

## รายการอ้างอิง

Andrej Martinovic and W.R. Grace, Architectures of Distributed Digital Control Systems,

Chemical Eng. Pro., (February 1983): 67-72

Andrew W. Sloley, Avoid Problems During Distillation Column Startups, Chemical Eng. Pro.,

(July 1996): 30-39

C. B. G. Meyer, R. K. Wood and D. E. Seborg, Experimental Evaluation of Analytical and

Smith Predictors for Distillation Column Control, AIChE Journal, Vol.25, No. 1,

(January 1979): 24-32

C.C. Hang, K.J. Astrom and W.K. Ho, Refinements the Ziegler-Nichols tuning formula, IEE

Proceedings-d, Vol.138, No.2,(March 1991):111-118

C. Chapat and D. Depeyre, Industria Process Control in Distillation-Research and Development,

International Chem. Eng., Vol.33, No. 2, (April 1993): 226-234

Dobrivoje Popovic and Vijay P. Bhatkar, Distributed Computer Control for Industrial

Automation, Marcel Dekker, New York and Basel, 1990

George Stephanopoulos, Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice,

PTR Prentice Hall, New Jersey, 1984

- Gerald R. Brown, Make the Most of Your Replacement Distributed Control System, Chemical Eng. Pro., (August 1993): 61-65
- J. R. Leigh, Applied Digital Control : Theory, Design and Implementation, Second ed., Prentice Hall, 1992
- Jens G. Balchen and Kenneth I. Mumme, Process Control : Structure and Applications, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1988
- John A. Shaw, DCS-Base Alarms: Integrating Traditional Functions into Modern Technology, ISA Transactions, 32 (1993): 177-181
- John A. Shaw, Design Your DCS to Reduce Operator Error, Chemical Eng. Pro. (February 1991): 61-65
- Malcolm C. Beaverstock and Peter Harriot, Experimental Close-Loop Control of a Distillation Column, Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop., Vol. 12, No. 4 (1973): 401-407
- Marchetti and Jacinto Luis, Predictive Computer Control of a Distillation Column, University of California, Santa Barbara, Ph.D. 1982, University Microfilms International.
- Marchetti, Benallos, Seborg and Mellichampi, A Pilot-Scale Distillation Facility For Digital Computer Control Reseash, Computer & Chemical Eng., Vol. 9, No. 3(1985): 301-309
- Pradeep B. Deshpande, Distillation Dynamics and Control, Edward Arnold, New York, 1985

Robert H. Perry, Don W. Green and James O. Maloney, Perry's Chemical Engineers'

Handbook, Sixth Edition, McGraw-Hill, Malasia, 1984

Thomas J. Senyard and Corley P. Senyard, Making DCS a Full-time Partner, Chemical Eng.

Pro., (February 1989): 12-15

William L. Luyben, Practical Distillation Control, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992

Yogokawa Electric Corporation,  $\mu$ -XL Manual, Tokyo, 1993

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก.

### การแสดงของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

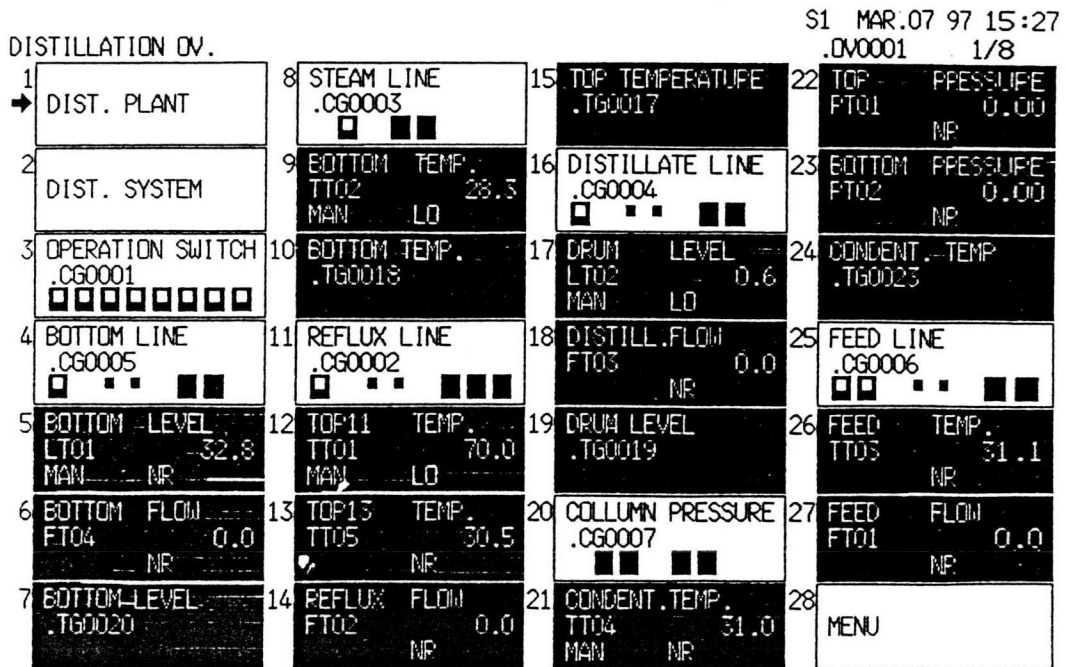
### สำหรับโรงงานนำร่องเพื่อการถลุง

สำหรับโรงงานนำร่องเพื่อการถลุงแบ่งการแสดงผลออกเป็นระดับ ได้แก่ การแสดงระดับโรงงาน โดยใช้หน้าจอการแสดงผลกราฟฟิคและหน้าจอการแสดงผลโอเวอร์วิว การแสดงระดับกลุ่มซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมต่าง ๆ ตามสายของกระบวนการ และการแสดงระดับลูปด้วยหน้าจอการแสดงผลจูนนิ่งและหน้าจอกกราฟแสดงแนวโน้ม ดังที่จะแสดงต่อไป

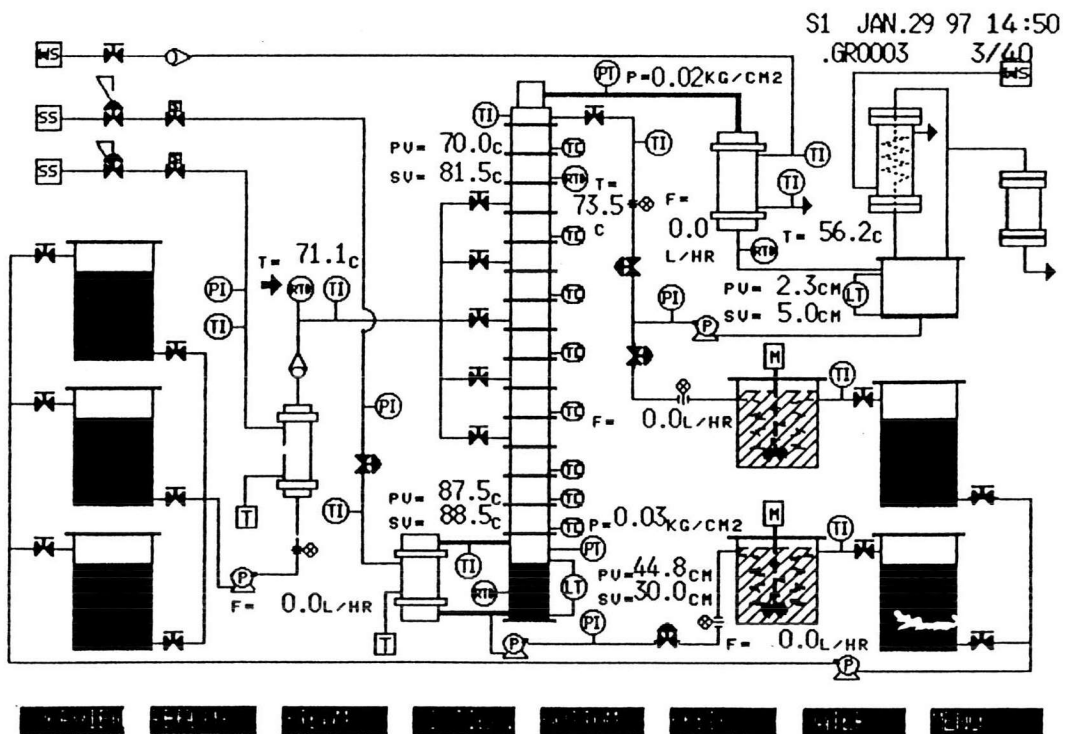
#### ก.1 การแสดงระดับโรงงาน

การแสดงระดับโรงงานมีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ

1. หน้าจอการแสดงผลแบบมาตรฐาน ด้วยการแสดงผลโอเวอร์วิวของโรงงาน คือ จอภาพแสดงสภาพกระบวนการผลิตรวมทั้งระบบของโรงงานโดยแยกออกเป็นส่วน ๆ ข้อมูลที่ต้องการจะถูกกำหนดลงในตารางมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ ก.1
2. หน้าจอการแสดงผลแบบผู้ใช้เป็นผู้กำหนด ด้วยการแสดงผลกราฟฟิคของโรงงาน คือ จอภาพแสดงไดอะแกรมรวมของโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ ก.2



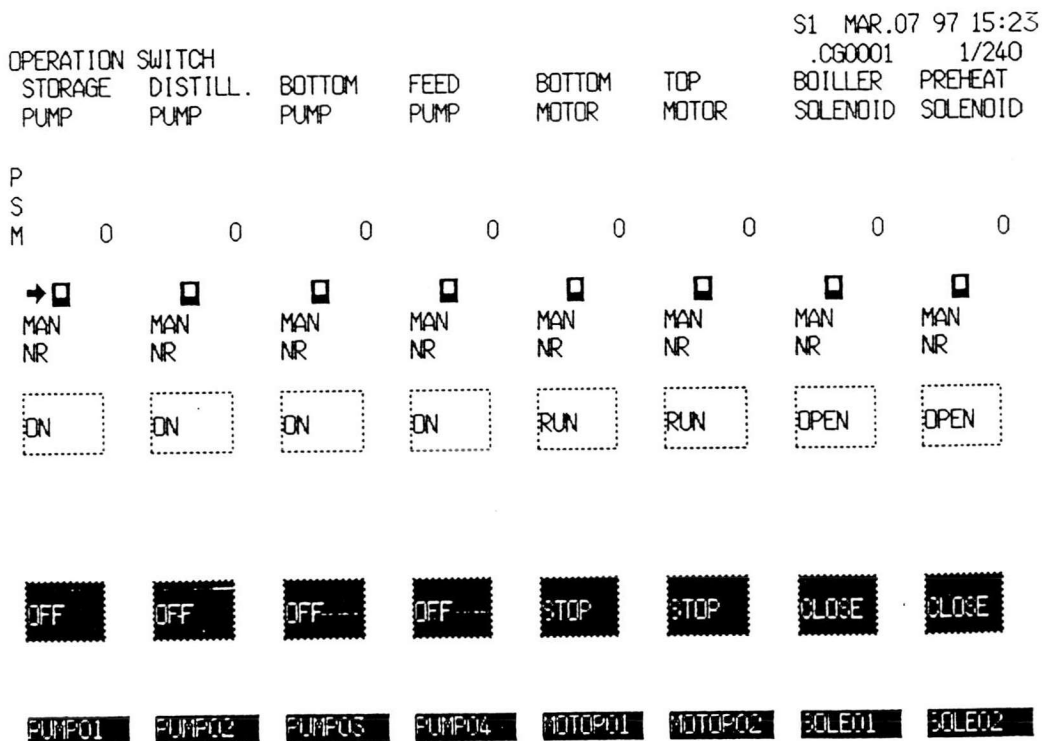
รูปที่ ก.1 โอเวอร์วิวของกระบวนการกลั่น



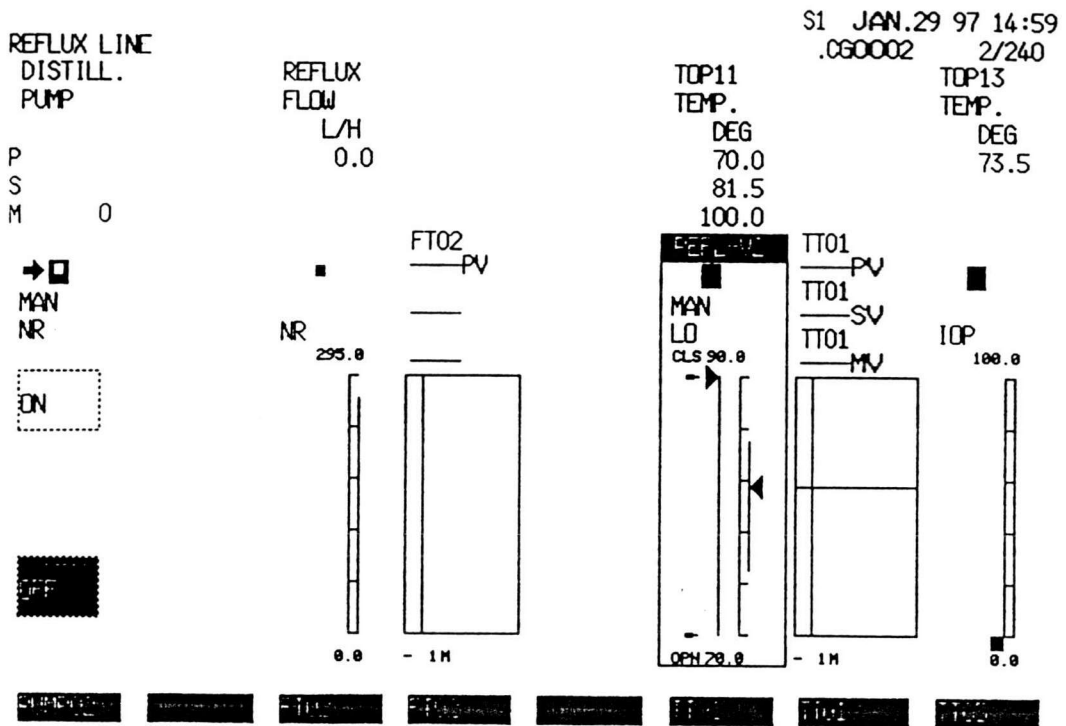
รูปที่ ก.2 กราฟฟิคของโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น

## ก.2 การแสดงระดับกลุ่ม

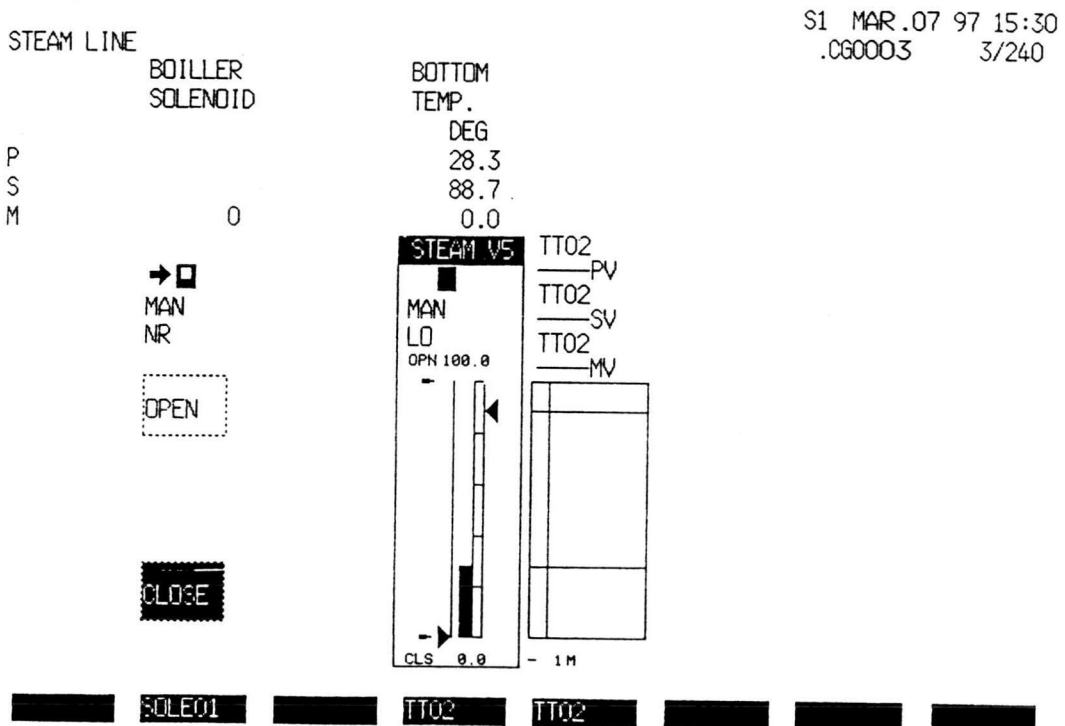
การแสดงระดับกลุ่ม แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมต่าง ๆ ตามสายของกระบวนการ ดังนี้คือ กลุ่มควบคุมของสวิทช์ปฏิบัติการ [CG0001] กลุ่มควบคุมสายรีฟลักซ์เพื่อการควบคุมอุณหภูมิ ยอดหอกลั่น [CG0002] กลุ่มควบคุมสายไอน้ำเพื่อการควบคุมอุณหภูมิกันหอกลั่น [CG0003] กลุ่มควบคุมผลิตภัณฑ์คิสทิลเลตเพื่อการควบคุมระดับในถังเก็บรีฟลักซ์ [CG0004] กลุ่มควบคุมผลิตภัณฑ์กันหอกลั่นเพื่อการควบคุมระดับที่กันหอกลั่น [CG0005] กลุ่มควบคุมสายสารป้อน [CG0006] และกลุ่มควบคุมน้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่นเพื่อการควบคุมความดันในหอกลั่น [CG0007] ดังแสดงในรูปที่ ก.3 ถึง รูปที่ ก.9



