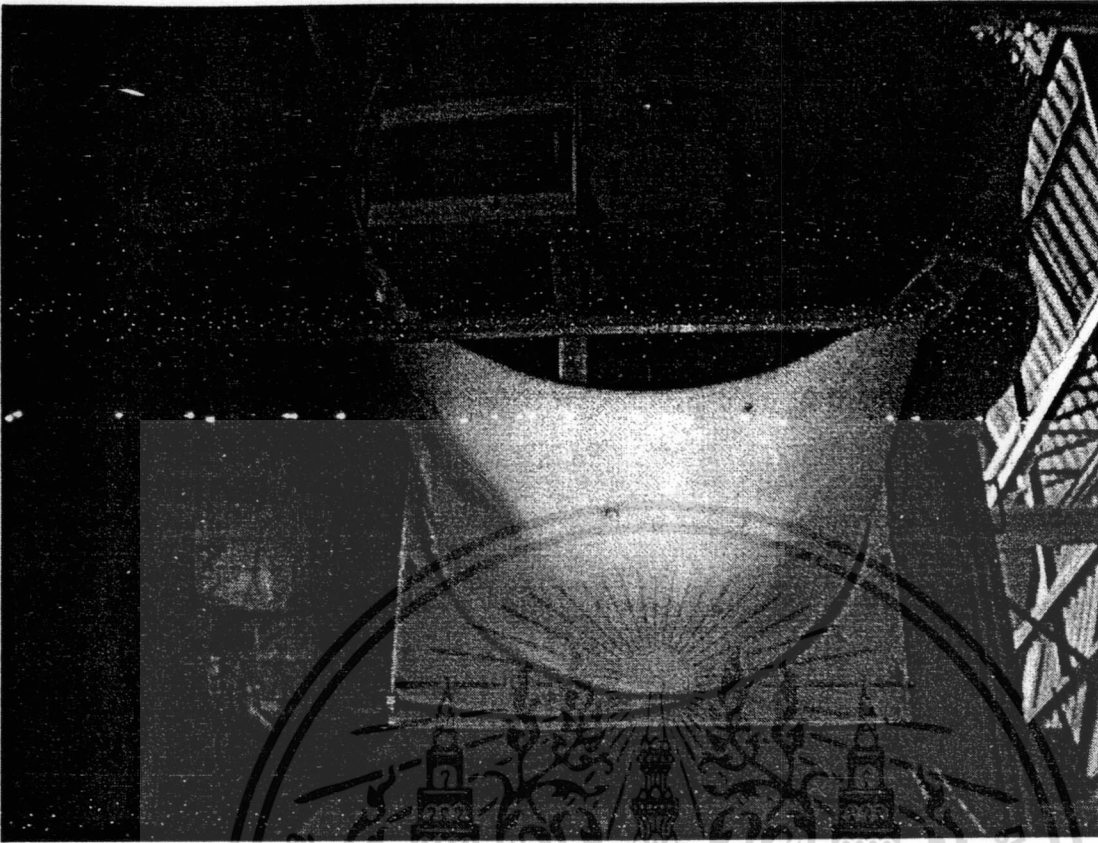
#### ลักษณะโครงสร้างของตู้

- เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมที่เหลี่ยมลูกเต๋า
- ใส่ตะแกรงลำไยจากด้านหน้าและปิดโดยใช้ตัวล็อก 2 จุด
- ตะแกรงลำไยมีรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋าทรงสูง
- ใช้ลมร้อนเป่าจากด้านหลังผ่านท่อเชื่อมส่งความร้อนเข้าไปในตู้อบ
- มีช่องและฝาเปิด ปิด 2 ช่องอยู่ด้านบนและด้านล่างเพื่อเปิด ปิดสลับกัน เพื่อให้ความร้อนกระจายทั่ว
- ใช้ใบพัดลมเป่าลมร้อนจากหัวแก๊สที่ติดตั้งอยู่ด้านบนพัดลมเป่าเข้าไป



