

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 แบบจำลองหอกลับในรูปแบบ state-space

จากสมการออบเซิร์ฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น (สมการ 2.9)

$$\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + Bu + K(y - C\hat{x})$$

\hat{x} คือ เวกเตอร์ของค่าตัวแปรสถานะจากการประมาณค่า ในที่นี้คือ ค่าอัตราสวนโดยโมลของแอลกอฮอล์ในทุกชั้นภายในหอกลับ มีจำนวนทั้งหมด 8 ค่าที่เวลาหนึ่งๆ เขียนอยู่ในรูปเมตริกที่มีมิติเท่ากับ 8×1 $\dot{\hat{x}}$ คือ เวกเตอร์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรสถานะเมื่อเทียบกับเวลา

u คือ เวกเตอร์ตัวแปรขาเข้าของระบบ ในที่นี้คือ ผลต่างของอัตราการไหลของรีฟลักซ์ที่เวลาใดๆกับอัตราการไหลของรีฟลักซ์ที่ภาวะเสถียรซึ่งใช้ในกระบวนการควบคุม เขียนอยู่ในรูปเมตริกที่มีมิติเท่ากับ 1×1 แต่ในที่นี้ไม่ได้ใช้ออบเซิร์ฟเวอร์ร่วมกับระบบการควบคุมจึงไม่แสดงค่าไว้

y คือ เวกเตอร์ของค่าตัวแปรที่วัดค่าได้ ในที่นี้คือ อุณหภูมิการกลั่นที่วัดได้จริงในหม้อต้มไอน้ำ, ชั้นที่ 3, 5 และ 8 ในหอกลับ มีจำนวน 4 ค่าที่เวลาหนึ่งๆ เขียนอยู่ในรูปเมตริกที่มีมิติเท่ากับ 4×1

K คือ เมตริกอัตราการขยายของออบเซิร์ฟเวอร์ เขียนอยู่ในรูปเมตริกที่มีมิติเท่ากับ 8×4

A, B, C คือ ค่าคงที่ในรูปเมตริกที่เขียนอยู่ในรูปเมตริกที่มีมิติเท่ากับ 8×8 , 8×1 และ 4×8 ตามลำดับ สามารถคำนวณได้จากค่าตัวแปรดังที่แสดงไว้ในภาคผนวก ค

4.1.1 เมตริก A, B และ C ของแบบจำลองการกลั่นของผสม 15% แอลกอฮอล์

$$A = \begin{bmatrix} -0.019 & 0.022 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16.275 & -35.552 & 19.278 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16.275 & -35.552 & 19.278 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16.275 & -35.552 & 19.278 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16.275 & -35.552 & 19.278 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16.275 & -35.552 & 19.278 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16.275 & -35.552 & 19.278 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5.425 & -6.426 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} 0.00008 \\ 0.01744 \\ 0.01139 \\ 0.01139 \\ 0.01459 \\ 0.02028 \\ 0.02456 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C := \begin{bmatrix} -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 \end{bmatrix}$$

4.1.2 เมตริก A, B และ C ของแบบจำลองการกลั่นของผสม 25% แอลกอฮอล์

$$A = \begin{bmatrix} -0.02 & 0.024 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16.404 & -35.835 & 19.431 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16.404 & -35.835 & 19.431 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16.404 & -35.835 & 19.431 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16.404 & -35.835 & 19.431 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16.404 & -35.835 & 19.431 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16.404 & -35.835 & 19.431 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5.468 & -6.477 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} 0.00009 \\ 0.01744 \\ 0.01139 \\ 0.01139 \\ 0.01495 \\ 0.02028 \\ 0.02456 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C := \begin{bmatrix} -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 \end{bmatrix}$$

4.1.3 เมตริก A, B และ C ของแบบจำลองการกักกันของผสม 35% แอลกอฮอล์

$$A = \begin{bmatrix} -0.022 & 0.026 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16.569 & -36.196 & 19.626 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16.569 & -36.196 & 19.626 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16.569 & -36.196 & 19.626 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16.569 & -36.196 & 19.626 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16.569 & -36.196 & 19.626 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16.569 & -36.196 & 19.626 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5.523 & -6.542 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} 0.0001 \\ 0.01779 \\ 0.01174 \\ 0.01174 \\ 0.01495 \\ 0.02028 \\ 0.02456 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C := \begin{bmatrix} -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -21.041 \end{bmatrix}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของอุณหภูมิในแต่ละชั้นหอกลับ

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมของอุณหภูมิในแต่ละชั้นหอกลับในรูปแบบจำลองแบบสมการลำดับที่หนึ่ง

โดยใช้สมการที่สร้างจากความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรขาเข้าต่อค่าตัวแปรขาออก

$$\text{temp./steam flow} = \frac{K_p * e^{-tdS}}{\tau_p S + 1} = \text{ }^{\circ}\text{C}/(\text{gmole/hr})$$