รูปที่ ก.3 กลุ่มควบคุมสวิทช์ปฏิบัติการ

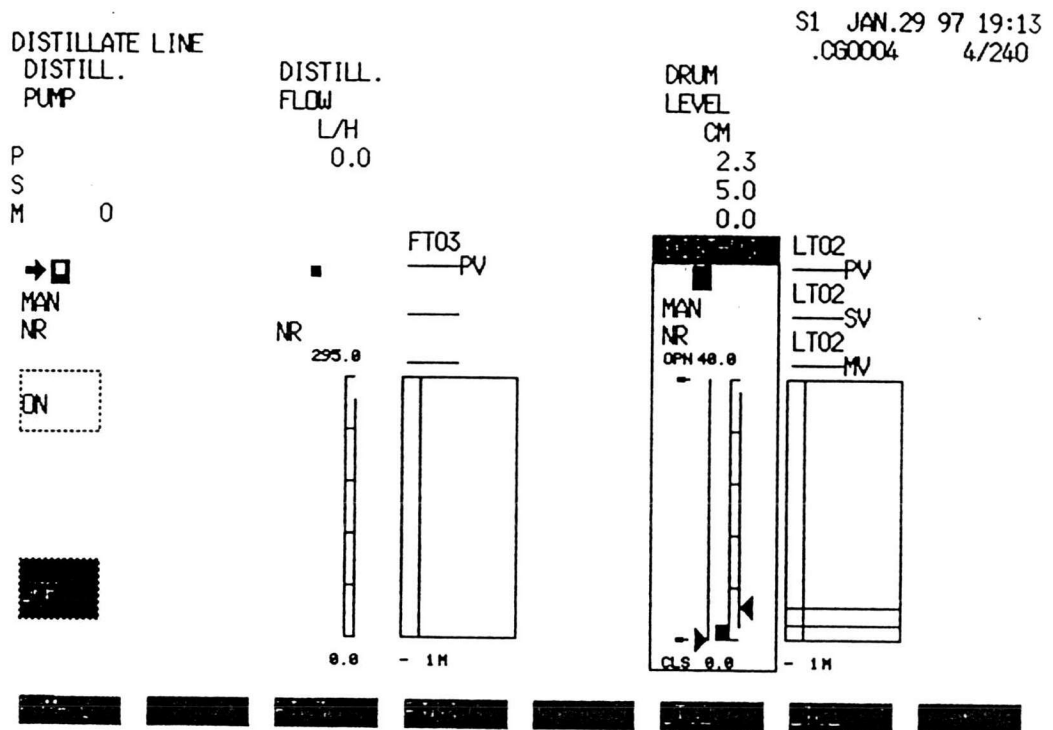


รูปที่ ก.4 กลุ่มควบคุมสายปฏิบัติการรีฟลักซ์

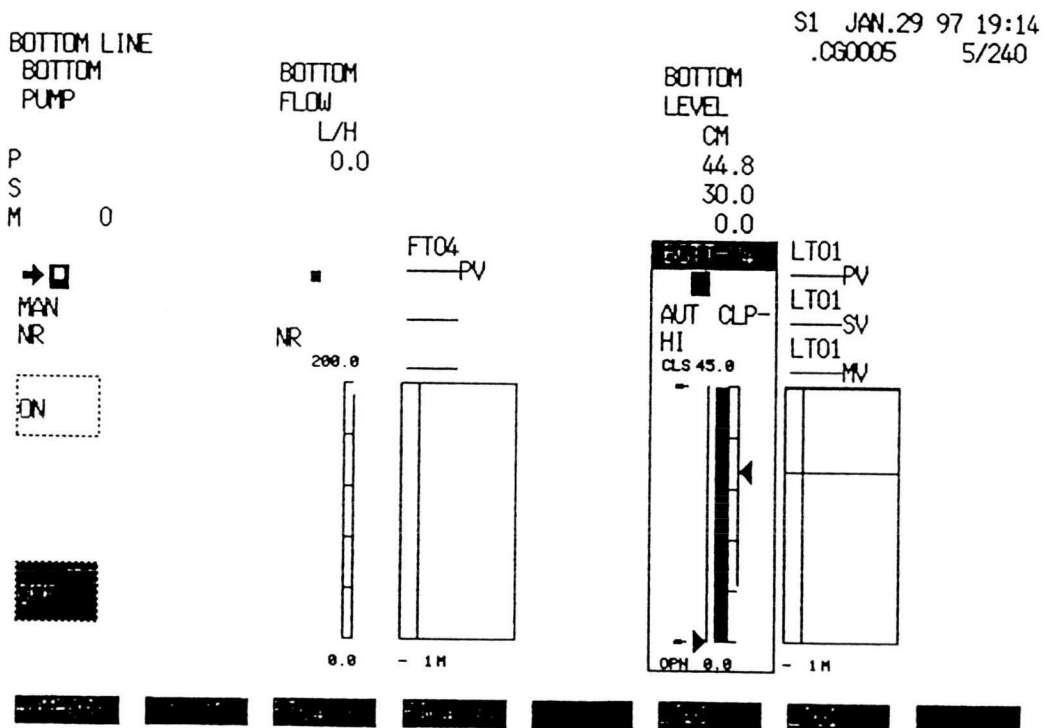


รูปที่ ก.5 กลุ่มควบคุมสายปฏิบัติการไอน้ำ

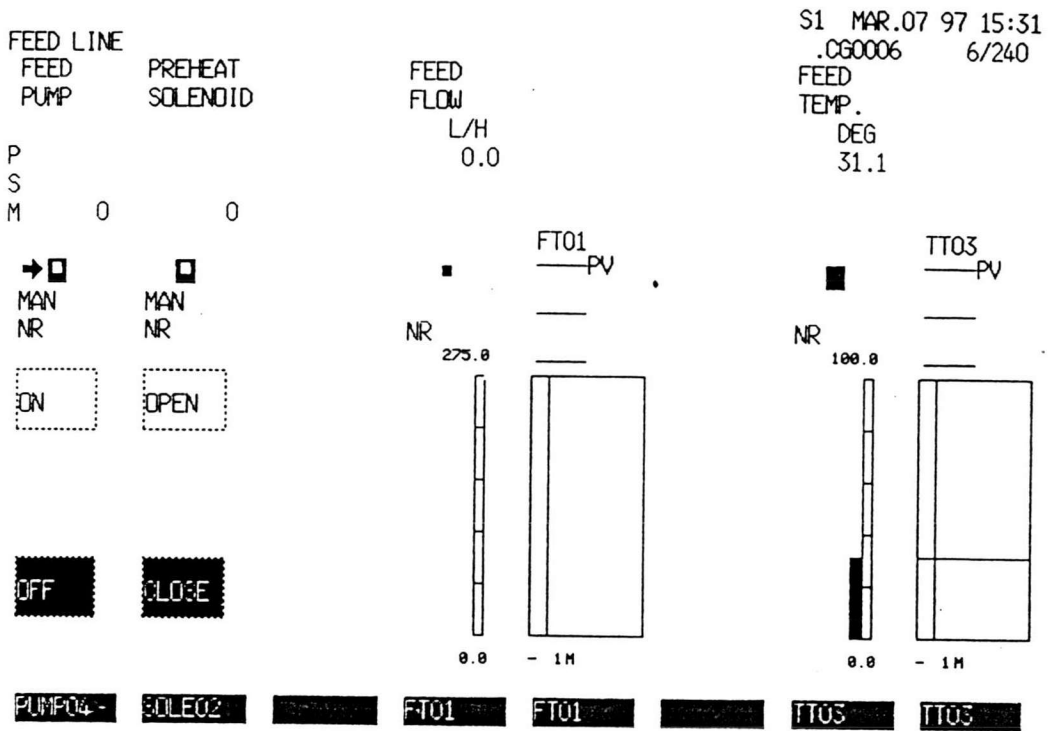




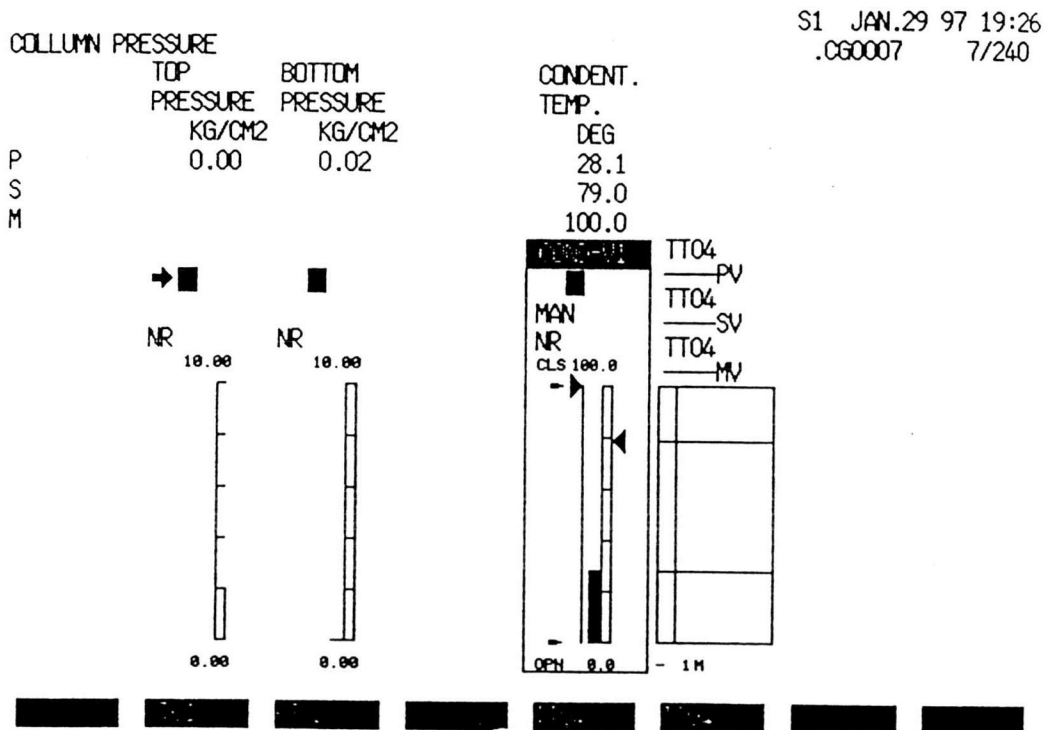
รูปที่ ก.6 กลุ่มควบคุมสายปฏิบัติการผลิตภัณฑ์ดีเซล



รูปที่ ก.7 กลุ่มควบคุมสายปฏิบัติการผลิตภัณฑ์กันหอกัน



รูปที่ ก.8 กลุ่มควบคุมสายปฏิบัติการของสารป้อน



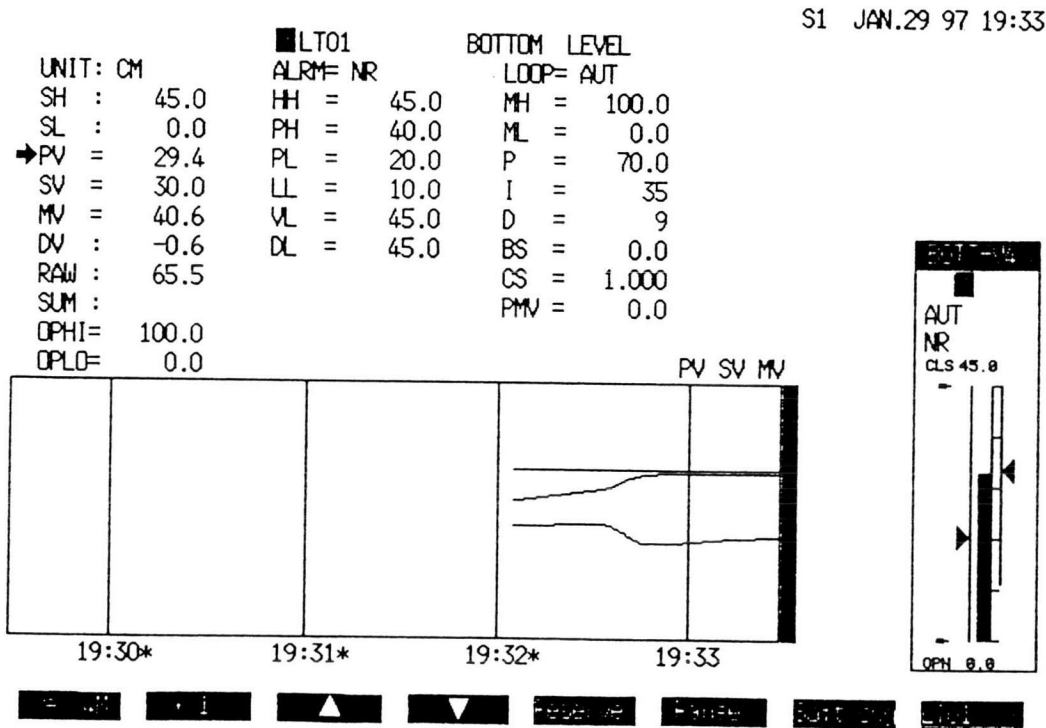
รูปที่ ก.9 กลุ่มควบคุมความดันในหอกถัน

### ก.3 การแสดงระดับรูป

การแสดงผลระดับรูปในที่นี้จัดการแสดงออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

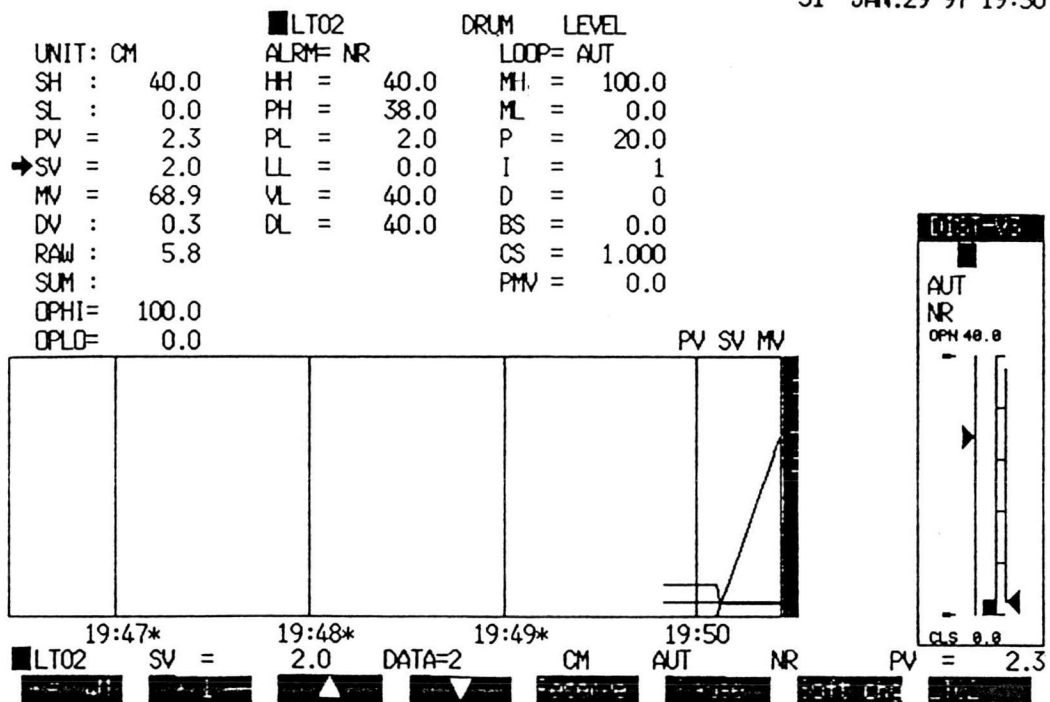
1. การแสดงด้วยหน้าจอการแสดงผลหนึ่ง เป็นการแสดงผลในระดับต่ำสุด ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์หรือรูปการทำงานได้ละเอียดที่สุด อุปกรณ์การวัดและการส่งสัญญาณจะถูกนำมาแสดงด้วยหน้าจอหนึ่งนี้ ดังแสดงในรูปที่ ก.10 ถึงรูปที่ ก.22

2. การแสดงด้วยหน้าจอกราฟแสดงแนวโน้ม เป็นการแสดงกราฟแนวโน้มของตัวแปรควบคุม ซึ่งจะแสดงค่าตัวแปรในปัจจุบันและกราฟเส้นแสดงค่าตัวแปรในอดีต เพื่อประโยชน์ในการเก็บข้อมูลหรือการดูแนวโน้มของกระบวนการย้อนหลัง ตัวแปรควบคุมที่นำมาแสดงกราฟแนวโน้ม ได้แก่ อุณหภูมิยอดหอกลับ อุณหภูมิกันหอกลับ ระดับของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ ระดับของเหลวที่ฐานหอกลับ และอุณหภูมิสารควบแน่น ดังแสดงในรูปที่ ก.23 ถึงรูปที่ ก.27



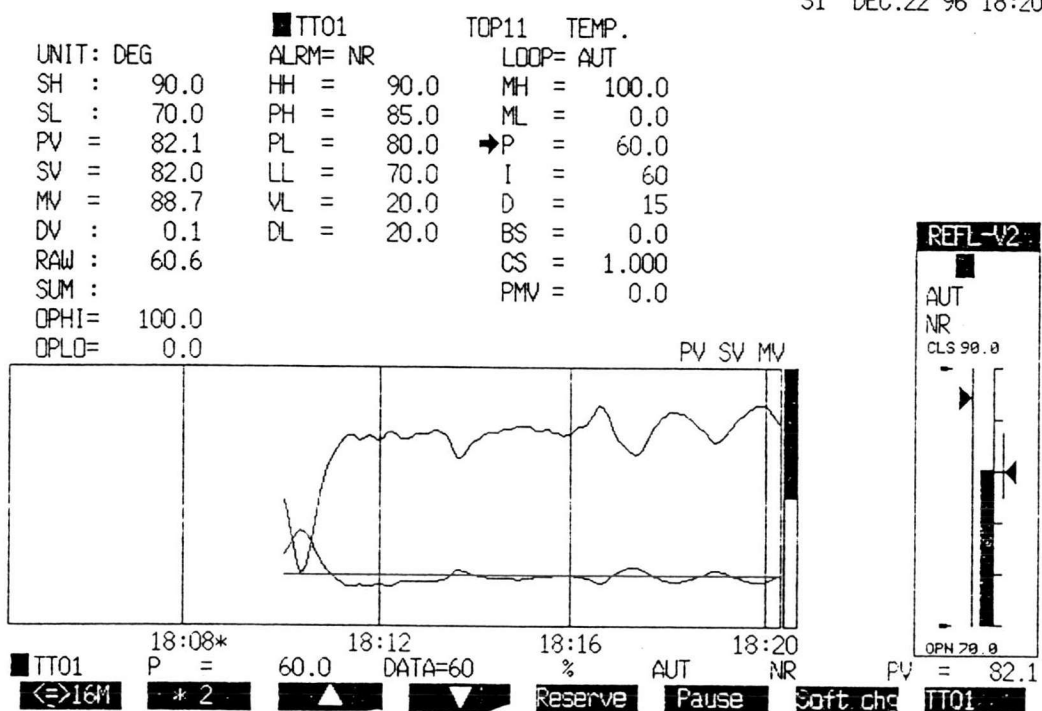
รูปที่ ก.10 การแสดงจุดหนึ่งของการควบคุมระดับที่กันหอกลับ