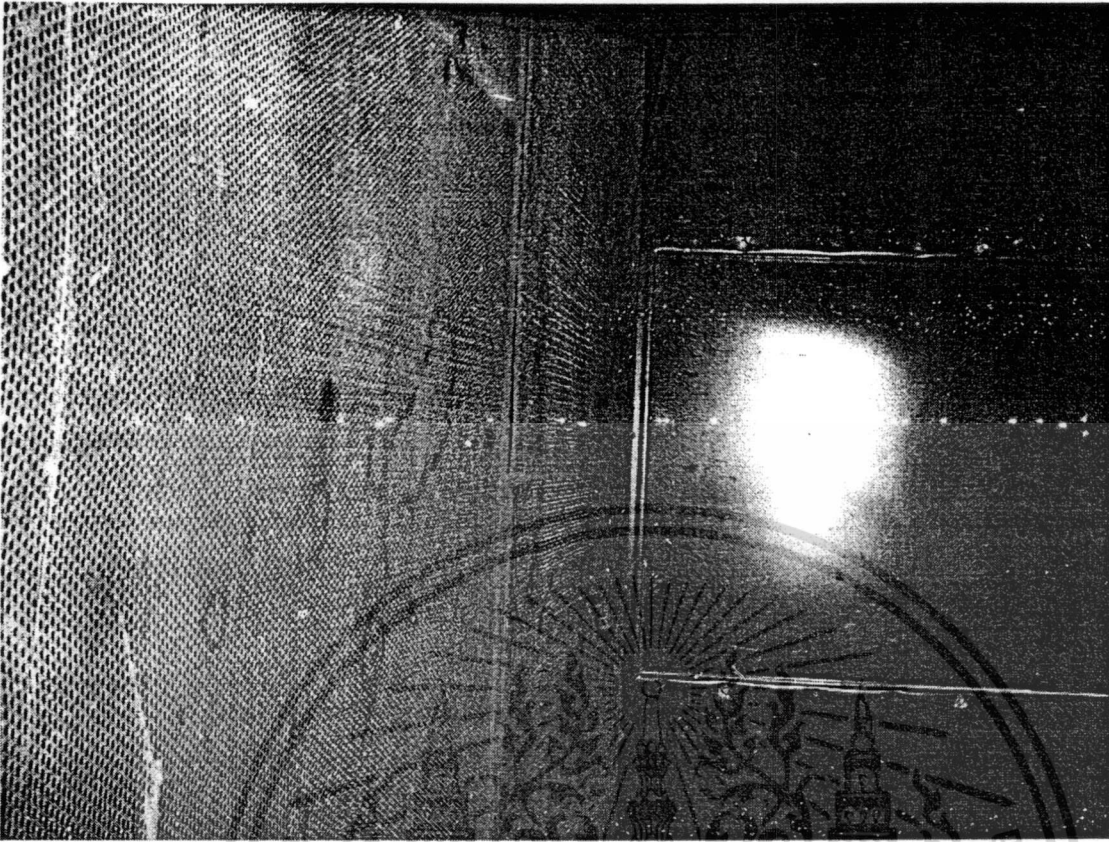
รูป B.1 แสดงตัวตู้อบลำไยแบบโหลค้ำหน้า ขนาด 1.2 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

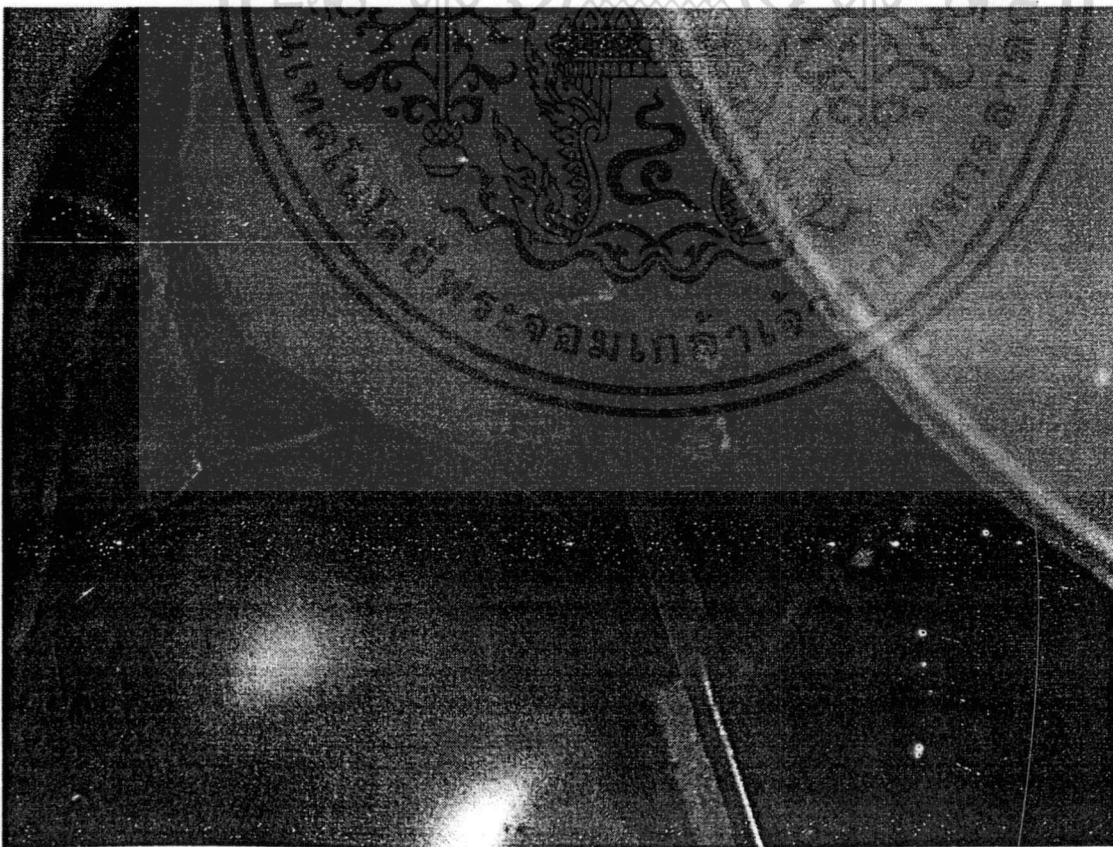


รูป B.2 แสดงการติดตั้งพัลลวมและการส่งลมร้อนเข้าไปในตัวโดยผ่านท่อแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป B.3 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในตัวดู้บ