แบบจำลอง 15% แอลกอฮอล์		time delay (sec)	time constant (sec)	process gain (C*hr/gmole)
	ชั้นหม้อต้มไอน้ำ	20.00	797.19	2.82
	ชั้นที่ 3	822.00	16.67	2.42
	ชั้นที่ 5	861.00	8.60	2.48
	ชั้นที่ 8	908.00	4.82	2.37
แบบจำลอง 25% แอลกอฮอล์		time delay (sec)	time constant (sec)	process gain (C*hr/gmole)
	ชั้นหม้อต้มไอน้ำ	16.00	802.09	2.82
	ชั้นที่ 3	770.00	15.21	2.46
	ชั้นที่ 5	800.00	14.50	2.54
	ชั้นที่ 8	837.00	10.13	2.42
แบบจำลอง 35% แอลกอฮอล์		time delay (sec)	time constant (sec)	process gain (C*hr/gmole)
	ชั้นหม้อต้มไอน้ำ	12.00	807.05	2.82
	ชั้นที่ 3	719.00	16.14	2.29
	ชั้นที่ 5	740.00	10.96	2.37
	ชั้นที่ 8	775.00	7.15	2.26

4.3 ผลการออกแบบเพื่อกำหนดค่าอัตราการขาย

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบผลของค่ารวมของกระบวนการและค่ารวมของการวัด q & r ของระบบต่อค่าอัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอเมื่อใช้แบบจำลอง 25% แอลกอฮอล์

$r = 0.6$ คงที่	q	อัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอ
	0.01	0.5028
	0.1	0.5449
	1	0.5759
$q = 1$ คงที่	r	อัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอ
	0.06	0.5974
	0.6	0.5759
	6	0.5449

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.1 ผลการออกแบบเมื่อใช้ความชันชั้น 15 % แอลกอฮอล์

4.3.1.1 รากของระบบวงจรมีค่า, วงจรเปิดและค่าเมตริกซ์อัตราขยาย
วงจรมีค่าจากการคำนวณด้วยวิธี Pole-Placement เมื่อใช้ความชันชั้น 15 % แอลกอฮอล์

$$\text{รากของระบบวงจรมีค่า} = [-67.5687 \ -58.0151 \ -44.2062 \ -28.8677 \ -15.0085 \ -0.0004 \ -5.2501 \ -0.8403]$$

$$\text{รากของระบบวงจรมีค่า} = [-67.5687 \ -58.0151 \ -44.2062 \ -28.8677 \ -28.0000 \ -27.0000 \ -26.0000 \ -25.0000]$$

เมตริกซ์อัตราขยายวงจรมีค่า K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.3178 & -0.0185 & 0.0377 & 0.0091 \\ -0.7666 & -0.7017 & -0.0357 & -0.0507 \\ -0.0549 & -0.5862 & -0.5110 & 0.1052 \\ 0.0047 & -0.8814 & -0.4937 & -0.0361 \\ 0.0010 & -0.3277 & -1.0098 & 0.0203 \\ 0.0619 & -0.3566 & -1.0738 & -0.3006 \\ 0.0018 & -0.0080 & -0.3691 & -0.7893 \\ 0.0123 & -0.0029 & -0.2521 & -1.0572 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 2.0496$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.1.2 รากของระบบวงจรเปิด, วงจรปิดและค่าเมตริกซ์การขยายวงจรปิดจากการคำนวณด้วยวิธี LQE เมื่อใช้ความเข้มข้น 15 % แอลกอฮอล์

process noise covariances, q = Identity matrix
 measurement noise covariances, r = 0.6 เท่าของ Identity matrix
 correcting matrix, g = Identity matrix