S1 JAN.29 97 19:50

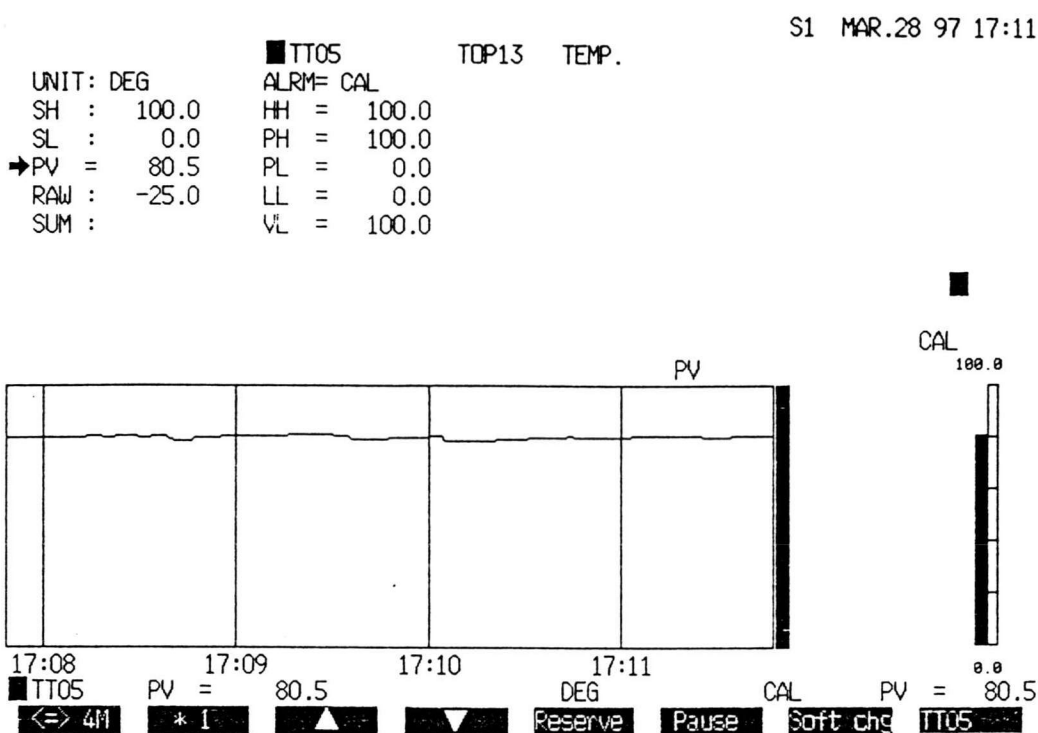


รูปที่ ก.11 การแสดงจุดหนึ่งของการควบคุมระดับในถังเก็บรีฟลักซ์

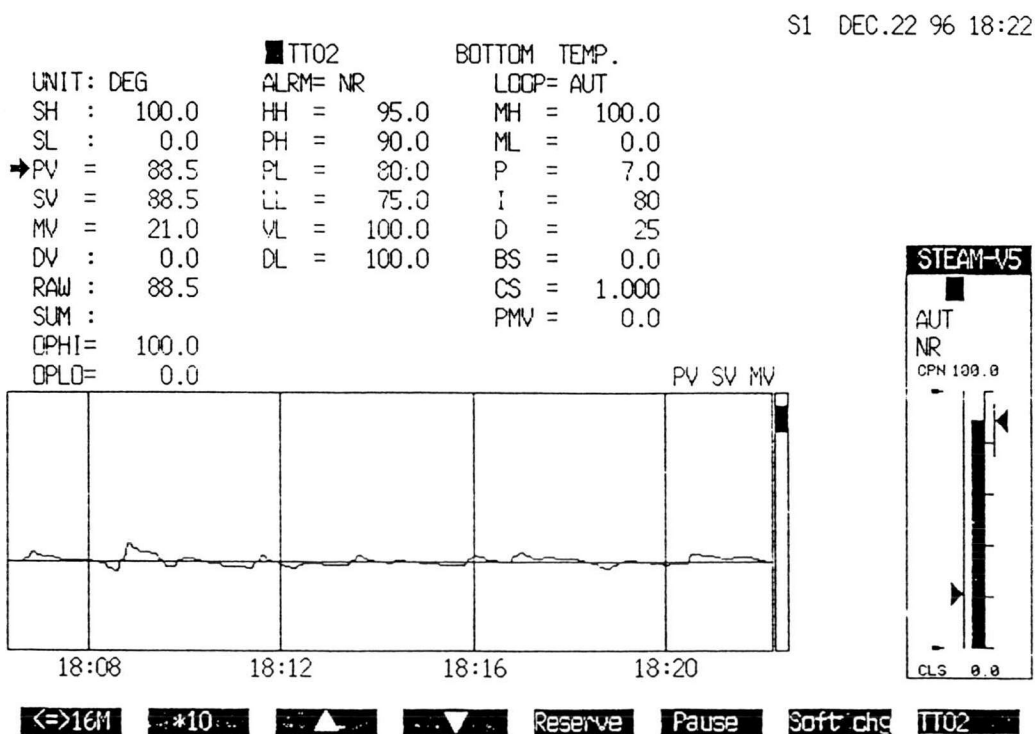
S1 DEC.22 96 18:20



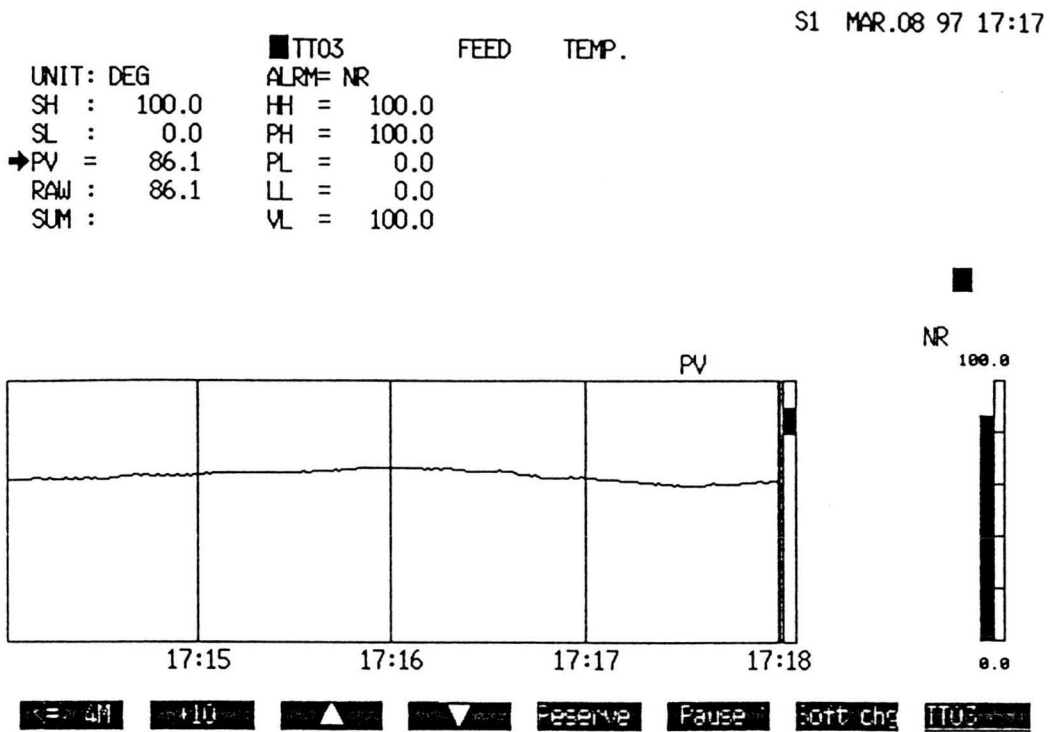
รูปที่ ก.12 การแสดงจุดหนึ่งของอุณหภูมิยอดคอกถั่วที่เทอร์ช 5



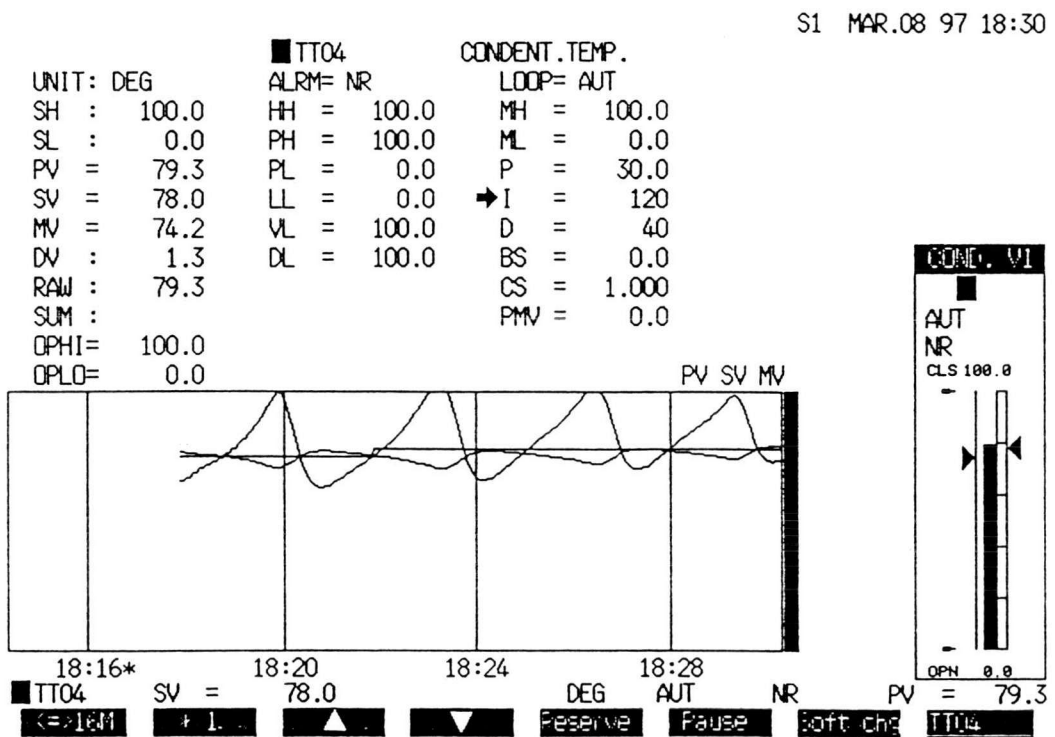
รูปที่ ก.13 การแสดงจุดหนึ่งของอุณหภูมิยอดหอกลั่นที่เทรย์ 3



รูปที่ ก.14 การแสดงจุดหนึ่งของการควบคุมอุณหภูมิกันหอกลั่น



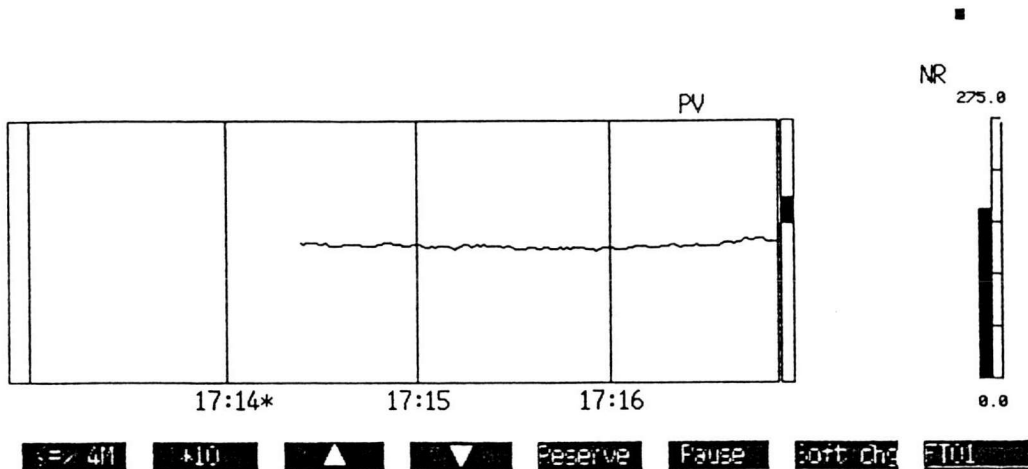
รูปที่ ก.15 การแสดงจุดหนึ่งของอุณหภูมิสารป้อน



รูปที่ ก.16 แสดงจุดหนึ่งของอุณหภูมิสารควบแน่น

S1 MAR.08 97 17:16

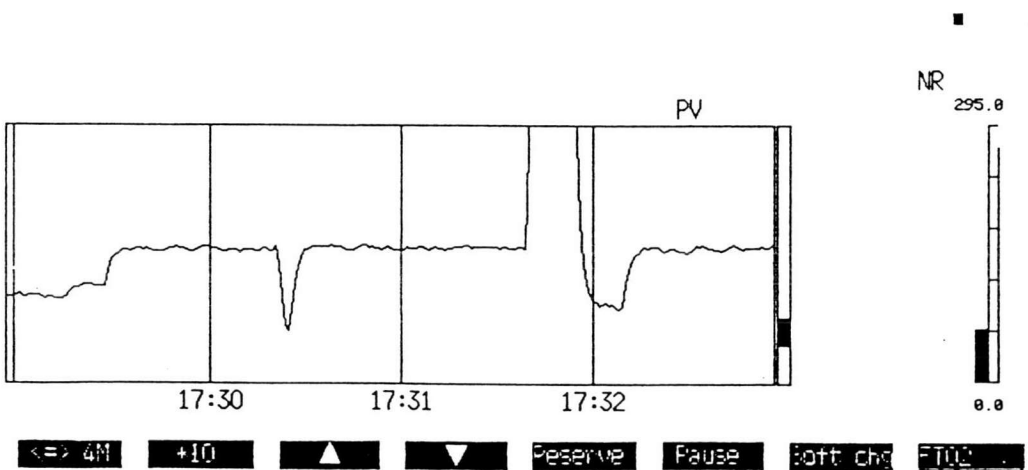
	■ FT01	FEED	FLOW
UNIT: L/H	ALRM= NR		
SH : 275.0	HH = 275.0		
SL : 0.0	PH = 270.0		
→PV = 179.7	PL = 0.0		
RAW : 42.7	LL = 0.0		
SUM :	VL = 275.0		



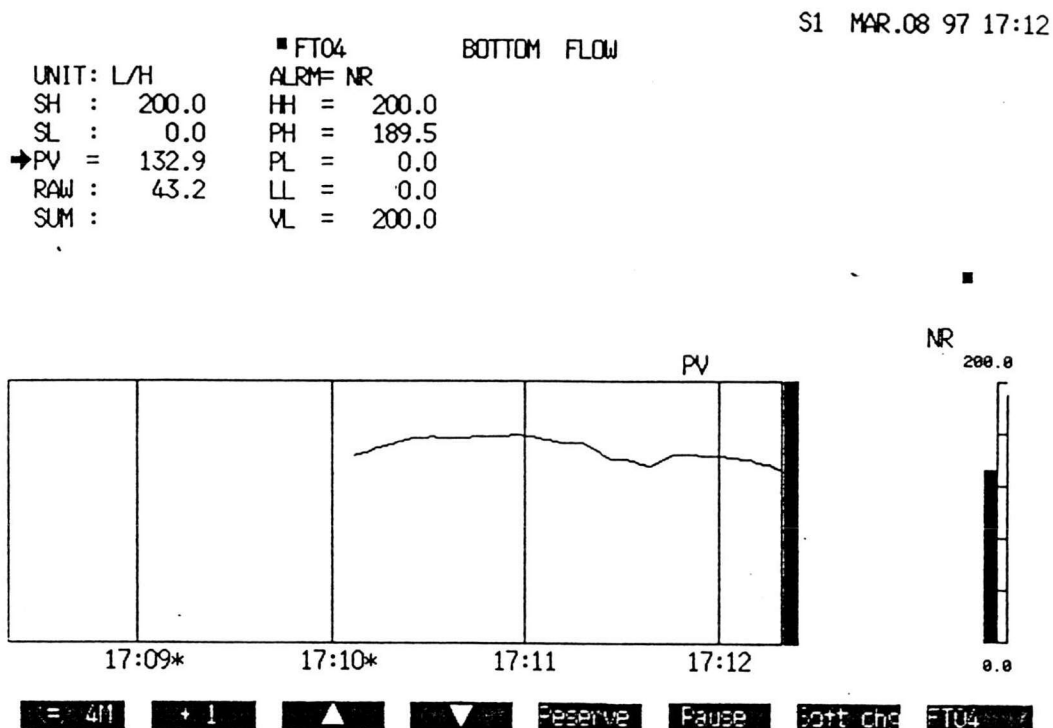
รูปที่ ก.17 การแสดงจุดหนึ่งของการไหลของสารป้อน

S1 MAR.08 97 17:32

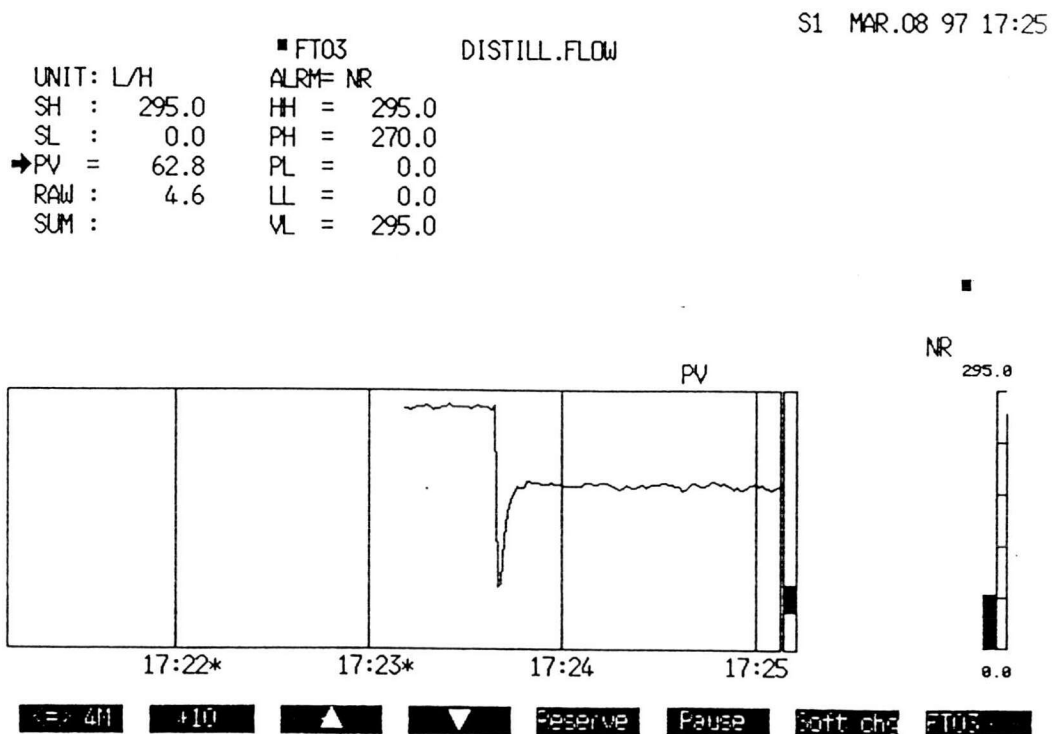
	■ FT02	REFLUX	FLOW
UNIT: L/H	ALRM= NR		
SH : 295.0	HH = 295.0		
SL : 0.0	PH = 270.0		
→PV = 60.2	PL = 0.0		
RAW : 4.2	LL = 0.0		
SUM :	VL = 295.0		