รูป B.4 แสดงการติดตั้งหัวฉีดแก๊สและตัวกระจายความร้อน ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวันเวาสำหรับการเงินเพื่อกการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่พบ

- ลำไยแห้งไม่ทั่วตู้โดยเฉพาะที่มุมของตู้
- ลำไยตรงด้านหน้าช่องลมร้อนจะไหม้ทำให้ผลผลิตเสียหาย
- พัดลมเป่าหัวแก๊สโดยตรงทำให้ความร้อนไม่แน่นอน
- ไม่มีช่องว่างให้ลมร้อนหมุนวน

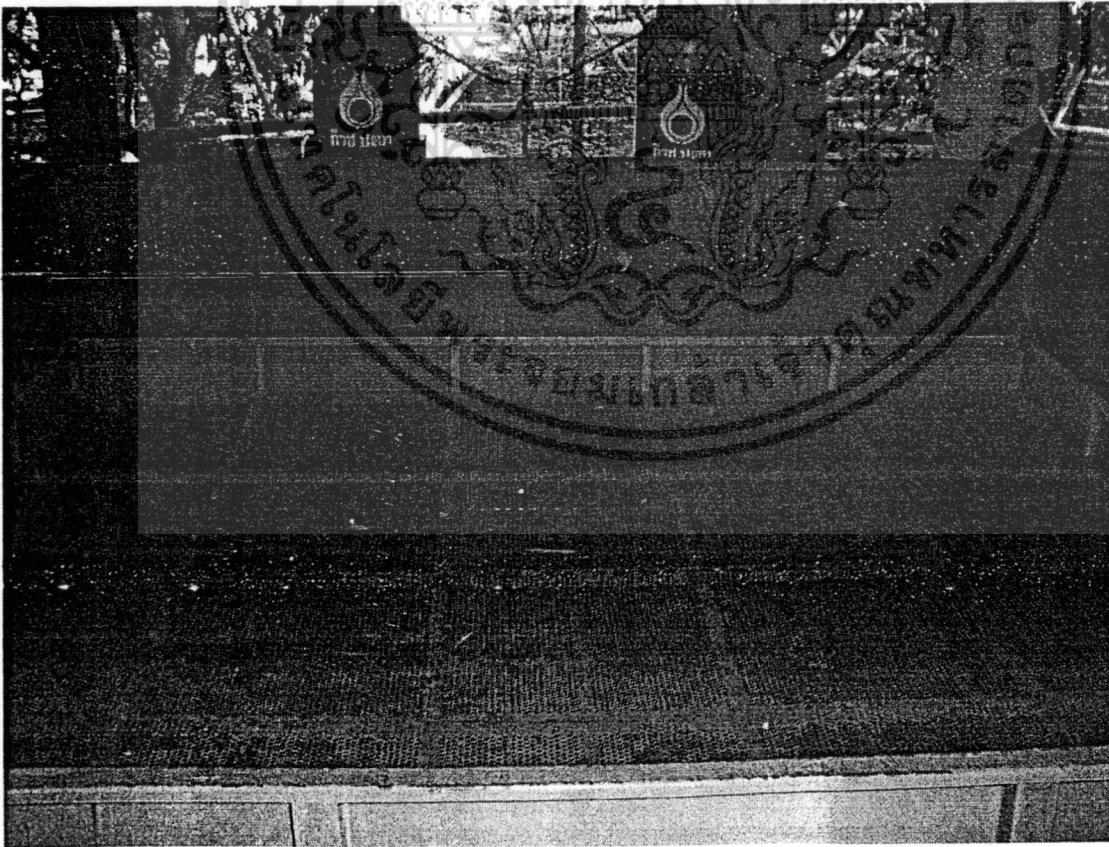
### ข้อดี

- ประหยัดเนื้อที่
- การนำตะแกรงลำไยเข้า- ออก ทำได้สะดวกโดยใช้การเลื่อน

### B.2. แบบที่ 2 โหลสด้านบน

#### ลักษณะโครงสร้างของตู้

- เป็นรูปสี่เหลี่ยมเกือบเป็นจัตุรัส แต่ความสูง  $\frac{1}{2}$
- โหลตะแกรงลำไยจากด้านบน
- ชั้นล่างสุด เป็นช่องว่างให้ลมร้อนผ่านเข้ามา
- วางหัวแก๊สหลังพัดลม
- ใช้การดูดลมร้อนจากหัวแก๊สเข้าไป
- ตัวพัดลมมีเหล็กแผ่นทรงกลมครอบบังไว้