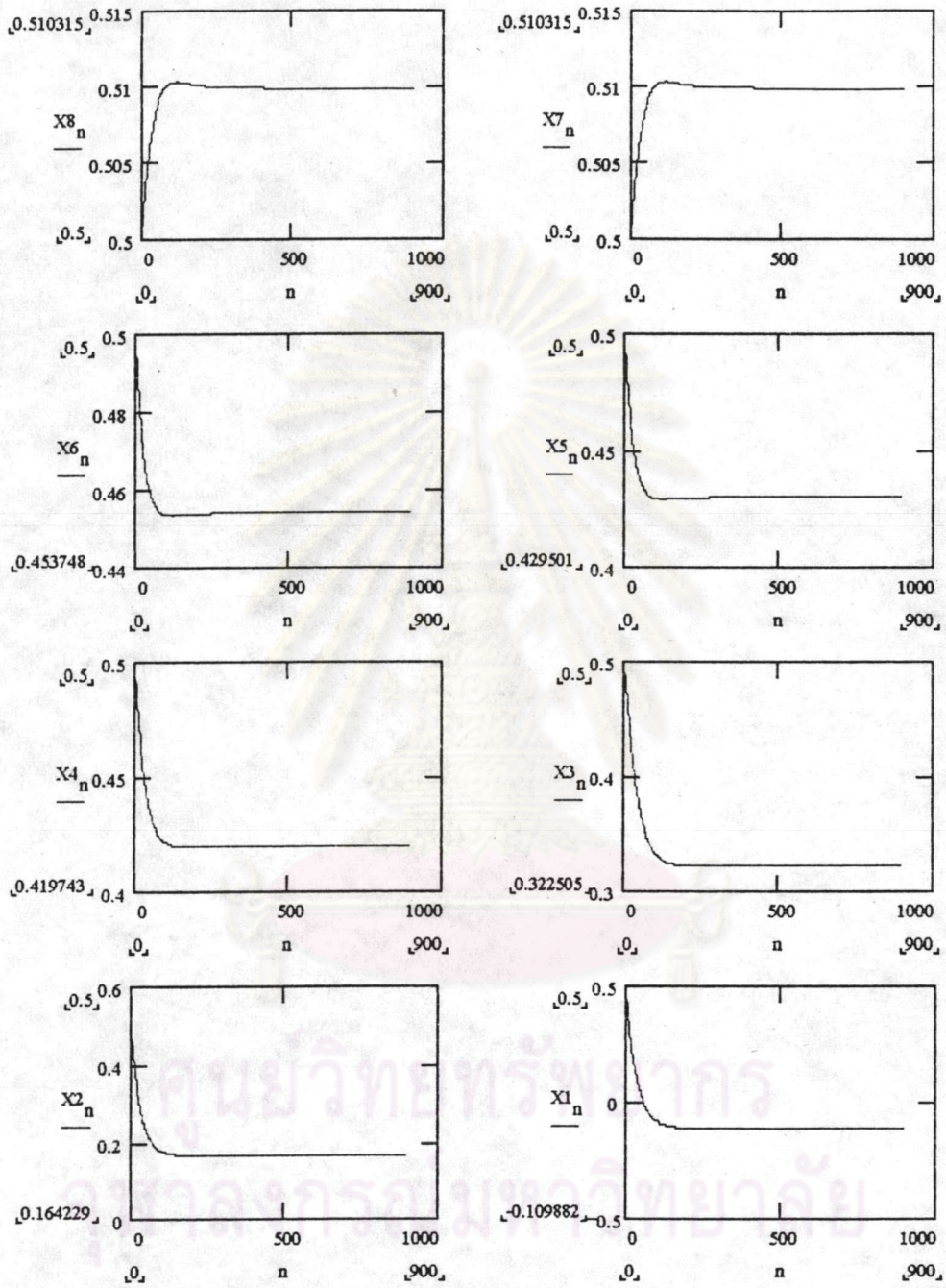
รากของระบบวงจรเปิด = [-69.7094 -61.7242 -45.5173 -32.6980 -26.1827+1.9669i -26.1827-1.9669i
 -15.0535 -22.8830]

เมตริกซ์การขยายวงจรปิด K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.2882 & -0.0752 & 0.0027 & 0.0000 \\ -0.3491 & -0.3513 & -0.0277 & 0.0003 \\ -0.0752 & -0.7191 & -0.0830 & -0.0011 \\ -0.0083 & -0.4092 & -0.2059 & -0.0090 \\ 0.0037 & -0.2131 & -0.3954 & -0.0381 \\ 0.0027 & -0.0830 & -0.7118 & -0.1304 \\ 0.0010 & -0.0267 & -0.3590 & -0.4077 \\ 0.0000 & -0.0011 & -0.1304 & -1.0922 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 1.3710$$