รูปที่ ก.18 การแสดงจุดหนึ่งของการไหลของรีฟลักซ์

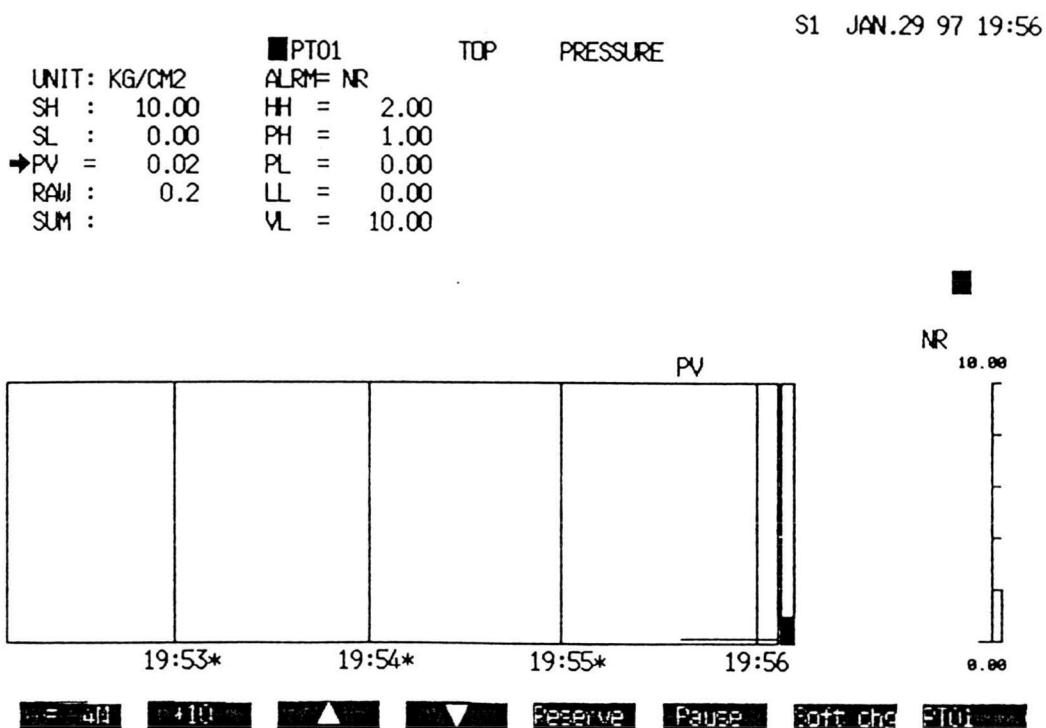


รูปที่ ก.19 การแสดงจูนนิ่งของการไหลผลิตภัณฑ์ก้นหม้อกลั่น

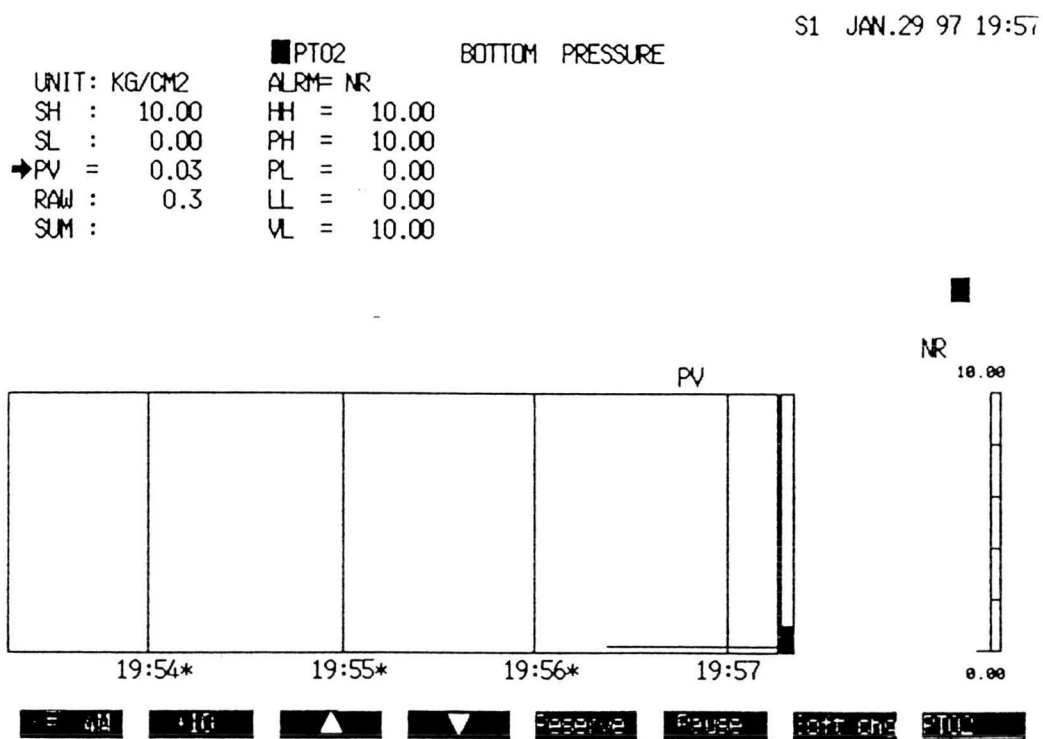


รูปที่ ก.20 การแสดงจูนนิ่งของการไหลของผลิตภัณฑ์คัสทิลเลต

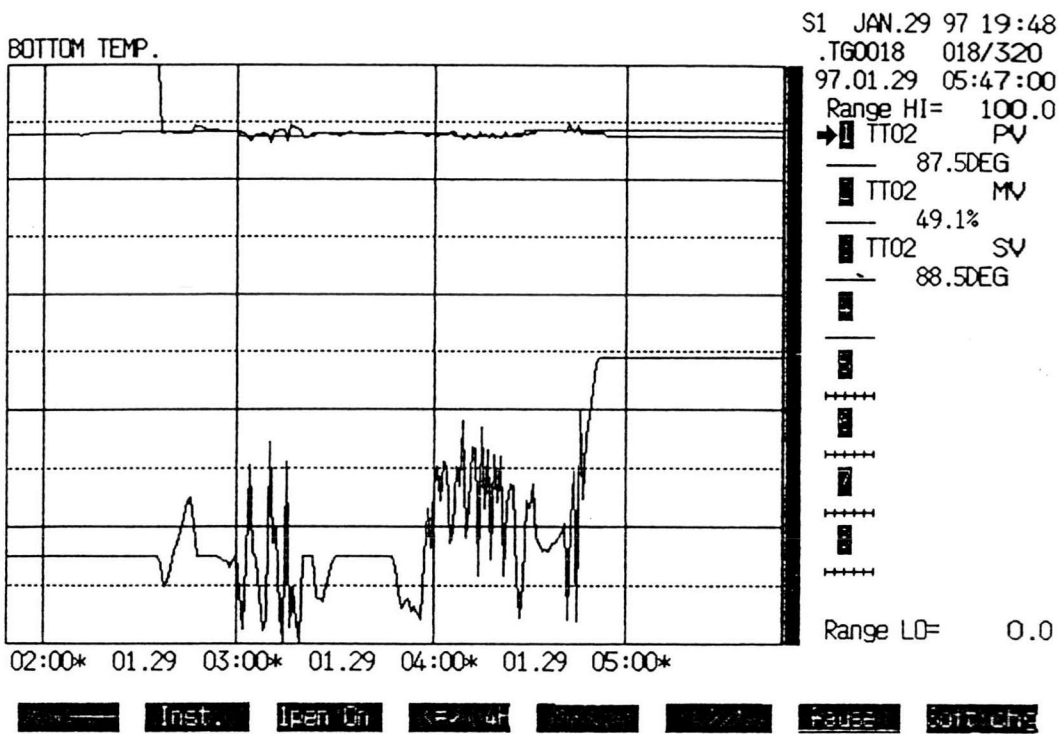




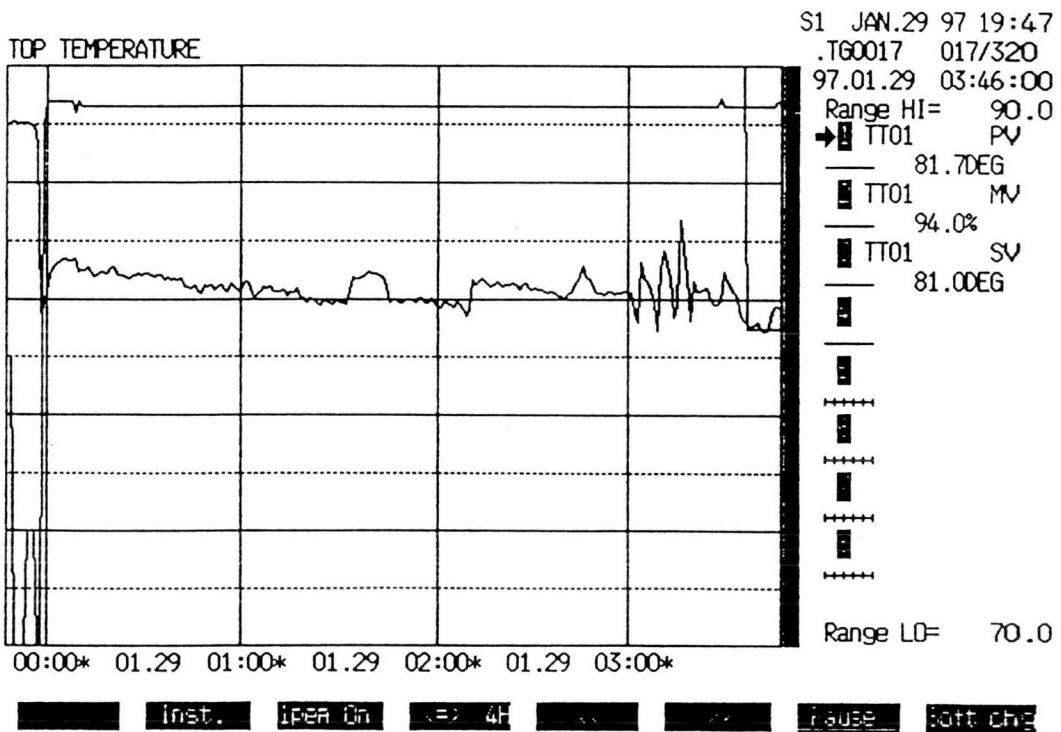
รูปที่ ก.21 การแสดงจุดหนึ่งของความดันยอดหอกลับ



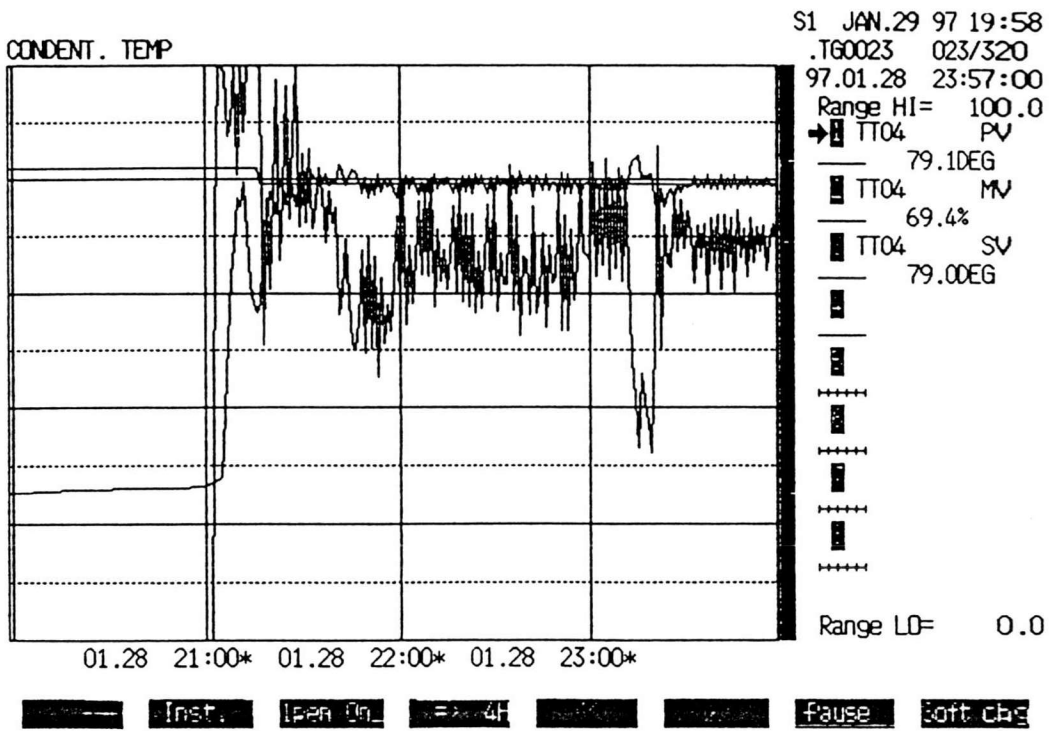
รูปที่ ก.22 หน้าจอการแสดงผลจุดหนึ่งของความดันก้นหอกกลับ



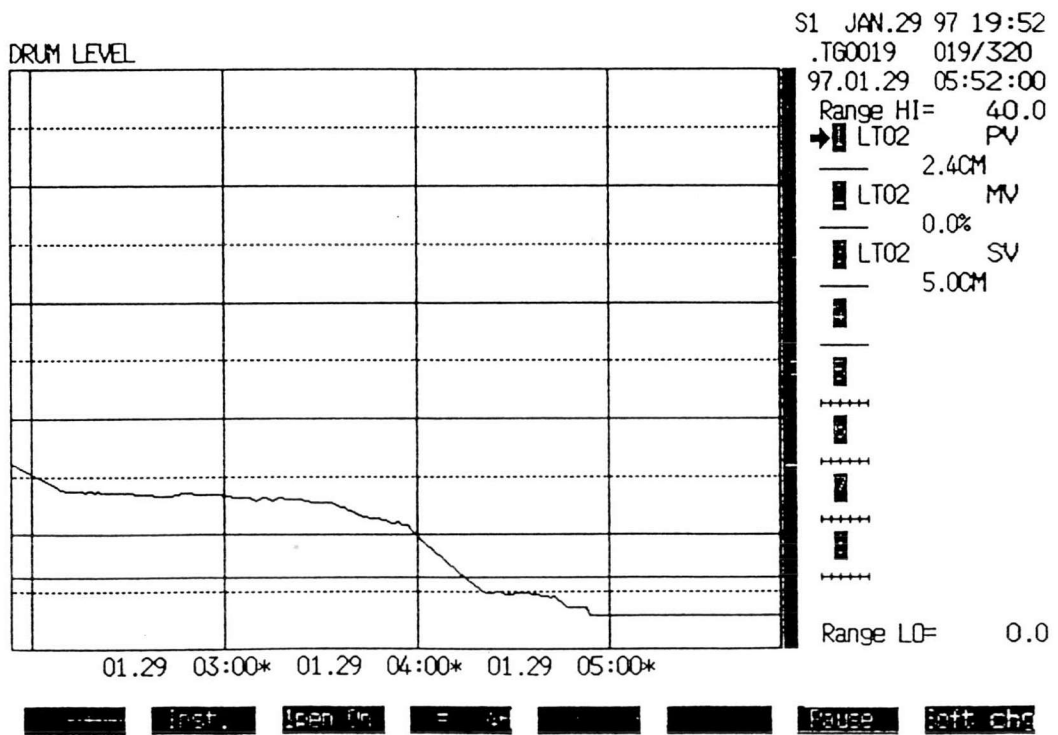
รูปที่ ก.23 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิกันหอกถั่ว



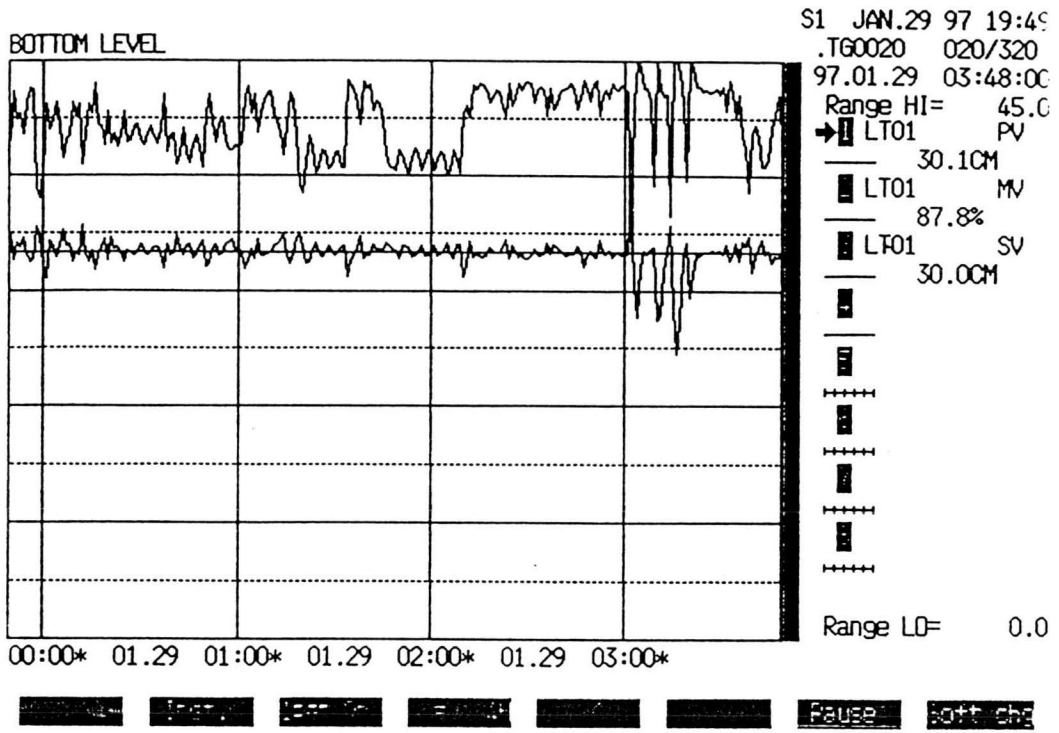
รูปที่ ก.24 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิมอดหอกถั่ว



รูปที่ ก.25 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิสารควบแน่น



รูปที่ ก.26 กราฟแสดงแนวโน้มของระดับในถังรองรับรีฟลักซ์



รูปที่ ก.27 กราฟแนวโน้มของระดับที่กั้นหอกลับ

## ภาคผนวก ข.

### ผลการตอบสนองของกระบวนการ

### ต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรปรับเปลี่ยนแบบสตีเฟ

เส้นโค้งปฏิกิริยาของค่าตัวแปรกระบวนการในรูปควบคุมคุณภาพ ได้แก่ อุณหภูมิยอด  
หอ อุณหภูมิกันหอ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสตีเฟของค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนทั้งอัตราการ  
ไหลของรีฟลักซ์ และอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำของไอน้ำ รวมทั้งเส้นโค้งปฏิกิริยา  
ของค่าตัวแปรกระบวนการในรูปควบคุมอินเวินทอรี ได้แก่ ระดับของเหลวที่ฐานหอ ระดับของ  
เหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ และอุณหภูมิสารควบแน่น ที่มีต่ออัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กันหอ  
อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ยอดหอ และอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่น ตาม  
ลำดับ สามารถหาได้จากผลการตอบสนองของกระบวนการต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรปรับเปลี่ยน  
แบบสตีเฟ ซึ่งแสดงได้ดังนี้

ข.1 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอดหอกลับต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสตีเฟของอัตรา  
การไหลของรีฟลักซ์

รูปที่ ข.1 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอดหอเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์

ลดลงจาก 65 L/Hr เป็น 30 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมิยอคหอเพิ่มขึ้นจาก 80 % เป็น 90 %) อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 80.8 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 81.9 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.031 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 32 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 58 วินาที

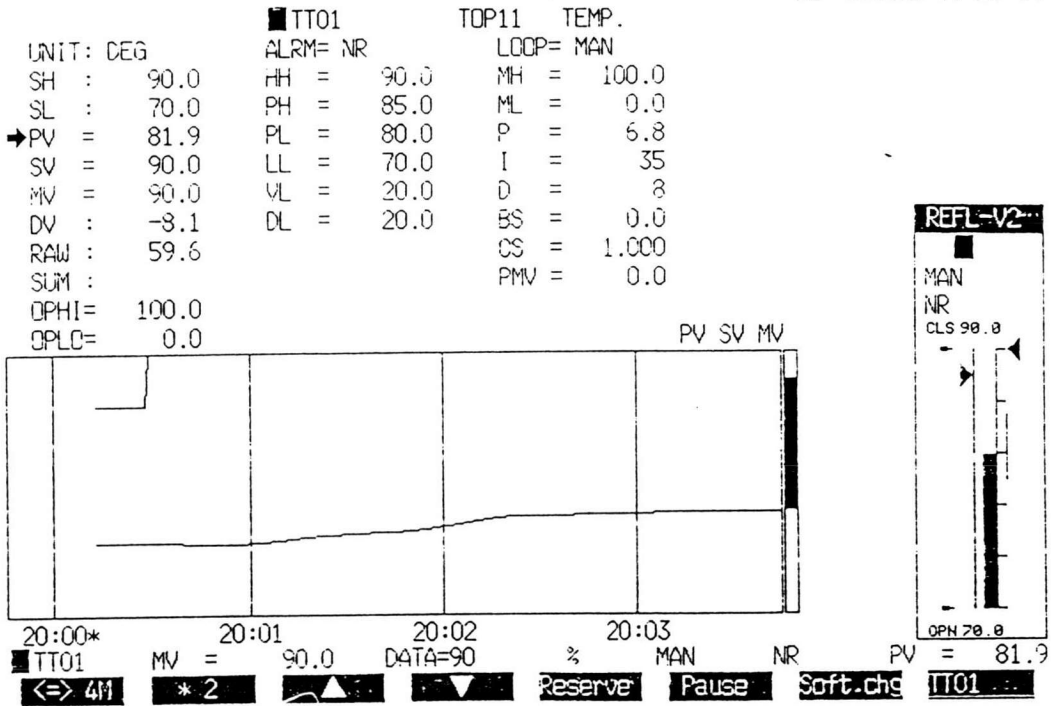
รูปที่ ข.2 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 30 L/Hr เป็น 65 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมิยอคหอลดลงจาก 90 % เป็น 80 %) อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 82.0 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 80.8 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.034 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 30 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 32 วินาที