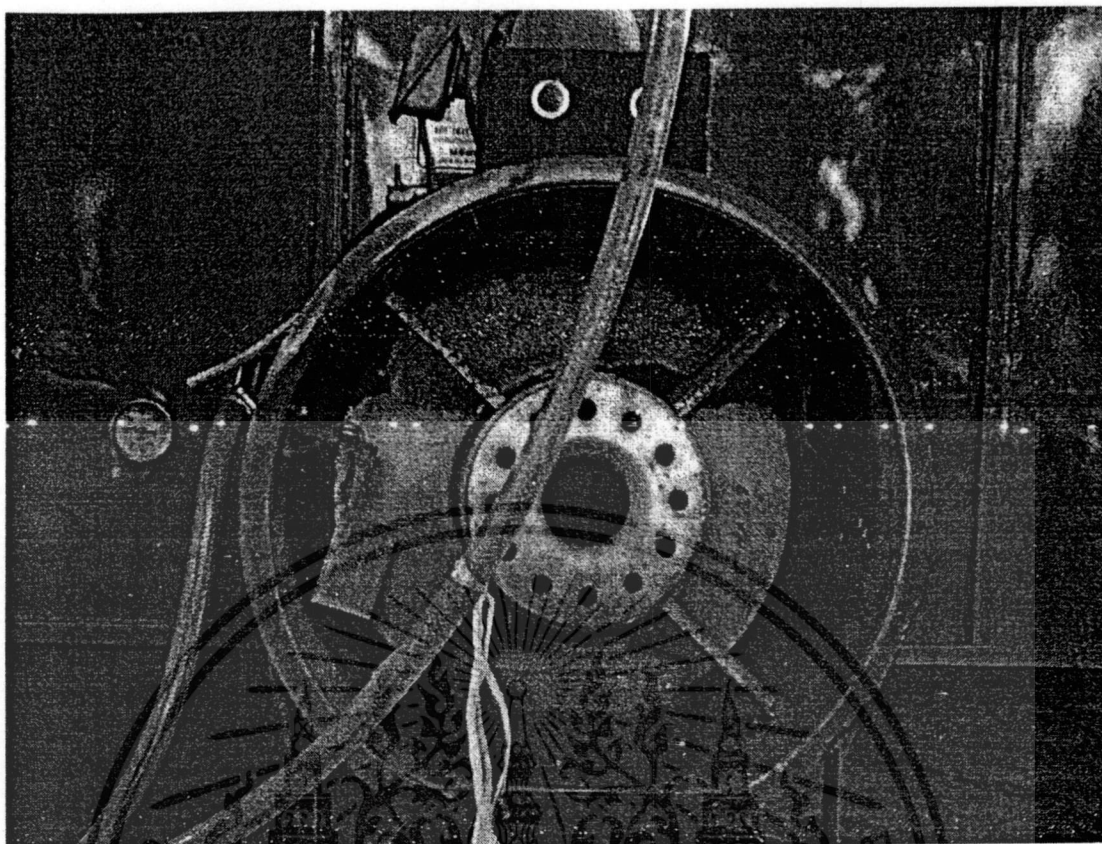
รูป B.5 แสดงตู้อบลำไยแบบโหลคลำไยด้านบนขนาด 2 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