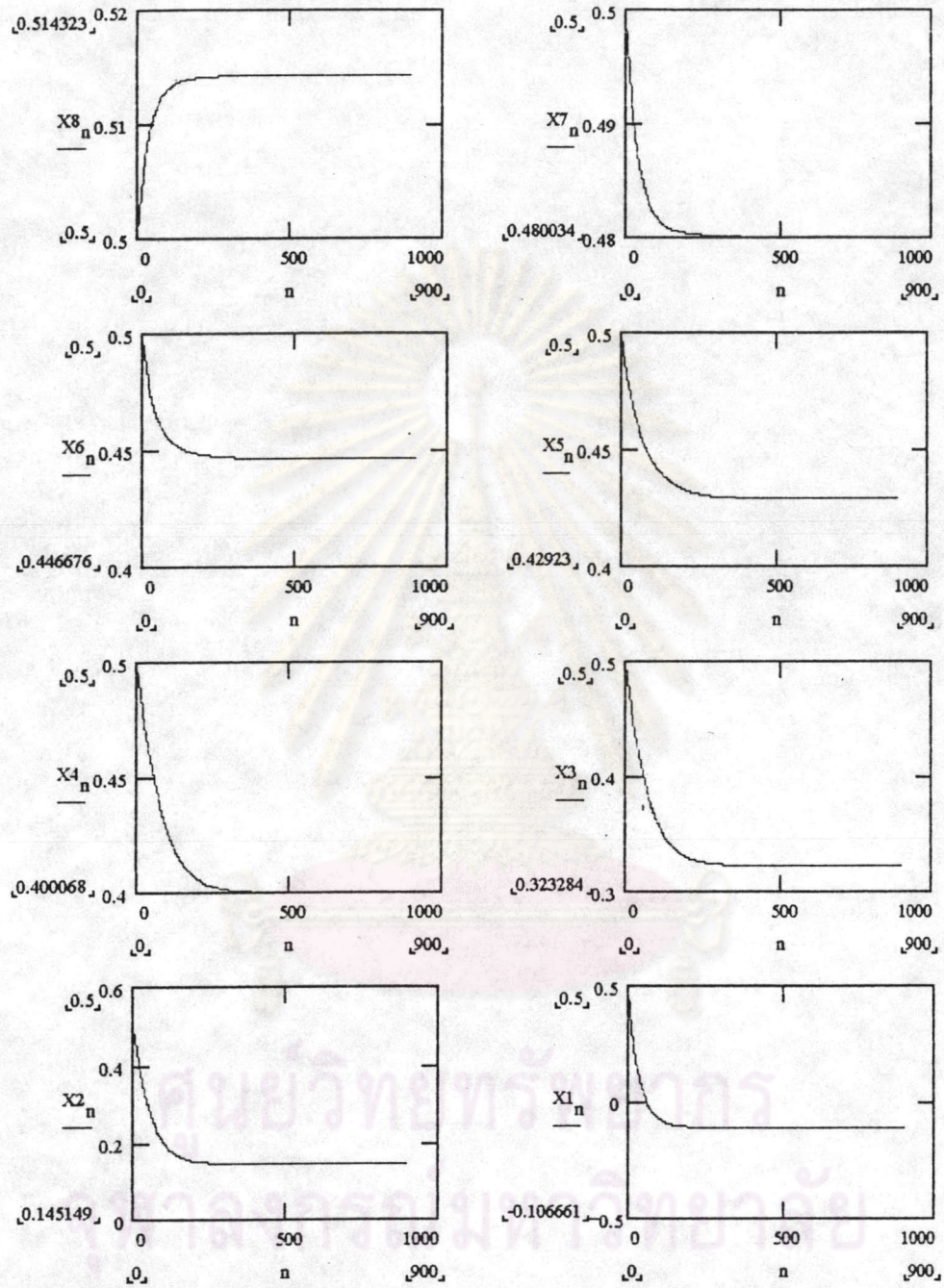
ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองหอเวิร์ฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 15% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรมัดด้วยวิธี Pole-Placement



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองออบเชิร์ฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 15% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรปิดด้วยวิธี LQE

4.3.2 ผลการออกแบบเมื่อใช้ความชื้นชั้น 25 % แอลกอฮอล์

4.3.2.1 จากของระบบวงจรมีเปิด, วงจรปิดและค่าเมตริกซ์การขยาย
วงจรมีเปิดจากการคำนวณด้วยวิธี Pole-Placement เมื่อใช้ความชื้นชั้น 25 % แอลกอฮอล์

จากของระบบวงจรมีเปิด = [-68.1056 -58.4764 -44.5580 -29.0979 -15.1288 -0.0003 -5.2928 -0.8477]

จากของระบบวงจรมีปิด = [-68.1056 -58.4764 -44.5580 -29.0979 -28.0000 -27.0000 -26.0000 -25.0000]

เมตริกซ์การขยายวงจรมีปิด K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.2927 & 0.0135 & -0.0330 & -0.0283 \\ -0.7904 & -0.6558 & -0.0752 & -0.0312 \\ 0.0005 & -0.7872 & -0.2538 & 0.0304 \\ -0.0204 & -0.7416 & -0.5002 & -0.0250 \\ -0.0217 & -0.4681 & -0.8913 & -0.0085 \\ -0.0695 & -0.1723 & -0.8832 & -0.2481 \\ -0.0115 & -0.0694 & -0.4166 & -0.8256 \\ -0.0297 & 0.0278 & -0.2244 & -1.0638 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 1.9187$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2.2 รากของระบบวงจรเปิด, วงจรปิดและค่าเมตริกซ์ถ่วงการขยายวงจรปิดจากการคำนวณด้วยวิธี LQE เมื่อใช้ความเข้มข้น 25 % แอลกอฮอล์

process noise covariances, $q = \text{Identity matrix}$
 measurement noise covariances, $r = 0.6$ เท่าของ Identity matrix
 correcting matrix, $g = \text{Identity matrix}$