รูปที่ ข.3 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์ลดลงจาก 75 L/Hr เป็น 30 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมิยอคหอเพิ่มขึ้นจาก 70 % เป็น 90 %) อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 80.7 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 82.0 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.029 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 34 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 32 วินาที

รูปที่ ข.4 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 30 L/Hr เป็น 75 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมเพิ่มขึ้นจาก 90 % เป็น 70 %) อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นและค่าสุดท้าย เท่ากับ 82.0 °C และ 80.8 °C ตามลำดับ ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.027 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 34 วินาที และค่าคงที่

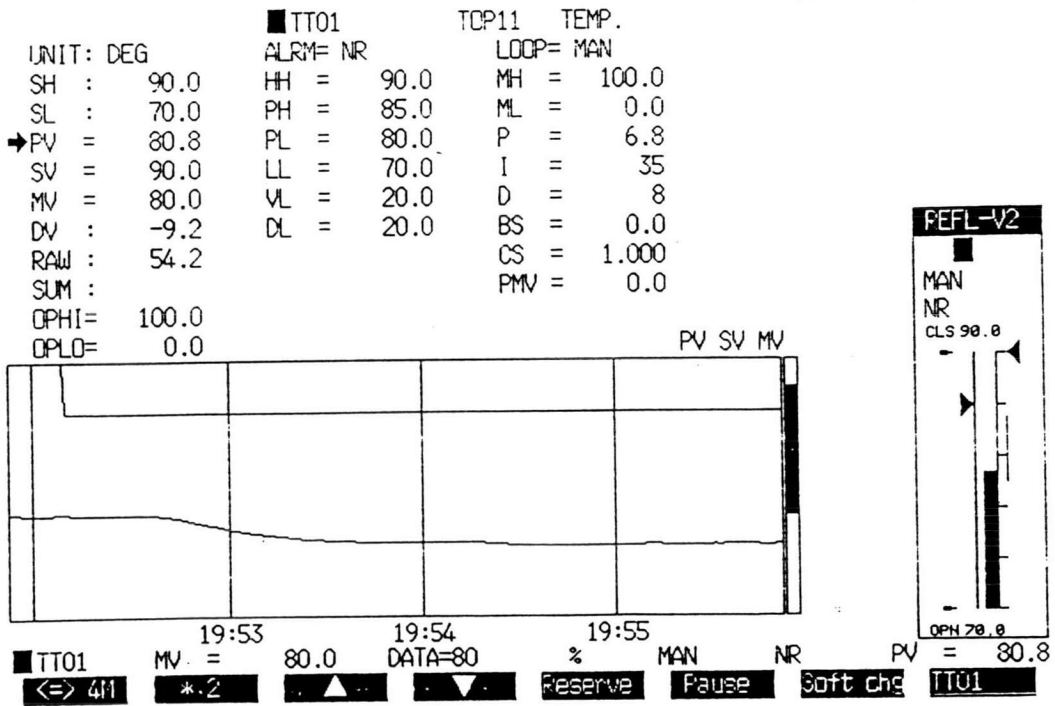
ของเวลามีค่าเท่ากับ 35 วินาที

S1 DEC.10 96 20:03

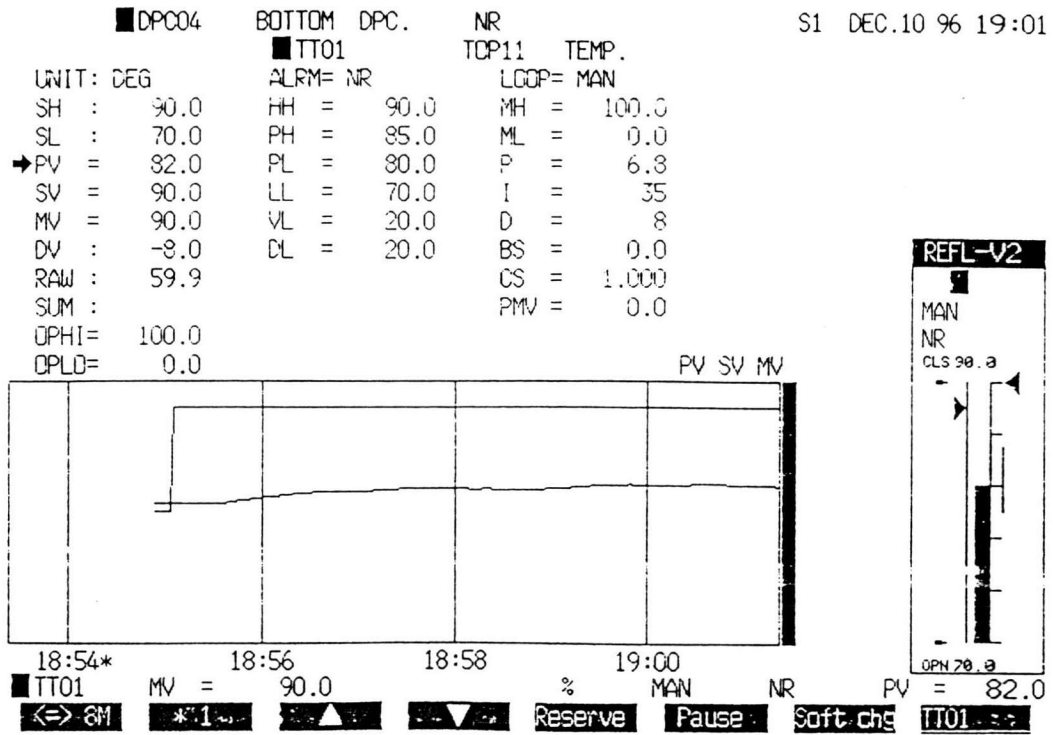


รูปที่ ข.1 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคหอเมื่อสตีพการไหลของรีฟลักซ์เท่ากับ -10%

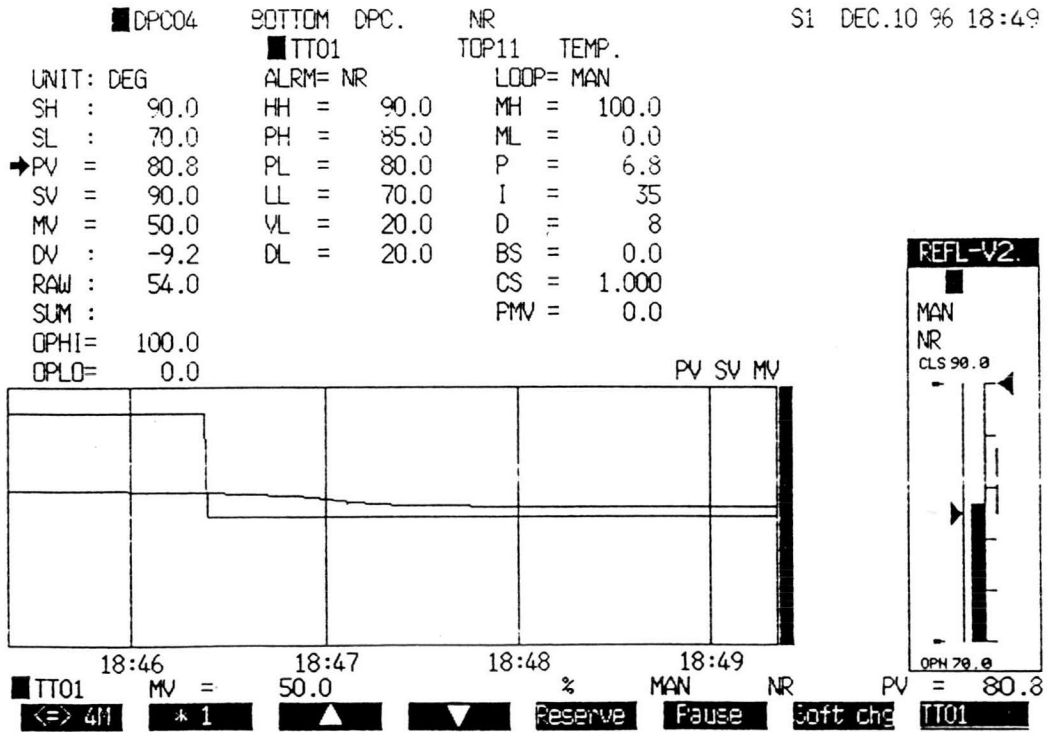
S1 DEC.10 96 19:55



รูปที่ ข.2 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคหอเมื่อสตีพการไหลของรีฟลักซ์เท่ากับ +10%



รูปที่ ข.3 การตอบสนองของอุณหภูมิยดหอยเมื่อสตีพการไหลของรีฟลักซ์เท่ากับ -20%



รูปที่ ข.4 การตอบสนองของอุณหภูมิยดหอยเมื่อสตีพการไหลของรีฟลักซ์เท่ากับ +20%



ข.2 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบสเต็ปของค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำ

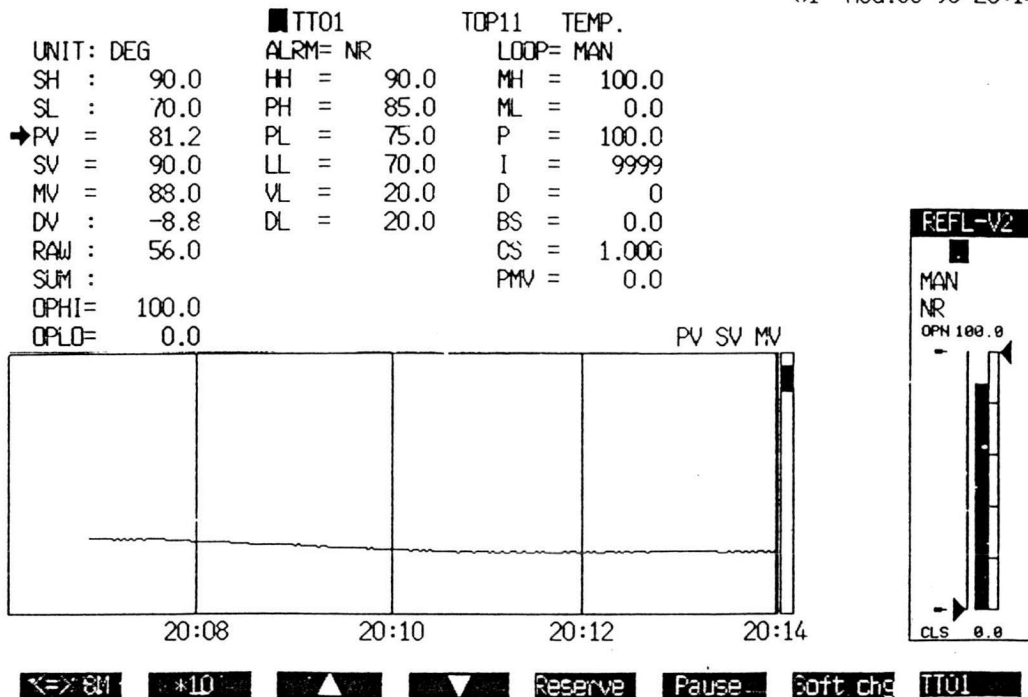
รูปที่ ข.5 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำลดลงจาก 25 % เป็น 10 % อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 87.9 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 87.4 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.0333 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 11 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 121 วินาที

รูปที่ ข.6 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 10 % เป็น 25 % อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 87.3 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 87.9 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.0400 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 12 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 67 วินาที

รูปที่ ข.7 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำลดลงจาก 30 % เป็น 10 % อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 88.0 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 87.4 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.03 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 11 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 79 วินาที

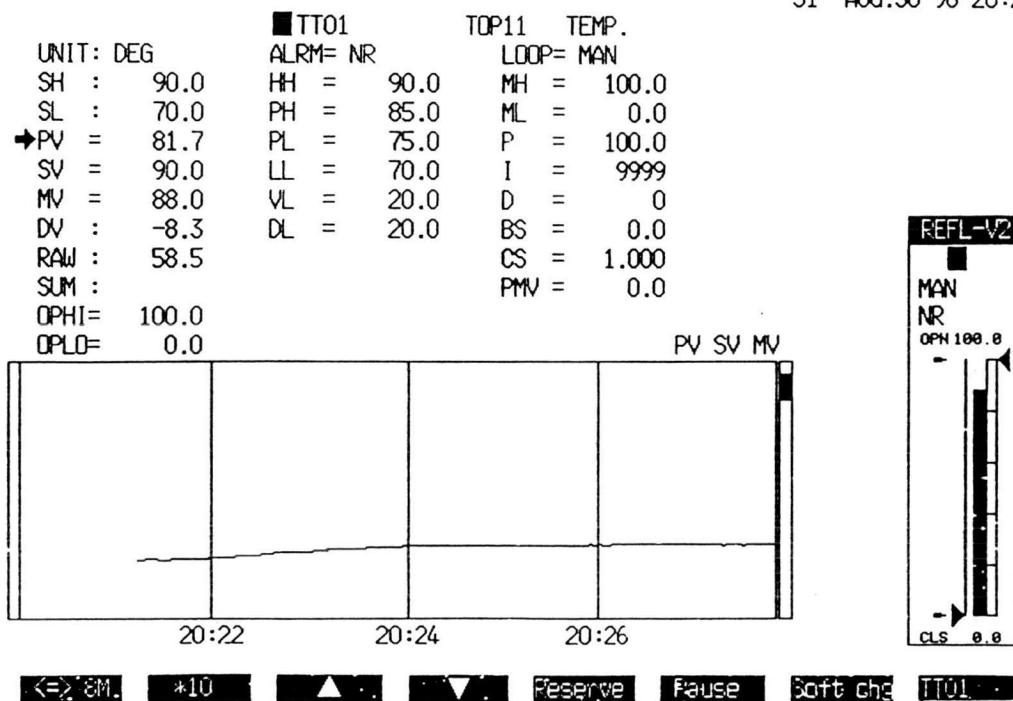
รูปที่ ข.8 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิยอคหอเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 10 % เป็น 30 % อุณหภูมิยอคหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 87.4 °C อุณหภูมิยอคหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 88.0 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.03 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 15 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 65 วินาที

S1 AUG.30 96 20:14



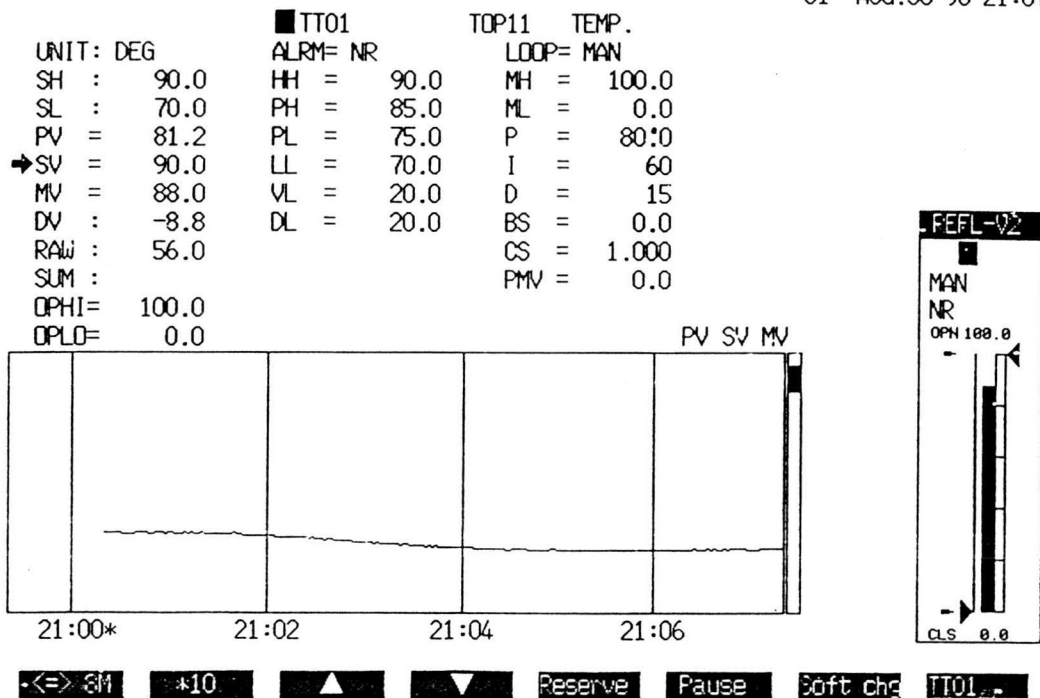
รูปที่ ข.5 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคคหเมื่อสเต็มของไอน้ำเท่ากับ -15%

S1 AUG.30 96 20:14



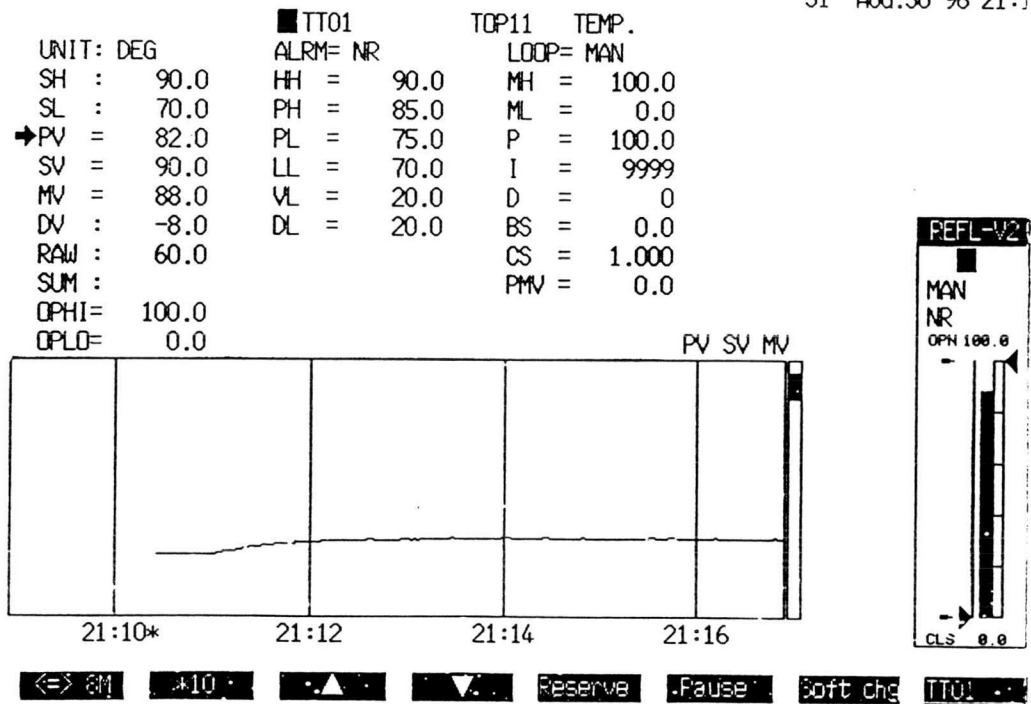
รูปที่ ข.6 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคคหเมื่อสเต็มของไอน้ำเท่ากับ +15%

S1 AUG.30 96 21:07



รูปที่ ข.7 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคหอเมื่อสตีพของไอน้ำเท่ากับ -20%