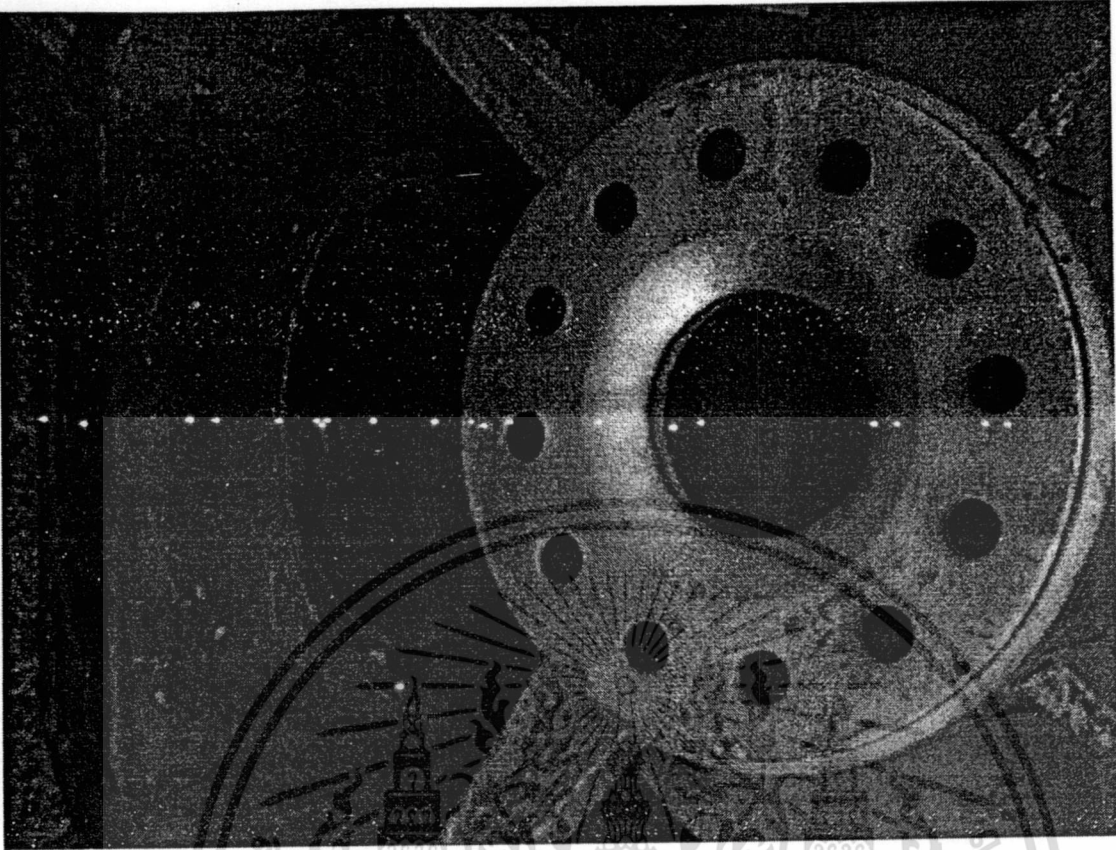
รูป B.6 แสดงชุดกำเนิดลมร้อนและการเชื่อมต่อเข้าไปยังตัวสูบโดยใช้ผ้าใบ รวมทั้งการติดตั้งระบบจ่ายแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



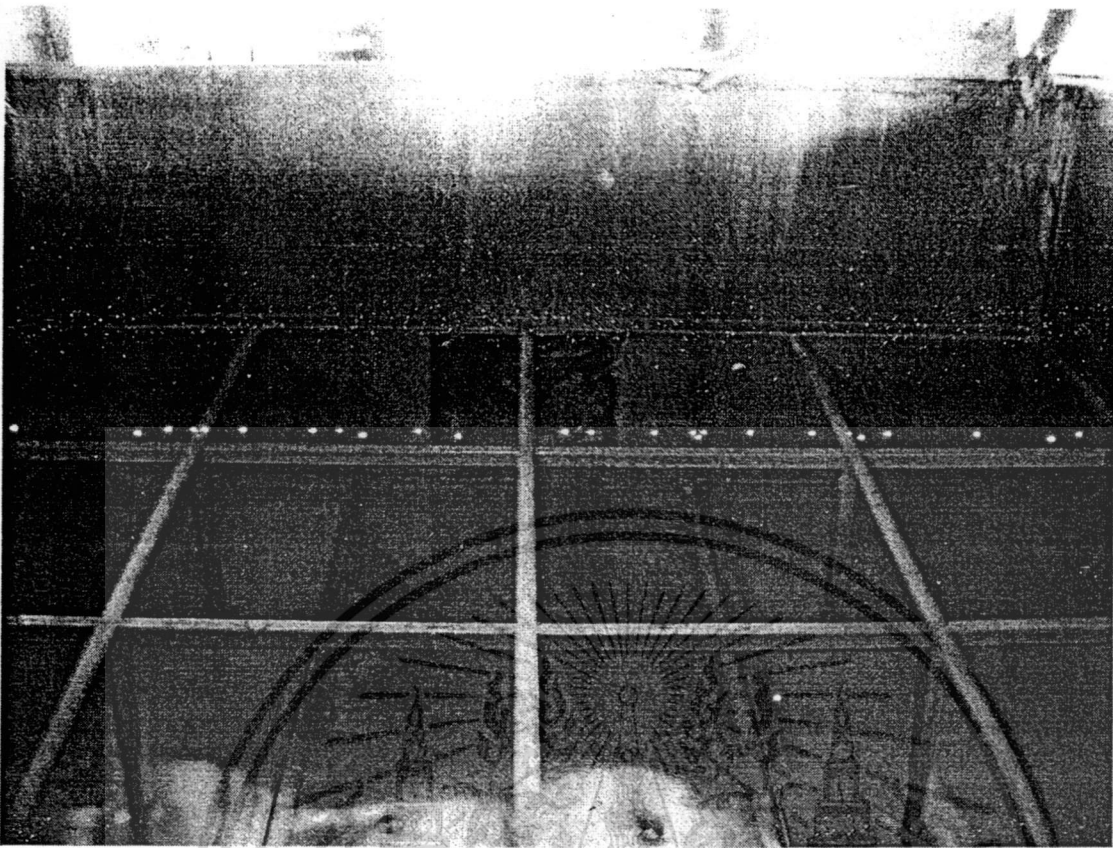
รูป B.7 การติดตั้งระบบกำเนิดลมร้อนและหัวจ่ายแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