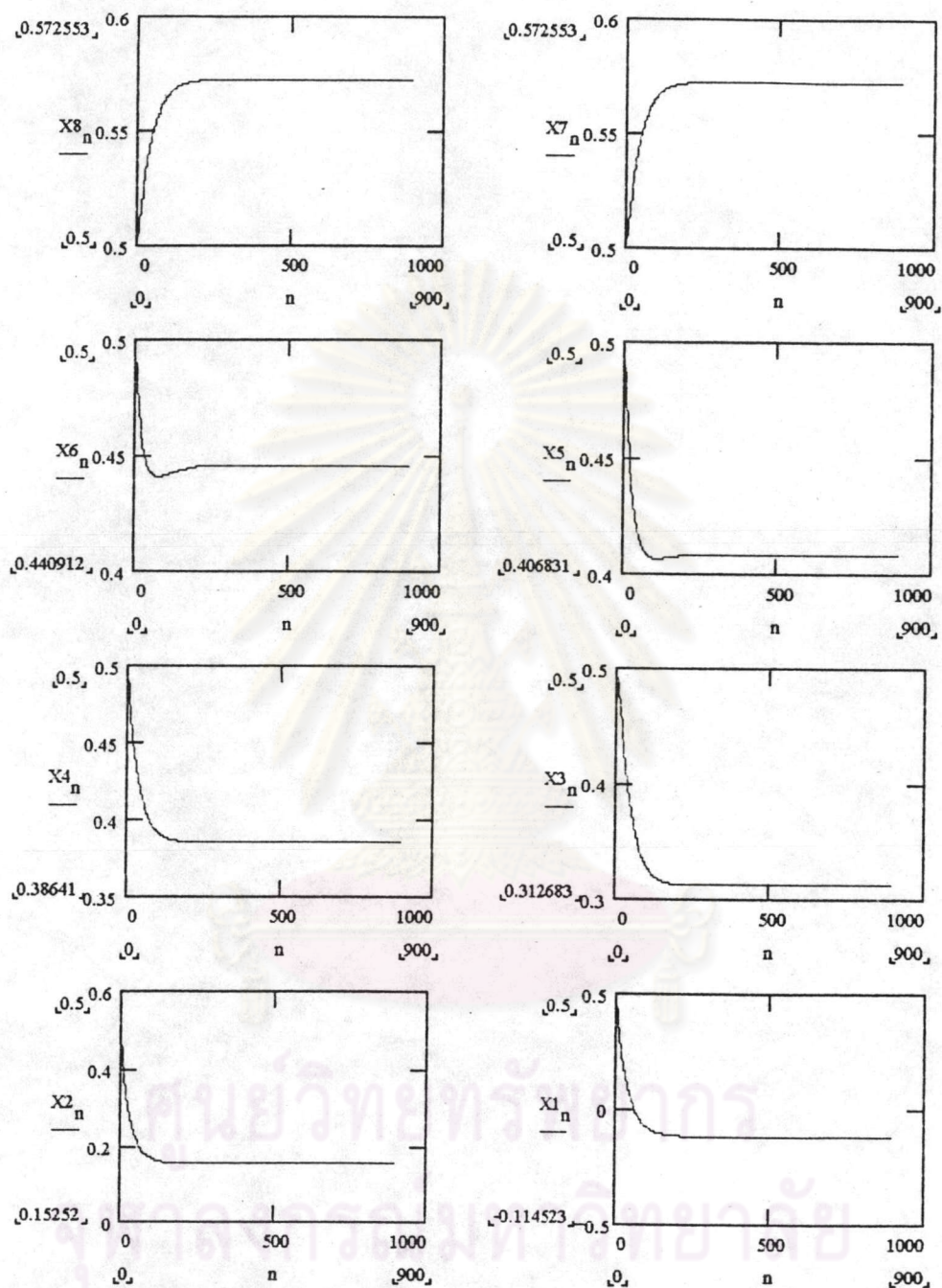
รากของระบบวงจรเปิด = [-70.2262 -62.1529 -45.8553 -32.8631 -26.2270+1.9924i -26.2270-1.9924i
 -15.0957 -22.9354]

เมตริกซ์ถ่วงการขยายวงจรปิด K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.2881 & -0.0760 & 0.0027 & 0.0000 \\ -0.3505 & -0.3511 & -0.0280 & 0.0003 \\ -0.0760 & -0.7169 & -0.0834 & -0.0011 \\ -0.0085 & -0.4086 & -0.2060 & -0.0092 \\ 0.0036 & -0.2132 & -0.3950 & -0.0386 \\ 0.0027 & -0.0834 & -0.7097 & -0.1314 \\ 0.0011 & -0.0270 & -0.3589 & -0.4086 \\ 0.0000 & -0.0011 & -0.1314 & -1.0909 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 1.3716$$