S1 AUG.30 96 21:11



รูปที่ ข.8 การตอบสนองของอุณหภูมิยอคหอเมื่อสตีพของไอน้ำเท่ากับ +20%

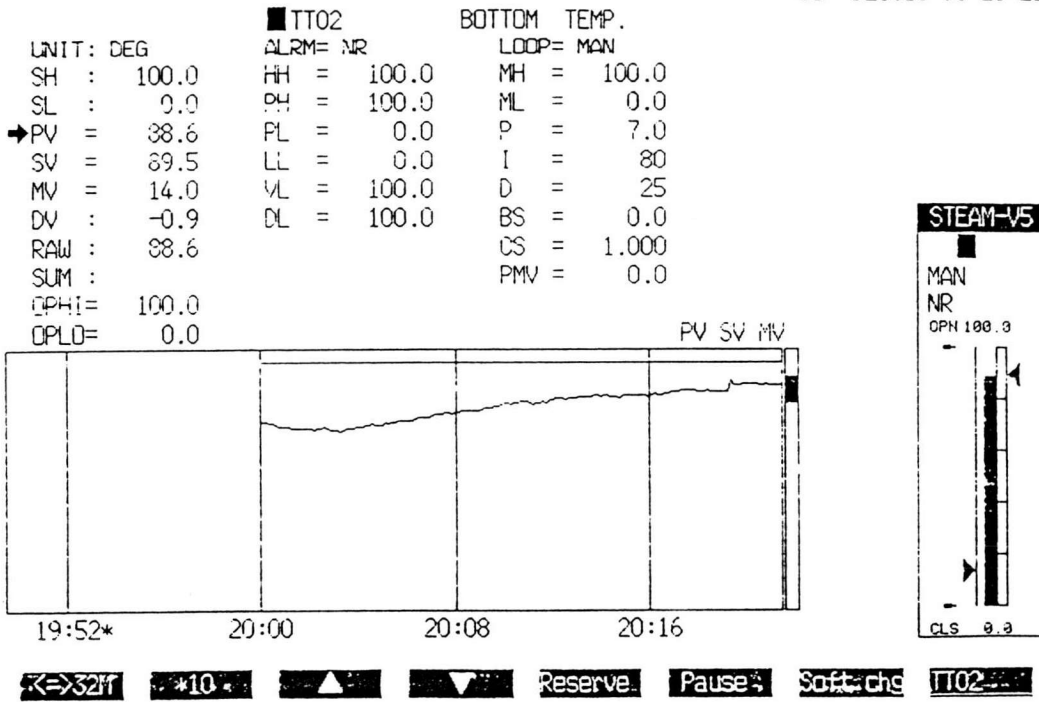
### ข.3 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิกันหอกันต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสตีพของอัตราการไหลของรีฟลักซ์

รูปที่ ข.9 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิกันหอกันเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์ลดลงจาก 65 L/Hr เป็น 30 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมียอดหอเพิ่มขึ้นจาก 80 % เป็น 90 % หรือสตีพของตัวแปรปรับเปลี่ยน เท่ากับ 10 %) อุณหภูมิกันหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 87.1 °C อุณหภูมียอดหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 88.4 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 0.0371 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 155 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 409 วินาที

รูปที่ ข.10 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิกันหอกันเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 30 L/Hr เป็น 65 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมียอดหอลดลงจาก 90 % เป็น 80 % หรือสตีพของตัวแปรปรับเปลี่ยน เท่ากับ -10 %) อุณหภูมิกันหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 88.4 °C อุณหภูมียอดหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 87.0 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 0.04 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 111 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 60 วินาที

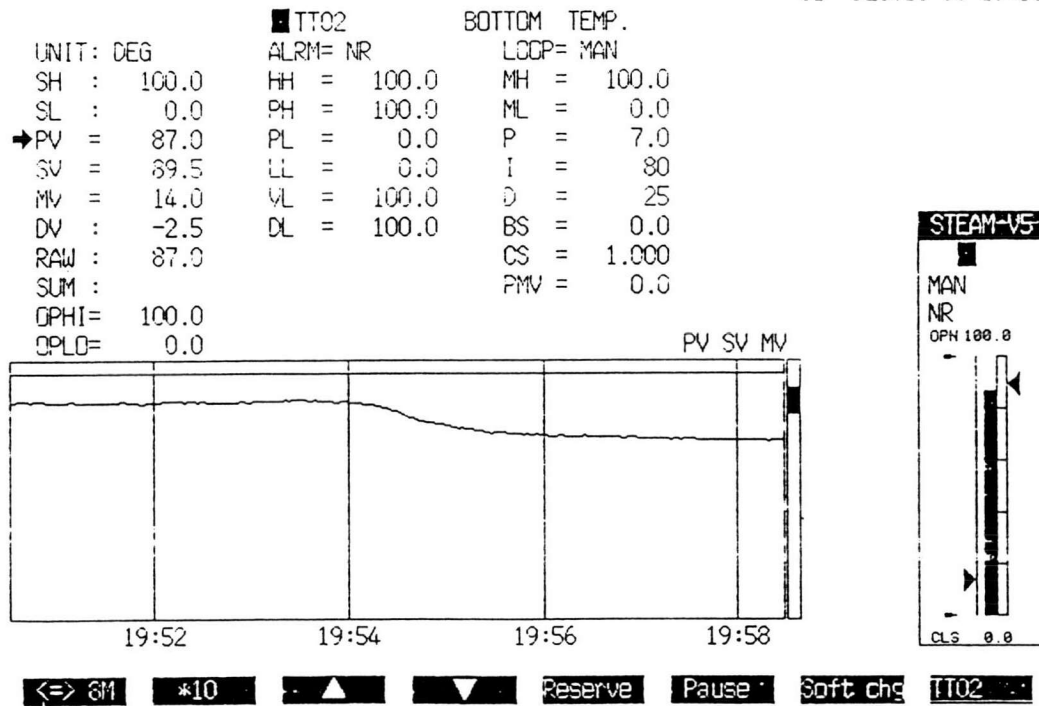
รูปที่ ข.11 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิกันหอกันเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์ลดลงจาก 75 L/Hr เป็น 30 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมียอดหอเพิ่มขึ้นจาก 70 % เป็น 90 % หรือสตีพของตัวแปรปรับเปลี่ยน เท่ากับ 20 %) อุณหภูมิกันหอเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 86.6 °C อุณหภูมียอดหอสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 88.4 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 0.04 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 153 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 381 วินาที

S1 DEC.10 96 20:21



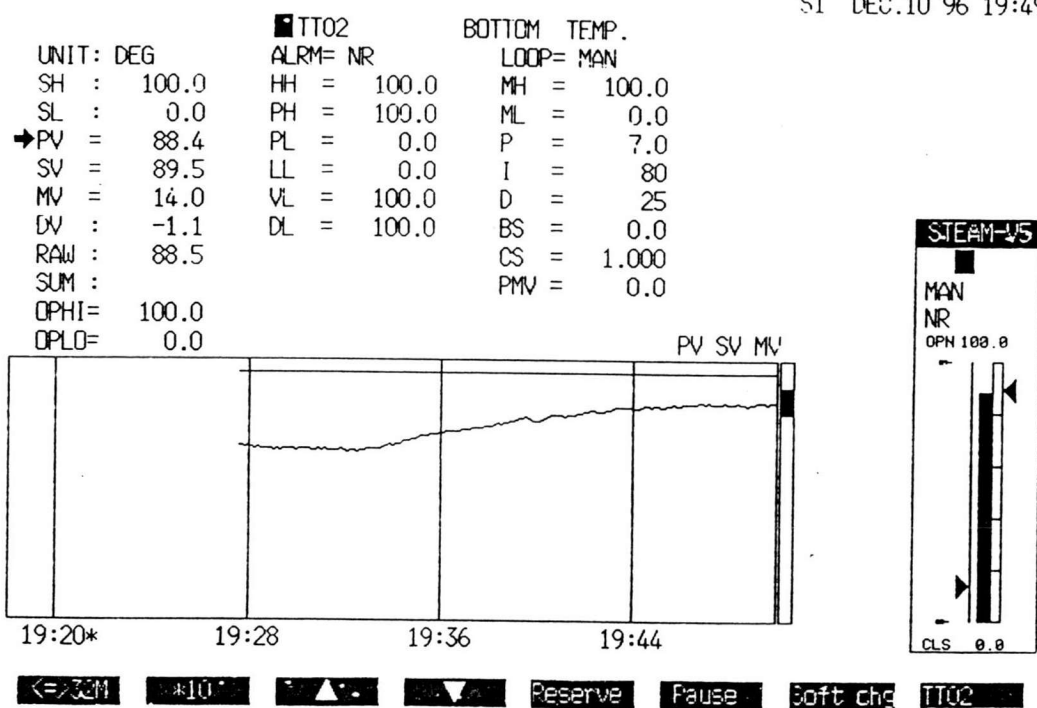
รูปที่ ข.9 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ  $\Delta MV$  ของอุณหภูมิยอคห่อ เท่ากับ -10%

S1 DEC.10 96 19:58

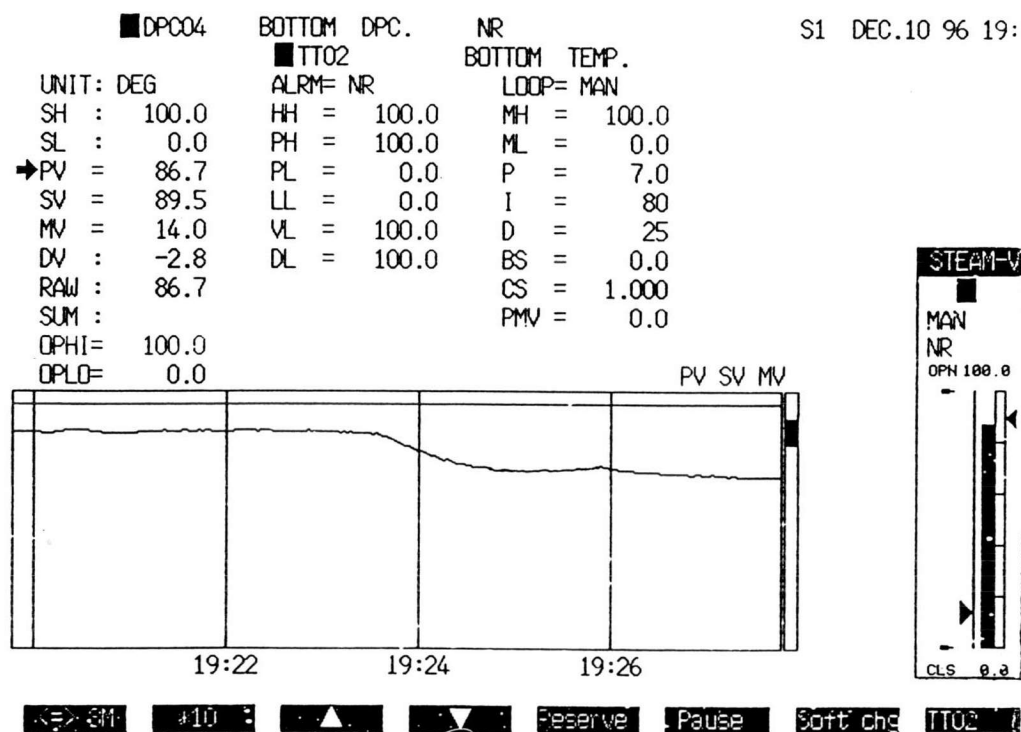


รูปที่ ข.10 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อเมื่อ เมื่อ  $\Delta MV$  ของอุณหภูมิยอคห่อ เท่ากับ +10%

S1 DEC.10 96 19:49



รูปที่ ข.11 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ  $\Delta MV$  ของอุณหภูมิยอดคห่อ เท่ากับ -20%



รูปที่ ข.12 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อเมื่อ เมื่อ  $\Delta MV$  ของอุณหภูมิยอดคห่อเท่ากับ +20%

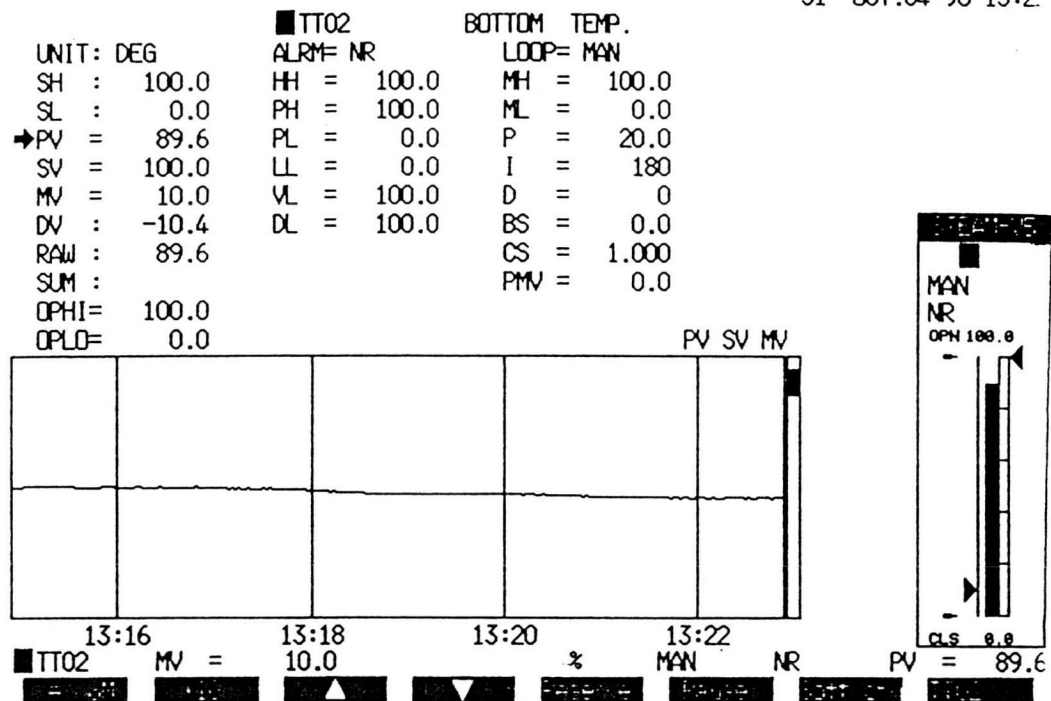
รูปที่ ข.12 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิกันห่อเมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้นจาก 30 L/Hr เป็น 75 L/Hr (ค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมียอดลดลงจาก 90 % เป็น 70 % หรือสแต็ปของตัวแปรปรับเปลี่ยน เท่ากับ -20 %) อุณหภูมิกันห่อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 88.4 °C อุณหภูมียอดสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 86.6 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 0.04 (°C)(Hr)/(L) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 118 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 50 วินาที

ข.4 เส้นโค้งปฏิกิริยาของอุณหภูมิกันห่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบสแต็ปของค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำ

รูปที่ ข.13 เส้นโค้งการตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมิกันห่อลดลงจาก 15 % เป็น 10 % ( สแต็ป เท่ากับ -5 %) อุณหภูมิกันห่อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 90.0 °C อุณหภูมิกันห่อสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 89.6 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.08 (°C)/(°MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 48 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 134 วินาที

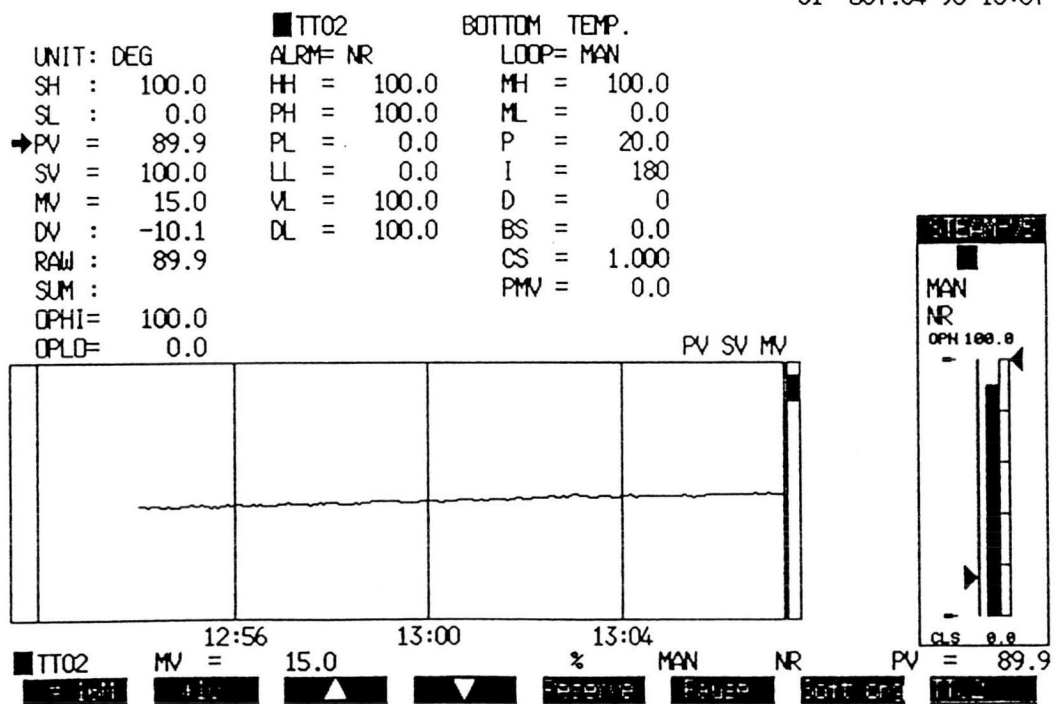
รูปที่ ข.14 เส้นโค้งการตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมอุณหภูมิกันห่อเพิ่มขึ้นจาก 10 % เป็น 15 % ( สแต็ป เท่ากับ +5 %) อุณหภูมิกันห่อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 89.4 °C อุณหภูมิกันห่อสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 89.9 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.1 (°C)/(°MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 53 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 342 วินาที

S1 OCT.04 96 13:2



รูปที่ ข.13 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ -5%

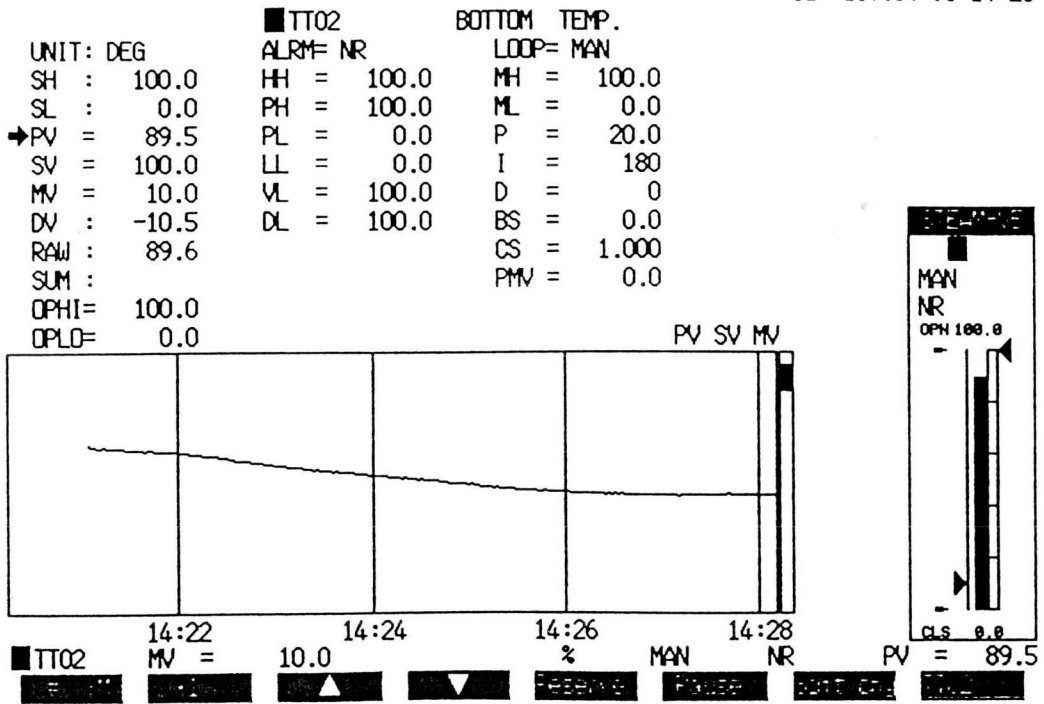
S1 OCT.04 96 13:07



รูปที่ ข.14 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ  $\Delta MV$  สเต็ป เท่ากับ +5%