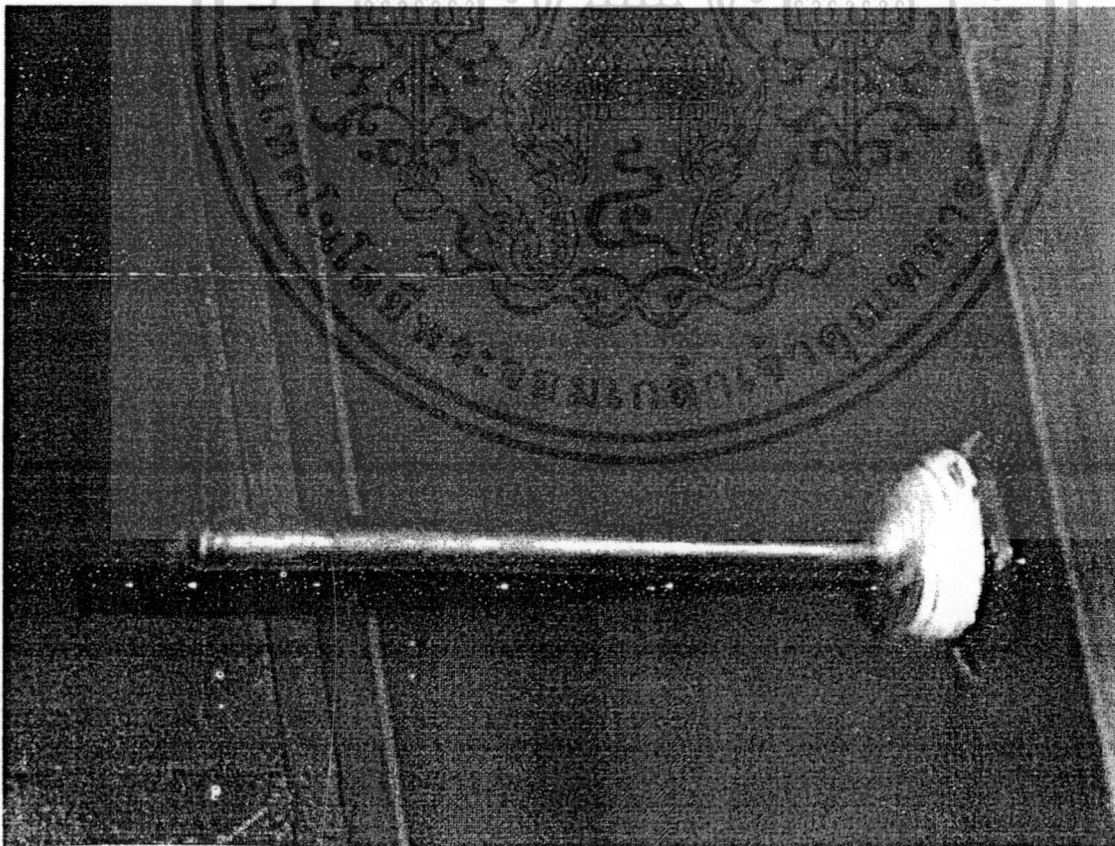


รูป B.8 หัวเตาแก๊สและพัดลมดูดลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า .  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป B.9 แสดงโครงสร้างค้ำล่างของตู้อบต้ไยและช่องลมร้อนเข้า



รูป B.10 การติดตั้งเซนเซอร์ความร้อนเพื่อใช้ในการแสดงผลอุณหภูมิในตู้อบ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่พบ

- ลำไยแห้งไม่ทั่วตู้โดยเฉพาะที่มุมของผู้ติดกับด้านช่องลมร้อนเข้า
- การไหลคละแกรงลำไยจากด้านบนทำให้ต้องใช้แรงคนงานยกอย่างน้อย 4 คน หรือใช้มอเตอร์ไฟฟ้ายกขึ้น ลง
- ไม่มีช่องว่างให้ลมหมุนวน
- เปลือกพื้นที่ในการจัดวางตู้อบ