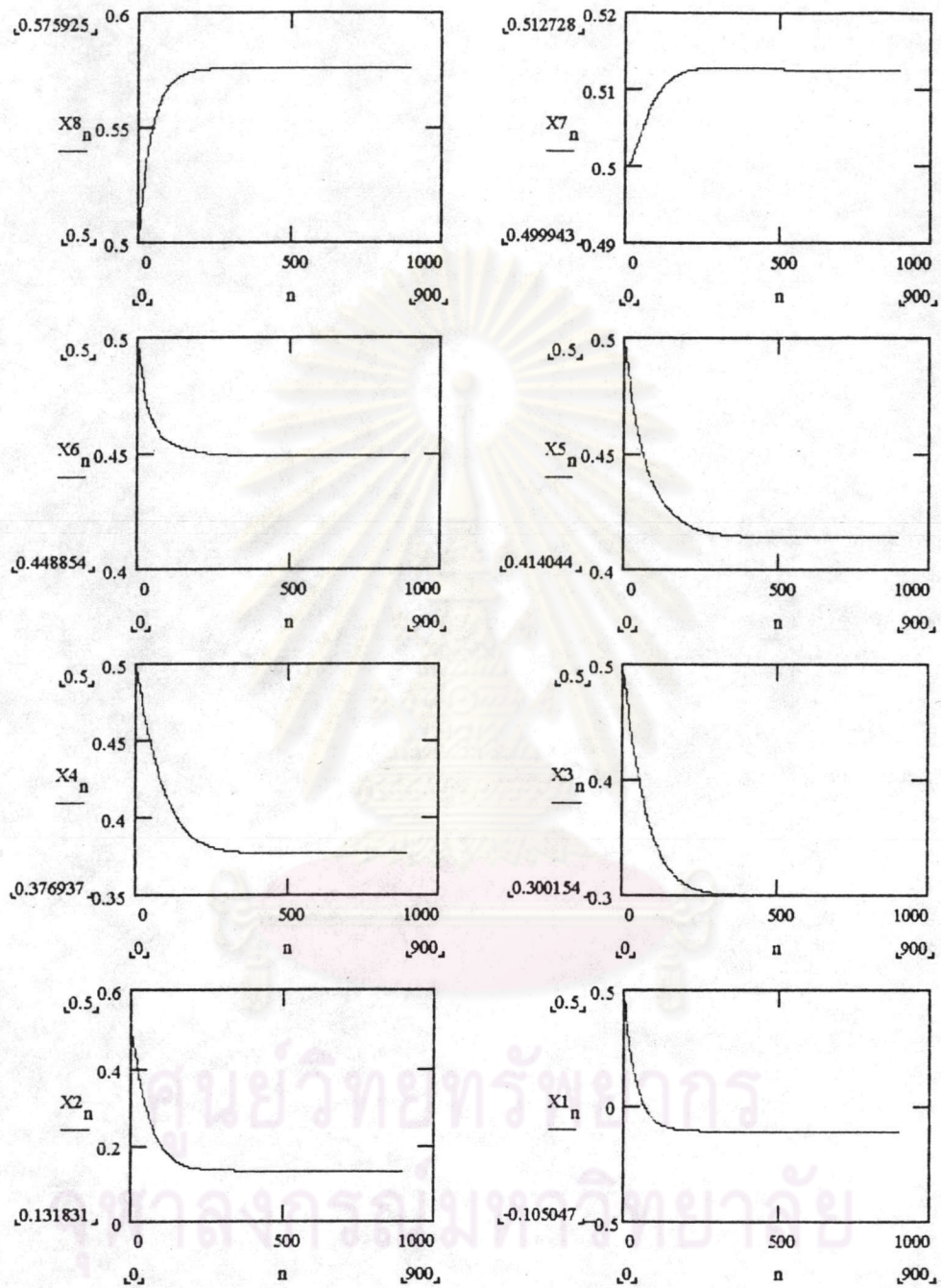
ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองหออบเชิรฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 25% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรปิดด้วยวิธี Pole-Placement



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองออบเชิร์ฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 25% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรปิดด้วยวิธี LOE

4.3.3 ผลการออกแบบเมื่อใช้ความชื้นชั้น 35 % แอลกอฮอล์

4.3.3.1 รากของระบบวงจรมีค่า, วงจรเปิดและค่าเมตริกซ์การขยาย
วงจรมีค่าจากการคำนวณด้วยวิธี Pole-Placement เมื่อใช้ความชื้นชั้น 35 % แอลกอฮอล์

รากของระบบวงจรมีค่า = [-68.7909 -59.0649 -45.0068 -29.3914 -15.2820 -0.0001 -5.3470 -0.8569]

รากของระบบวงจรมีค่า = [-68.7909 -59.0649 -45.0068 -29.3914 -28.0000 -27.0000 -26.0000 -25.0000]

เมตริกซ์การขยายวงจรมีค่า K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.2712 & 0.0149 & -0.0193 & -0.0021 \\ -0.7930 & -0.5951 & -0.0300 & -0.0170 \\ 0.0146 & -1.0883 & -0.2986 & -0.0192 \\ -0.0072 & -0.7890 & -0.3729 & -0.0097 \\ -0.0084 & -0.5468 & -0.9341 & -0.0119 \\ -0.0456 & -0.3521 & -0.5910 & -0.1870 \\ -0.0045 & -0.0415 & -0.4922 & -0.8336 \\ -0.0046 & -0.0146 & -0.1539 & -1.0660 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 1.9759$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3.1 รากของระบบวงจรมีเปิด, วงจรปิดและค่าเมตริกซ์การขยายวงจรมีปิดจากการคำนวณด้วยวิธี LQE เมื่อใช้ความเชื่อมั่น 35 % แอลกอริทึม

process noise covariances, $q = \text{Identity matrix}$
 measurement noise covariances, $r = 0.6$ เท่าของ Identity matrix
 correcting matrix, $g = \text{Identity matrix}$