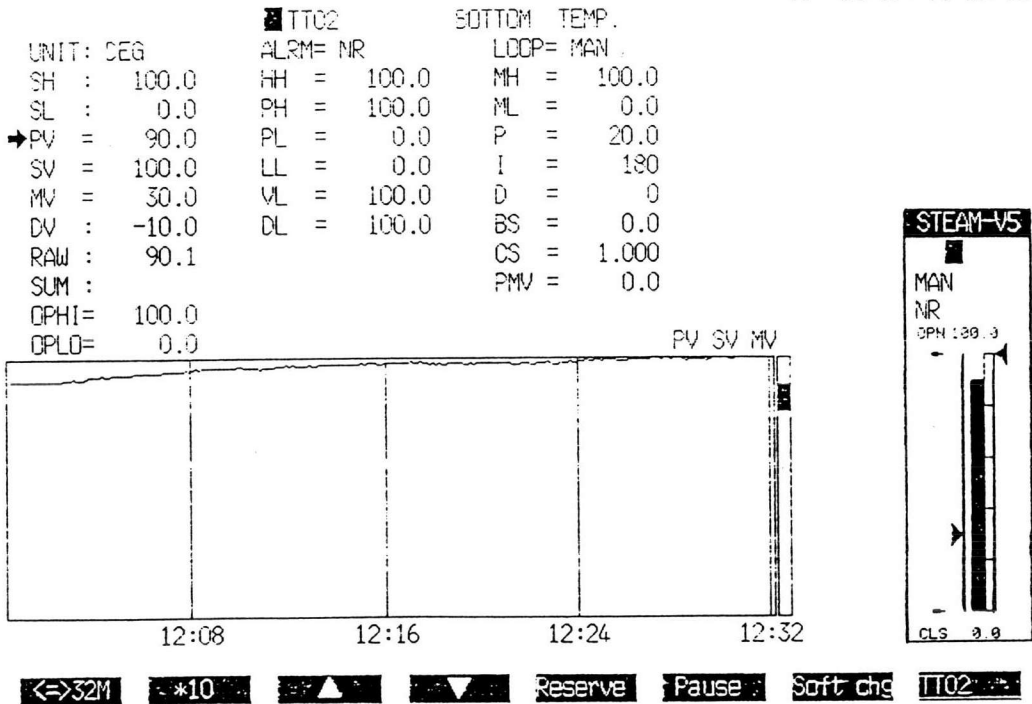


S1 OCT.04 96 14:28



รูปที่ ข.15 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ ΔMV เท่ากับ -10%

S1 SEP.04 96 12:01



รูปที่ ข.16 การตอบสนองของอุณหภูมิกันห่อ เมื่อ ΔMV เท่ากับ +10%

รูปที่ ข.15 เส้นโค้งการตอบสนองของอุณหภูมิกันหอยเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 20 % เป็น 10 % ( สเต็ป เท่ากับ -10 %)อุณหภูมิกันหอยเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 90.8 °C อุณหภูมิกันหอยสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 89.5 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.13 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 44 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 156 วินาที

รูปที่ ข.16 เส้นโค้งการตอบสนองของอุณหภูมิกันหอยเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของไอน้ำเพิ่มขึ้นจาก 20 % เป็น 30 % ( สเต็ป เท่ากับ -10 %) อุณหภูมิกันหอยเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 89.0 °C อุณหภูมิกันหอยสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 90.0 °C ค่าแกนของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.1 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 58 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 355 วินาที

ข.5 การตอบสนองของระดับที่กันหอยต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสเต็ปของอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กันหอย

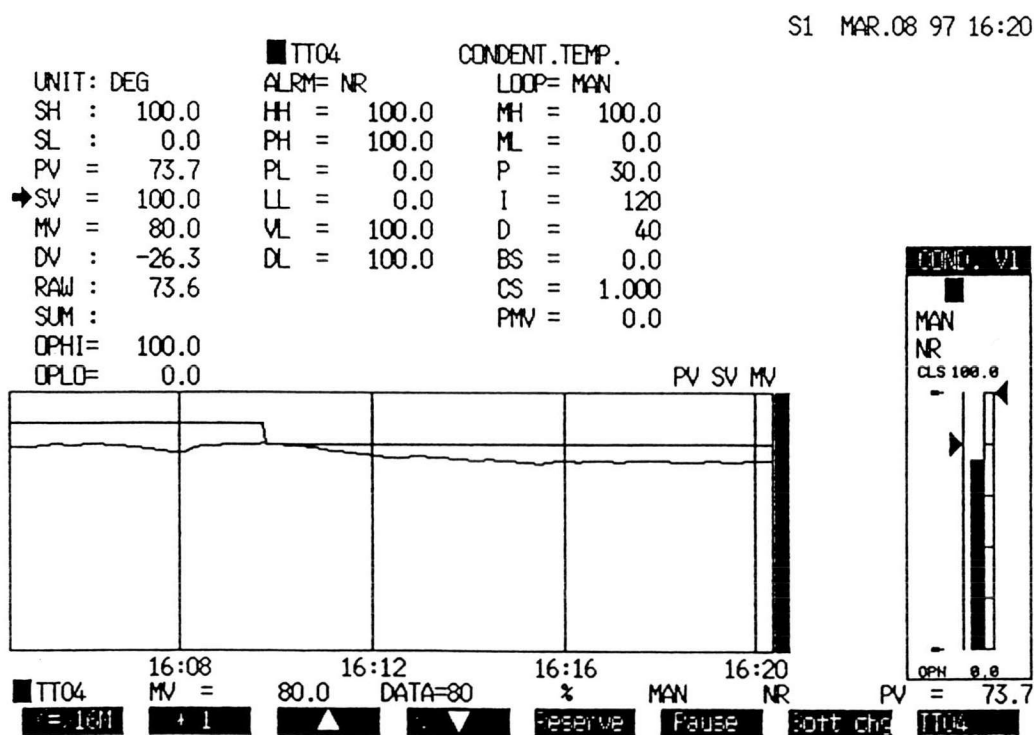
รูปที่ ข.17 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิสารควบแน่นเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นลดลงจาก 88% เป็น 80% อุณหภูมิสารควบแน่นเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 81.5 °C อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 73.7 °C ค่าแกนของกระบวนการเท่ากับ 0.975 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 50 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 120 วินาที

รูปที่ ข.18 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิสารควบแน่นเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นเพิ่มขึ้นจาก 80% เป็น 88% อุณหภูมิสารควบแน่นเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 73.8 °C อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 81.7 °C ค่าแกนของกระบวนการเท่ากับ

0.988 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 50 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 154 วินาที

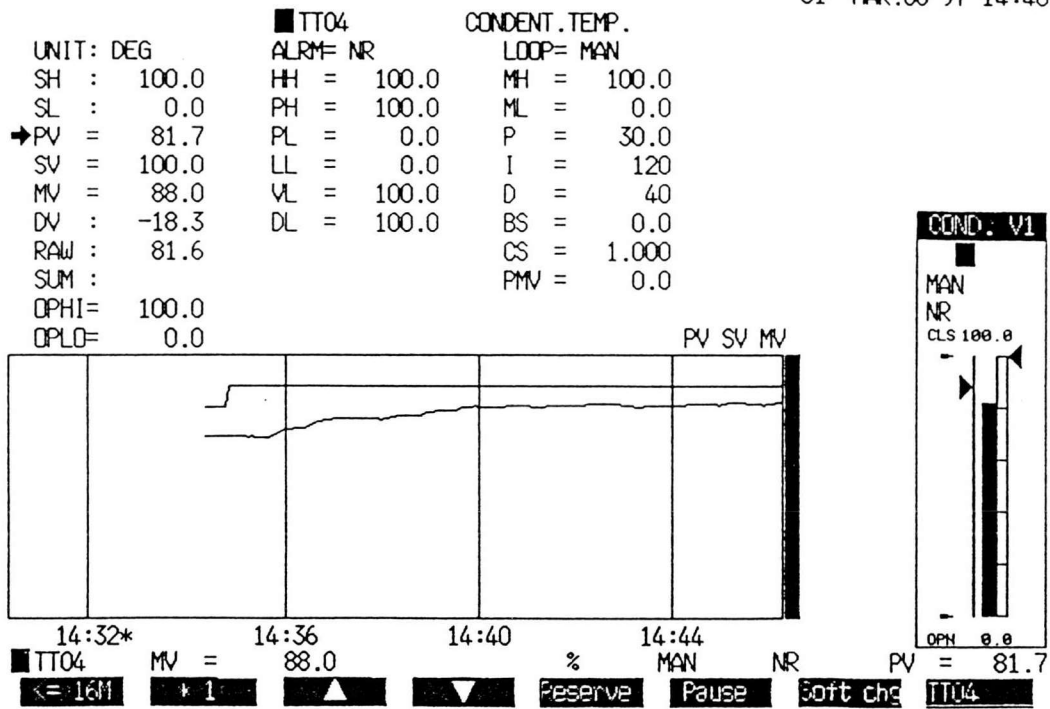
รูปที่ ข.19 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิสารควบแน่นเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นลดลงจาก 90% เป็น 80% อุณหภูมิสารควบแน่นเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 82.8 °C อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 71.4 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 1.14 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 35 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 155 วินาที

รูปที่ ข.20 เส้นโค้งการตอบสนองของค่าอุณหภูมิสารควบแน่นเมื่อค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นเพิ่มขึ้นจาก 80% เป็น 90% อุณหภูมิสารควบแน่นเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 71.7 °C อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 82.7 °C ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ 1.1 (°C)/(%MV) ค่าเดดไทม์มีค่าเท่ากับ 35 วินาที และค่าคงที่ของเวลามีค่าเท่ากับ 106 วินาที



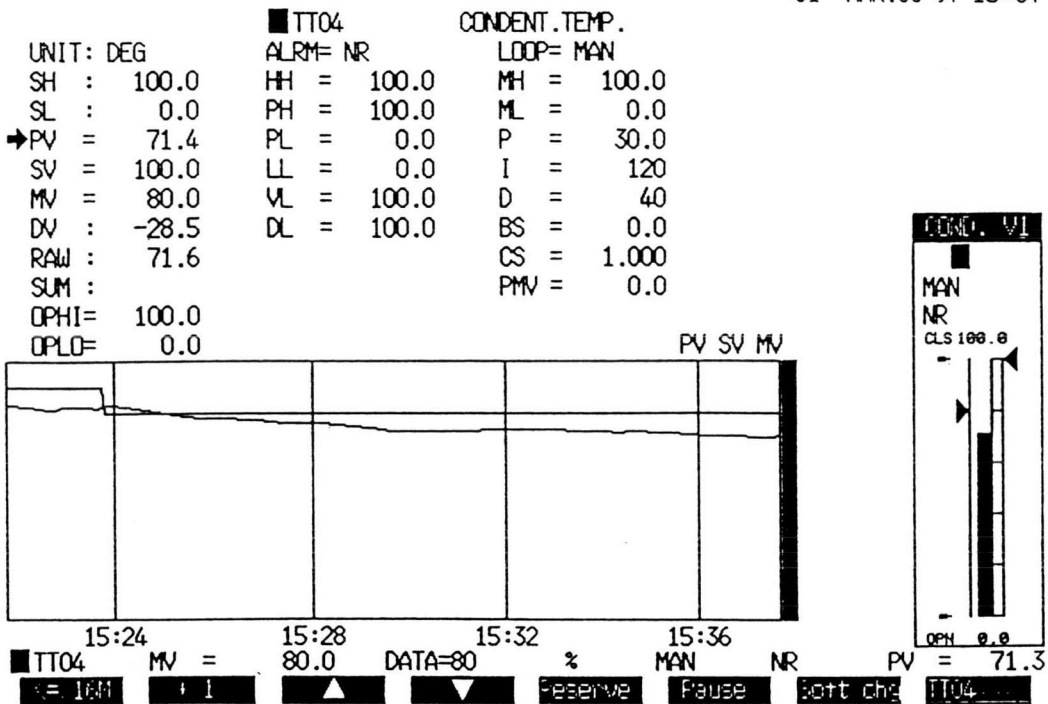
รูปที่ ข.17 การตอบสนองของอุณหภูมิสารควบแน่น เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ -8%

S1 MAR.08 97 14:46

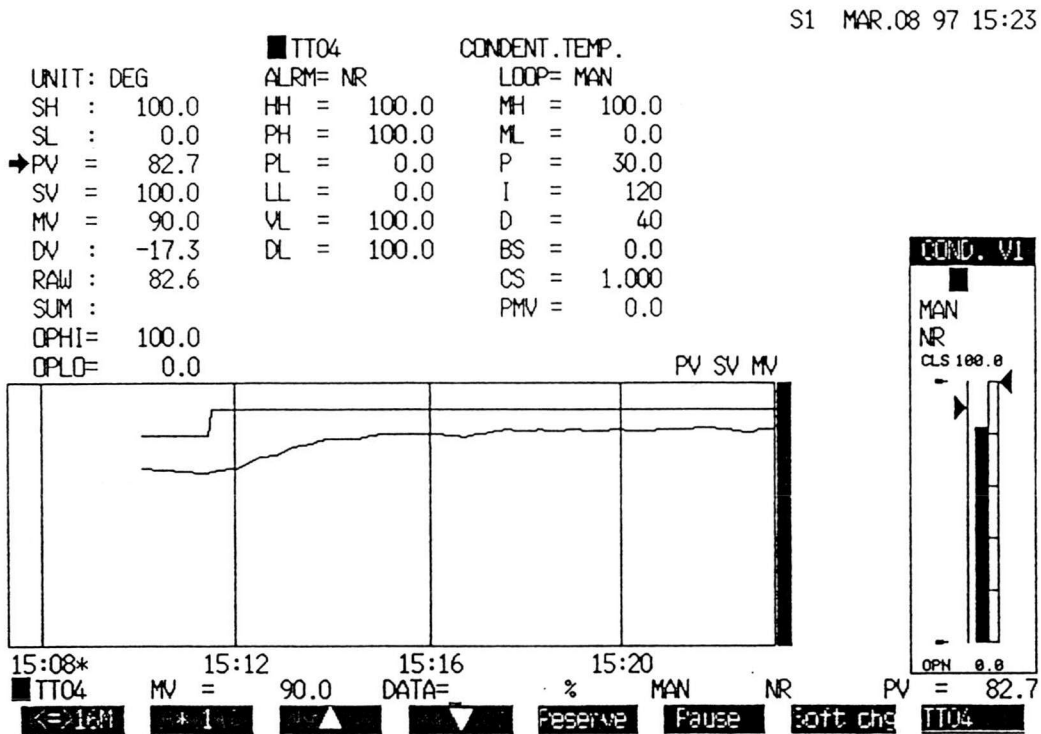


รูปที่ ข.18 การตอบสนองของอุณหภูมิสารควบแน่น เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ +8 %

S1 MAR.08 97 15:37



รูปที่ ข.19 การตอบสนองของอุณหภูมิสารควบแน่น เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ -10 %

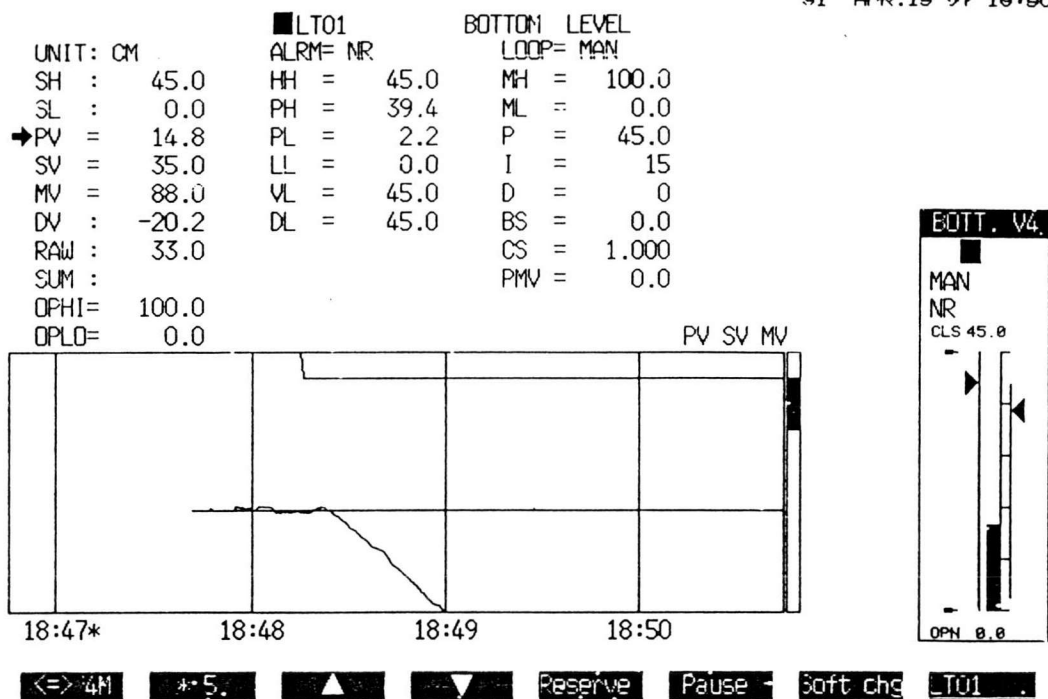


รูปที่ ข.20 การตอบสนองของอุณหภูมิสารควบแน่น เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ  $-10\%$

ข.6 การตอบสนองของระดับที่กั้นหอต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสเต็ปของอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กั้นที่กั้นหอ

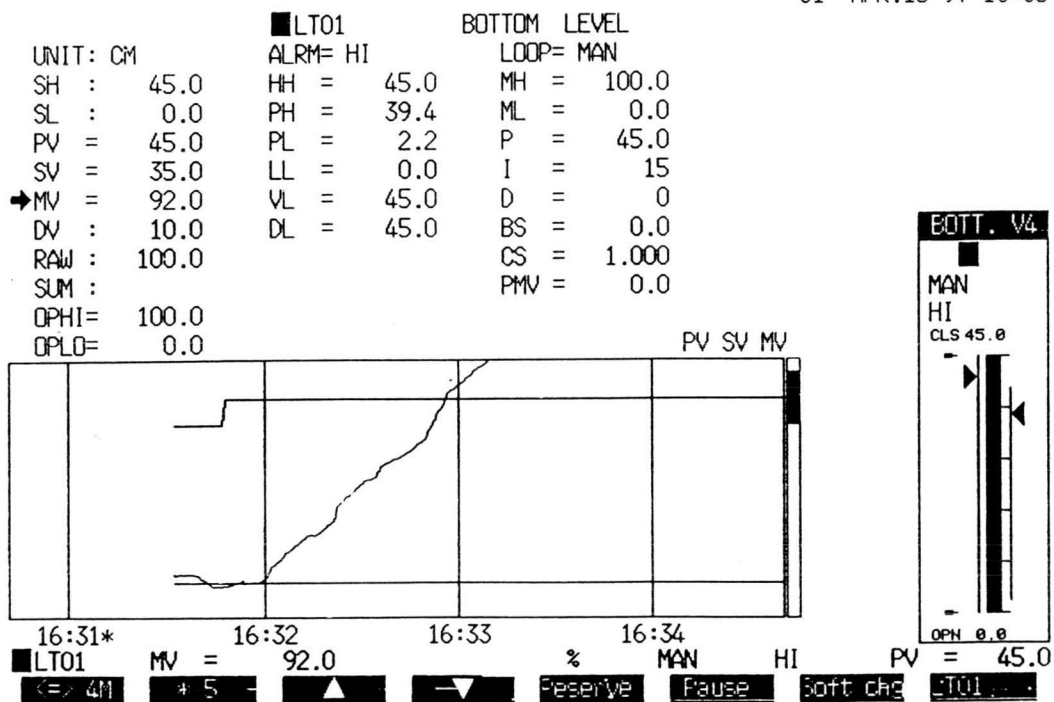
รูปที่ ข.21 แสดงผลการตอบสนองของระดับของของเหลวที่กั้นหอต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กั้นที่เพิ่มขึ้นจาก 143 L/hr เป็น 151 L/Hr (ตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมระดับกั้นหอลดลงแบบสเต็ป เท่ากับ  $-2\%$  โดยค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนลดลงจาก 90% เป็น 88 %) เมื่อนำไปวิเคราะห์เส้นโค้งปฏิกิริยาโดยการหาค่าความชันของเส้นโค้งเพื่อหาค่าเกณฑ์ของกระบวนการ จะได้ ค่าเกณฑ์ของกระบวนการได้ เท่ากับ 0.013 (cm)(Hr)/(Sec)(L) และได้ค่าเดดไทม์ เท่ากับ 7.0 วินาที