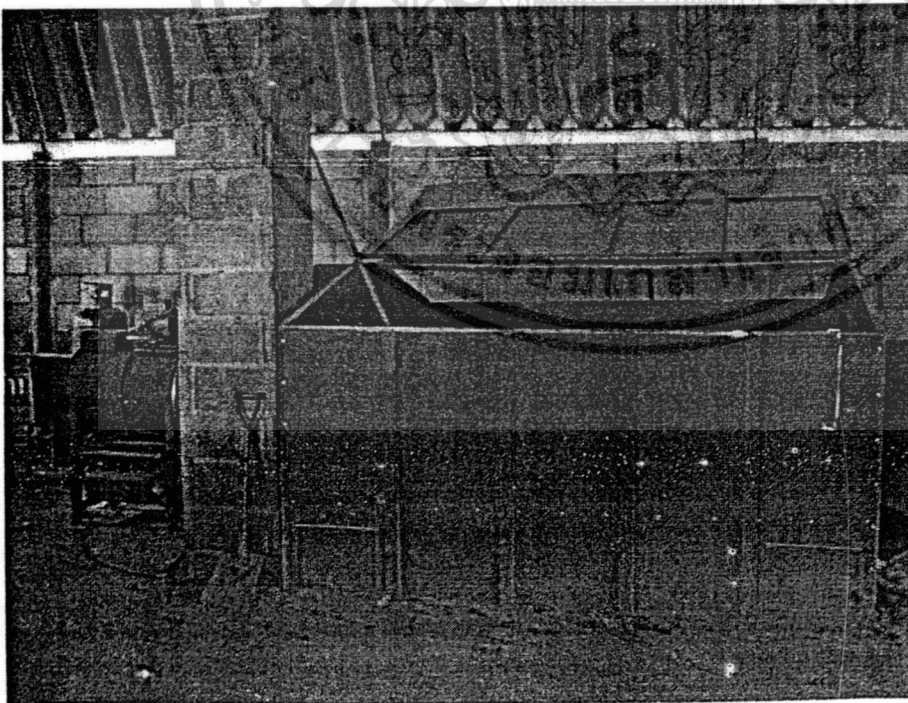
### ข้อดี

- ลำไยไม่ไหม้ทำให้ผลผลิตเสียหาย
- ลมร้อนค่อนข้างคงที่

### การแก้ไข

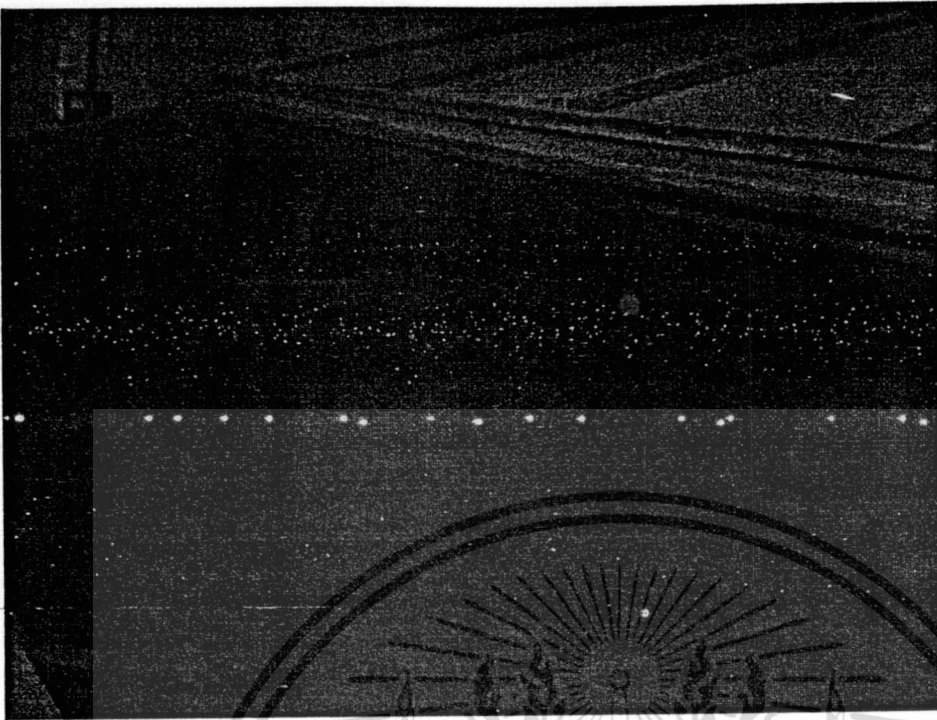
- แก้การกระจายของลมร้อนให้กระจายให้ทั่วและสม่ำเสมอ
- ลมร้อนรั่วออกตามมุมรอยต่อของตู้
- พัดลมไม่สามารถควบคุมความเร็วได้
- ไม่มีเซนเซอร์หรือวิธีป้องกันลำไยไหม้
- เพิ่มจำนวนเซนเซอร์ความร้อนเพื่อวัดค่าเฉลี่ยได้แม่นยำกว่าระบบเดิม
- ไม่มีช่องให้ลมร้อนไหลวน
- สามารถแสดงอุณหภูมิ, การตั้งค่าอุณหภูมิ, การตั้งเวลา ได้
- สามารถคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สและคำนวณราคาค้นทุนได้