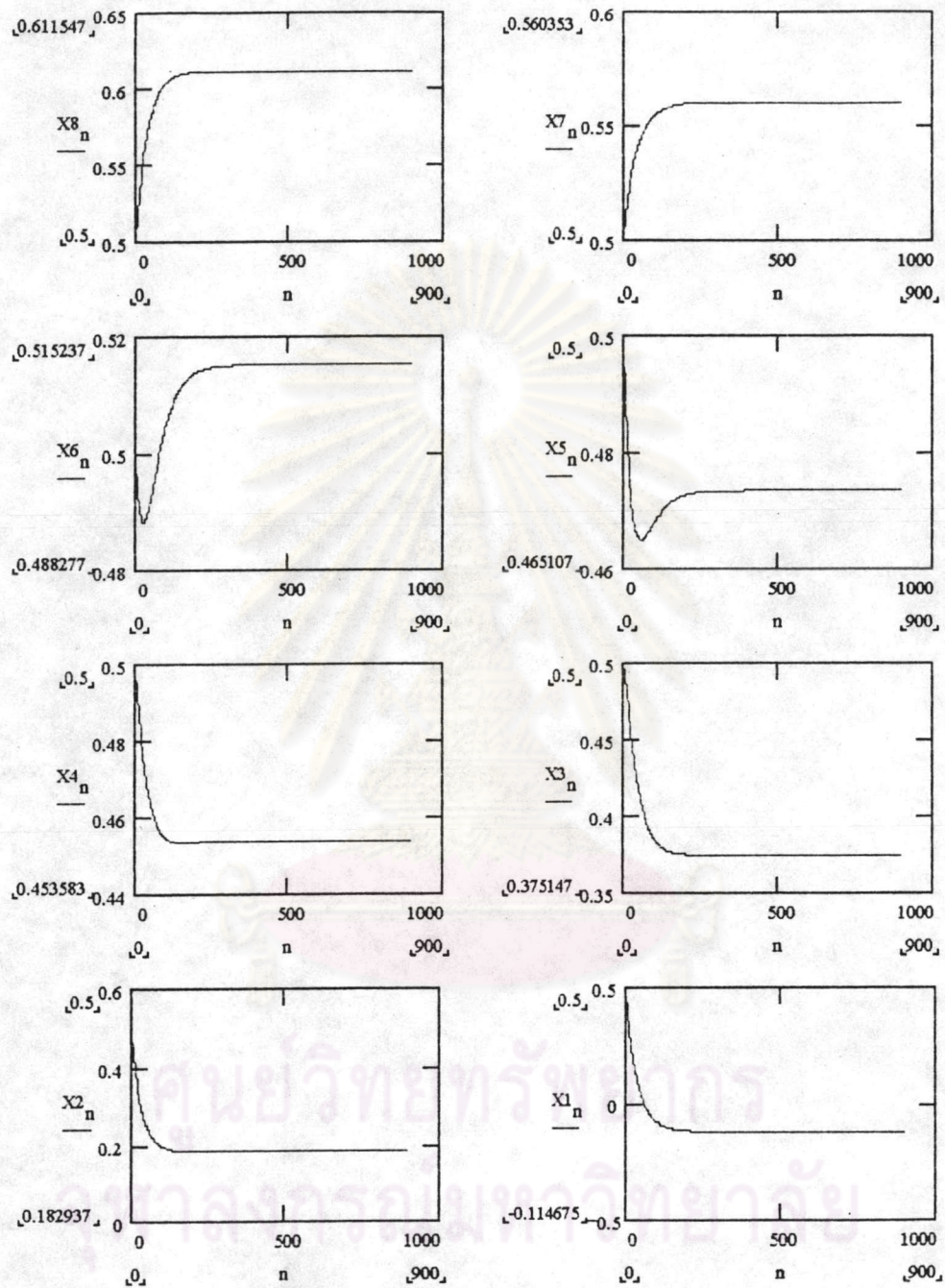
รากของระบบวงจรมีเปิด = [-70.8862 -62.7007 -46.2870 -33.0765 -26.2829+2.0235i -26.2829-2.0235i
 -15.1487 -23.0007]