91 APR.15 97 10:50



รูปที่ ข.21 การตอบสนองของระดับของของเหลวที่กั้นหอ เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ -2%

S1 APR.15 97 16:35



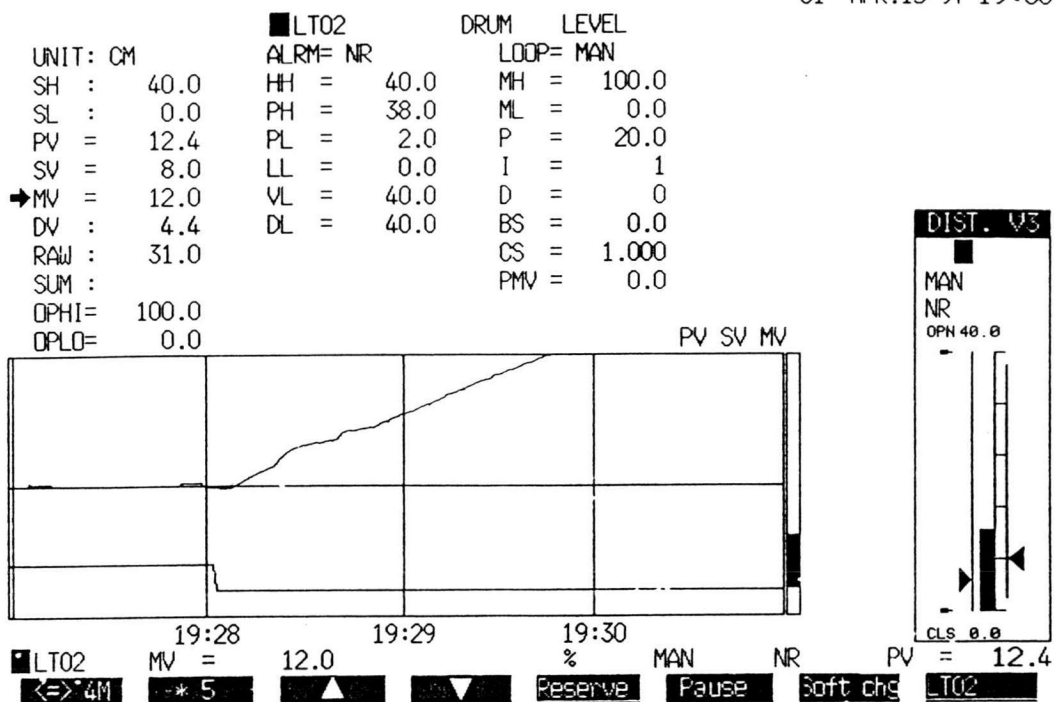
รูปที่ ข.22 การตอบสนองของระดับของของเหลวที่กั้นหอ เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ +2%

รูปที่ ข.22 แสดงผลการตอบสนองของระดับของของเหลวที่กั้นห่อต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กั้นห่อที่ลดลงจาก 143 L/hr เป็น 135 L/Hr (ตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมระดับกั้นห่อเพิ่มขึ้นแบบสตีพ เท่ากับ 2% โดยค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นจาก 90% เป็น 92 %) เมื่อนำไปวิเคราะห์เส้นโค้งปฏิกิริยาโดยการหาค่าความชันของเส้นโค้งเพื่อหาค่าเกณฑ์ของกระบวนการ จะได้ ค่าเกณฑ์ของกระบวนการได้ เท่ากับ  $0.014 \text{ (cm)(Hr)/(Sec)(L)}$  และได้ค่าเดดไทม์ เท่ากับ 9.4 วินาที

ข.7 การตอบสนองของระดับในถังเก็บรีฟลักซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงแบบสตีพของอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ดิสทิลเลต

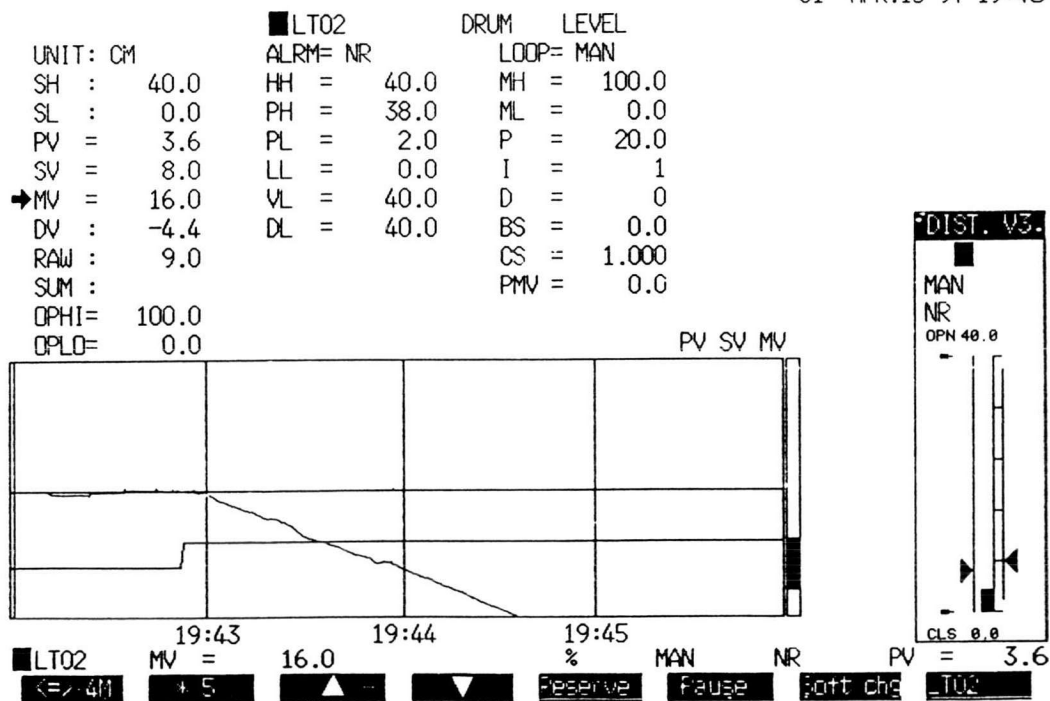
รูปที่ ข.23 แสดงผลการตอบสนองของระดับของของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ยอดห่อที่ลดลงจาก 48 L/hr เป็น 41 L/Hr (ตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมระดับของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ลดลงแบบสตีพ เท่ากับ -2% โดยค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนลดลงจาก 14% เป็น 12 %) ซึ่งผลการตอบสนองของกระบวนการจะมีลักษณะเช่นเดียวกับเส้นโค้งปฏิกิริยาของระดับที่กั้นห่อ เมื่อนำไปวิเคราะห์เส้นโค้งปฏิกิริยาโดยการหาค่าความชันของเส้นโค้ง จะได้ ค่าเกณฑ์ของกระบวนการเท่ากับ  $0.008 \text{ (cm)(Hr)/(Sec)(L)}$  และได้ค่าเดดไทม์ เท่ากับ 4.2

S1 APR.15 97 19:30



รูปที่ ข.23 การตอบสนองของระดับของของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ  $-2\%$

S1 APR.15 97 19:45



รูปที่ ข.24 การตอบสนองของระดับของของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ เมื่อ  $\Delta MV$  เท่ากับ  $+2\%$



รูปที่ ข.24 ผลการตอบสนองของระดับของของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ออกห่อที่เพิ่มขึ้นจาก 48 L/hr เป็น 55 L/Hr (ตัวแปรปรับเปลี่ยนของตัวควบคุมระดับของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์เพิ่มขึ้นแบบสเต็ป เท่ากับ +2% โดยค่าตัวแปรปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นจาก 14% เป็น 16 %) เมื่อนำไปวิเคราะห์เส้นโค้งปฏิกิริยาโดยการหาค่าความชันของเส้นโค้ง จะได้ ค่าแกนของกระบวนการ และค่าเดดไทม์ เท่ากับ 0.008 (cm)(Hr)/(Sec)(L) และ 5.9 วินาที ตามลำดับ

ภาคผนวก ค.

การเลียนแบบกระบวนการกลั่นของโรงงานนำร่องหอกลิ้น

การเลียนแบบกระบวนการกลั่นของโรงงานนำร่องหอกลิ้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Apen Plus โดยการกำหนดค่าข้อมูลที่จำเป็นของโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น พร้อมทั้งค่าตัวแปรกระบวนการต่าง ๆ ของกระบวนการกลั่นที่สถานะคงตัว เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของเทรย์

ผลการเลียนแบบกระบวนการกลั่นของโรงงานนำร่องหอกลิ้นด้วยโปรแกรม Apen Plus สามารถหาประสิทธิภาพของเมอร์ฟีรี่ (Murphree Efficiency) ได้เท่ากับ 0.85 พร้อมทั้งสามารถแสดงผลการเลียนแบบกระบวนการกลั่นของโรงงานนำร่องหอกลิ้นได้ ดังนี้

ตารางที่ ค.1 แสดงโปรไฟล์อุณหภูมิของโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นและของโมเดล

เทรย์	อุณหภูมิ (°C)		เทรย์	อุณหภูมิ (°C)		เทรย์	อุณหภูมิ (°C)	
	โรงงาน	โมเดล		โรงงาน	โมเดล		โรงงาน	โมเดล
1	-	78.987	7	-	81.764	13	-	84.273
2	-	79.45	8	82	82.301	14	85	84.314
3	79	79.898	9	-	82.856	15	86	84.461
4	81	80.342	10	83	83.378	16	86	85.017
5	-	80.792	11	-	83.8	17	88.6	88.645
6	82	81.262	12	84	84.092			



ตารางที่ ค.2 (ต่อ) แสดงผลของการสร้างแบบจำลองหอกถั่นด้วยโปรแกรม Aspen Plus

=====  
 Data file created by ASPEN PLUS Rel. 9.3-1 on 19:38:07 Sun Mar 23, 1997  
 Run ID: SMC2 Item: COLUMN Screen: Radfrac.Mass-TPFQ

C-----C-----C-----C-----C-----C-----C-----C-----C-----  
 Description: Units:

Stage	Temp C	Pres KG/SQCM	Duty MMKCAL/HR	LiqFlow KG/HR	VapFlow KG/HR	LiqFeed KG/HR
1	78.98712	1.033200	0.0	23.01925	60.33330	23.03232
2	79.44953	1.033200	0.0	21.64963	60.32023	0.0
3	79.89838	1.033200	0.0	20.49443	58.95061	0.0
4	80.34173	1.033200	0.0	19.46451	57.79541	0.0
5	80.79182	1.033200	0.0	18.50430	56.76549	0.0
6	81.26194	1.033200	0.0	17.58040	55.80528	0.0
7	81.76375	1.033200	0.0	16.68250	54.88138	0.0
8	82.30104	1.033200	0.0	15.83332	53.98348	0.0
9	82.85615	1.033200	0.0	15.09239	53.13430	0.0
10	83.37754	1.033200	0.0	14.52364	52.39338	0.0
11	83.79988	1.033200	0.0	14.14382	51.82462	0.0
12	84.09196	1.033200	0.0	13.91716	51.44480	0.0
13	84.27287	1.033200	0.0	179.2650	51.21814	165.3010
14	84.31358	1.033200	0.0	178.9140	51.26498	0.0
15	84.46140	1.033200	0.0	177.6861	50.91395	0.0
16	85.01731	1.033200	0.0	173.5881	49.68608	0.0
17	88.64475	1.033200	.0158602	128.0001	45.58799	0.0

Description:

Units:

Stage	VapFeed KG/HR	MixFeed KG/HR	LiqProd KG/HR	VapProd KG/HR
1	0.0	0.0	0.0	60.33330
2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	128.0001	0.0

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) แสดงผลของการสร้างแบบจำลองหอกลั่นด้วยโปรแกรม Aspen Plus

=====  
 Data file created by ASPEN PLUS Rel. 9.3-1 on 19:43:14 Sun Mar 23, 1997  
 Run ID: SMC2 Item: COLUMN Screen: Radfrac.Mass-Y  
 C-----C-----C-----C-----C-----C-----C-----C-----  
 Description: Units:

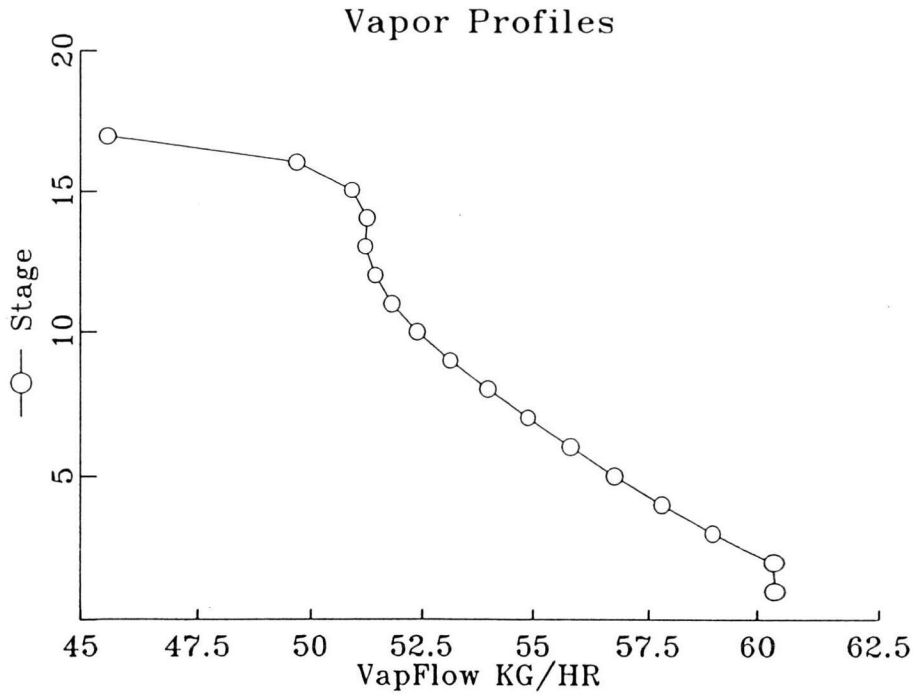
...Vapor phase mass fractions.....      ...Liquid phase mass fractions.

Stage	ETHANOL	WATER	Stage	ETHANOL	WATER
1	.8612881	.1387119	1	.8080611	.1919390
2	.8409718	.1590282	2	.7599153	.2400847
3	.8240549	.1759451	3	.7142488	.2857512
4	.8091434	.1908566	4	.6689813	.3310187
5	.7953432	.2046568	5	.6223038	.3776962
6	.7820398	.2179601	6	.5726834	.4273166
7	.7688338	.2311662	7	.5193266	.4806734
8	.7556075	.2443925	8	.4634252	.5365747
9	.7427258	.2572741	9	.4095727	.5904273
10	.7311629	.2688371	10	.3644759	.6355241
11	.7220540	.2779460	11	.3322710	.6677290
12	.7158399	.2841601	12	.3121778	.6878222
13	.7120775	.2879225	13	.3005669	.6994331
14	.7103773	.2896228	14	.2980282	.7019718
15	.7042816	.2957184	15	.2890705	.7109295
16	.6822870	.3177130	16	.2586508	.7413492
17	.6018033	.3981967	17	.1364347	.8635653

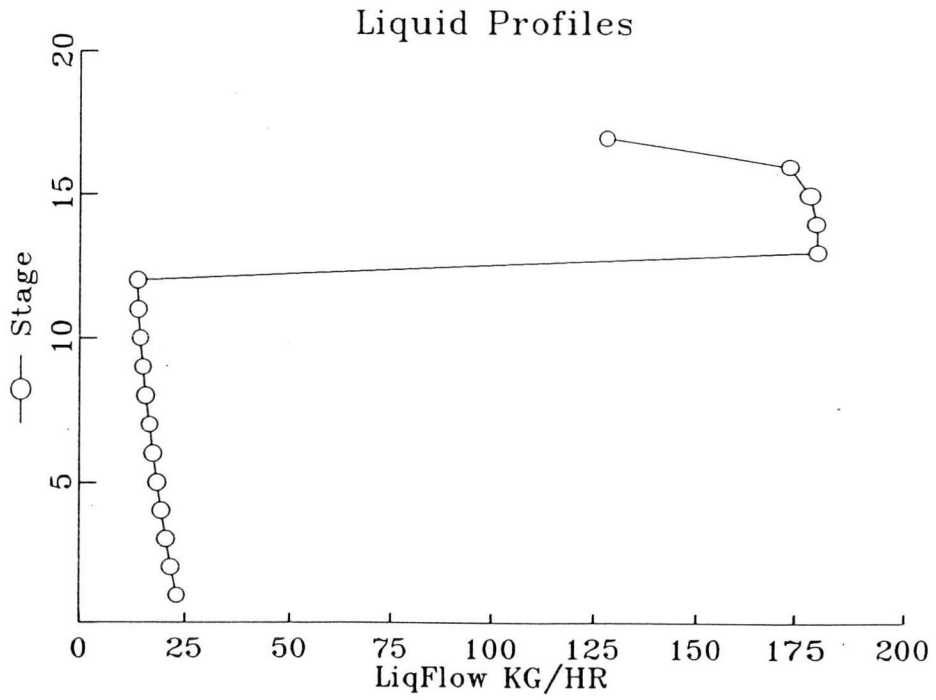
Description:

...Vapor phase mole fractions.....      ...Liquid phase mole fractions.

Stage	ETHANOL	WATER	Stage	ETHANOL	WATER
1	.7082933	.2917067	1	.6221160	.3778840
2	.6740490	.3259510	2	.5531223	.4468777
3	.6468323	.3531677	3	.4942975	.5057025
4	.6237587	.3762412	4	.4414351	.5585649
5	.6031287	.3968713	5	.3918405	.6081595
6	.5838680	.4161319	6	.3438660	.6561340
7	.5653287	.4346713	7	.2970102	.7029898
8	.5473145	.4526855	8	.2524701	.7475299
9	.5302789	.4697211	9	.2133830	.7866170
10	.5153976	.4846024	10	.1831858	.8168141
11	.5039380	.4960620	11	.1628938	.8371062
12	.4962495	.5037505	12	.1507311	.8492689
13	.4916444	.5083556	13	.1438689	.8561311
14	.4895755	.5104244	14	.1423843	.8576156
15	.4822200	.5177801	15	.1371905	.8628095
16	.4564559	.5435441	16	.1200546	.8799455
17	.3714652	.6285349	17	.0581870	.9418129



รูปที่ ค.1 โพรไฟล์แสดงการไหลของไอในแต่ละเทรย์



รูปที่ ค.1 โพรไฟล์แสดงการไหลของของเหลวในแต่ละเทรย์

## ประวัติผู้เขียน

นายสิมาไชย พวงเพชร เกิดวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2513 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเชื้อเพลิง ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536