### B.3 แบบที่ 3 ใช้การส่งผ่านลมร้อนเข้าสู่ตู้ที่ด้านบน(สลับตำแหน่งกับแบบที่ 1 )

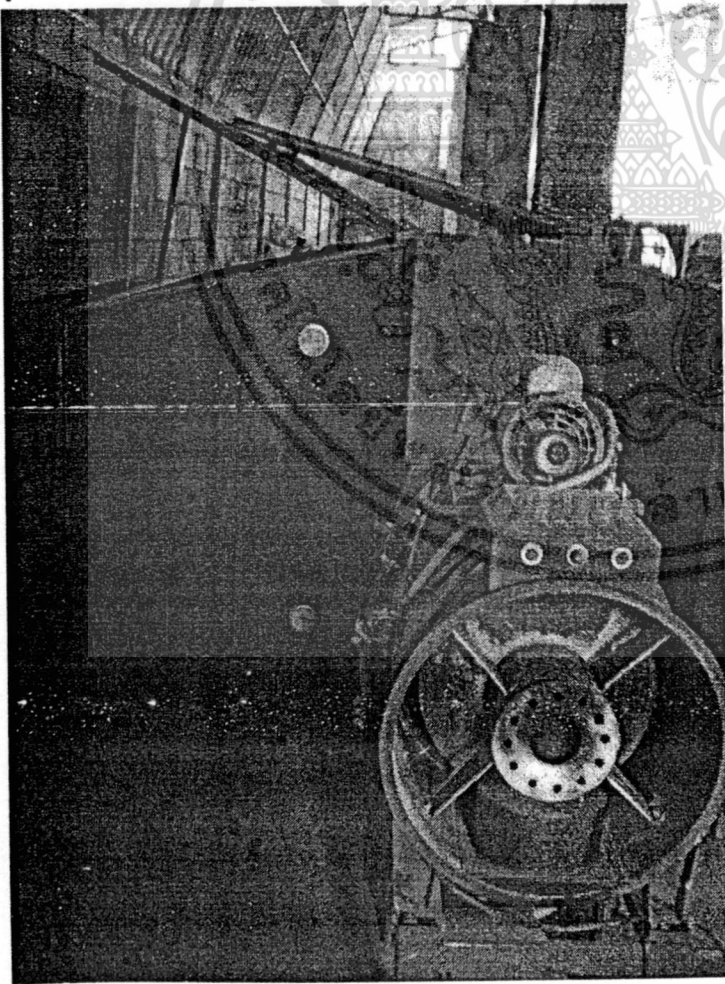


รูป B.11 ตัวตู้อบและตัวกำเนิดลมร้อนแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป B.12 แสดงช่องสำหรับส่งผ่านลมร้อนเข้าตู้อบที่คอนบนของตัวตู้อบ



รูป B.13 แสดงตำแหน่งการวางเครื่องกำเนิดลมร้อนและกรวยเชื่อมส่งผ่านเข้ากับตัวตู้อบให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบเครื่องอบลำไยแห้งแบบใช้ลมร้อนโดยใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีข้อดีคือให้ความร้อนได้สูงกว่าเชื้อเพลิงจากธรรมชาติเช่น ไม้, ถ่านไม้ และลมร้อนที่ได้ค่อนข้างคงที่กว่าแบบอื่น โดยได้ออกแบบตัวถังขนาด 1 ตัน(1,000 กก.) โดยใช้ตัวถังเป็นโลหะที่ออกแบบให้สามารถถอดเพื่อสะดวกในการประกอบและเคลื่อนย้าย นอกจากนี้ในส่วนของระบบควบคุม, ระบบการส่ง-รับข้อมูลด้วยระบบสื่อสารไร้สายระยะใกล้โดยอาศัย โมดูลระบบสื่อสารขนาดเล็กร่วมกับระบบควบคุมข้อมูลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดเล็ก, ระบบควบคุมวาล์วก๊าซโดยอาศัยระบบป้อนกลับแบบพีไอดี ควบคุมปริมาณความร้อนซึ่งสามารถกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ตั้งค่าล่วงหน้าได้ และนอกจากนี้ในส่วนของการซอฟต์แวร์ได้เขียนโปรแกรมออกแบบหน้าจอแสดงผลด้วย VB ซึ่งนำข้อมูลต่างๆของอุณหภูมิจากเซนเซอร์ความร้อนของแต่ละตู้อบลำไยที่ถูกส่งผ่านระบบสื่อสารไร้สายขนาดเล็ก นำมาเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ อาทิ เช่น อุณหภูมิ, อุณหภูมิเฉลี่ย, เวลา และค่าตัวแปรของระบบควบคุมปิดแบบพีไอดี และแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเครื่อง PC กลางเพื่อใช้เก็บเป็นฐานข้อมูลของการอบในแต่ละครั้งและใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง LPG ต่อครั้งหรือทั้งหมดได้

## ข้อเสนอแนะ

1. สร้างเครื่องวัดของเหลวเช่น LPG ราคาถูก
2. ศึกษาวัสดุมีลักษณะเป็นแผ่น ผิวเรียบ ที่มีคุณสมบัติสามารถเก็บความร้อนได้นาน
3. พัฒนาฐานข้อมูล, การคำนวณค่าใช้จ่ายของค่าเชื้อเพลิง ในระบบหลายตู้อบ
4. สร้างระบบป้องกันข้อมูลเพื่อป้องกันการทุจริตเบื้องต้น