เมตริกซ์การขยายวงจรมีปิด K เป็น

$$K := \begin{bmatrix} -1.2880 & -0.0769 & 0.0028 & 0.0000 \\ -0.3522 & -0.3508 & -0.0283 & 0.0003 \\ -0.0769 & -0.7142 & -0.0840 & -0.0012 \\ -0.0088 & -0.4079 & -0.2062 & -0.0095 \\ 0.0036 & -0.2133 & -0.3944 & -0.0393 \\ 0.0028 & -0.0840 & -0.7070 & -0.1325 \\ 0.0011 & -0.0273 & -0.3587 & -0.4098 \\ 0.0000 & -0.0012 & -0.1325 & -1.0894 \end{bmatrix}$$

$$\text{norm}(K) = 1.3723$$

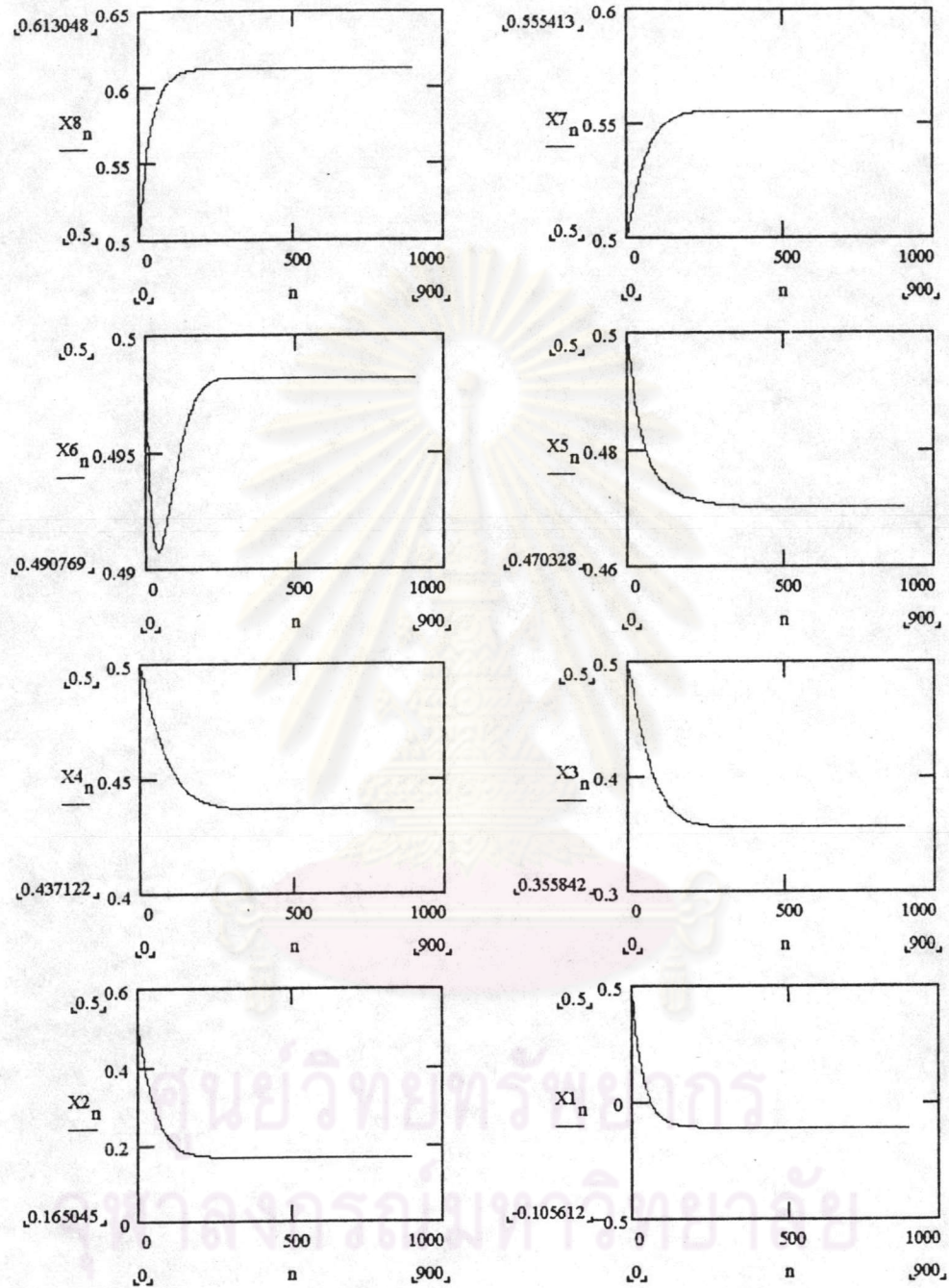
ศูนย์วิทยุทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองหอเชิฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อให้ความเข้มข้น 35% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรปิดด้วยวิธี Pole-Placement



แกน X : เวลา (x 4 วินาที)

แกน Y : อัตราส่วนโดยโมลของแต่ละ stage การกลั่น

รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบการกลั่นแบบจำลองออบเชิร์ฟเวอร์ที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 35% แอลกอฮอล์ จากการคำนวณค่าอัตราการขยายวงจรมัดด้วยวิธี LOE

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอกับค่าจริงที่ได้จากอุณหภูมิการกลั่น

แบบจำลอง	อัตราส่วนโดยโมลองค์ประกอบยอดหอ		
	pole-placement	LQE	ค่าจริง*
15% แอลกอฮอล์	0.5095	0.5143	0.5581
25% แอลกอฮอล์	0.5726	0.5759	0.6013
35% แอลกอฮอล์	0.6116	0.6131	0.6361

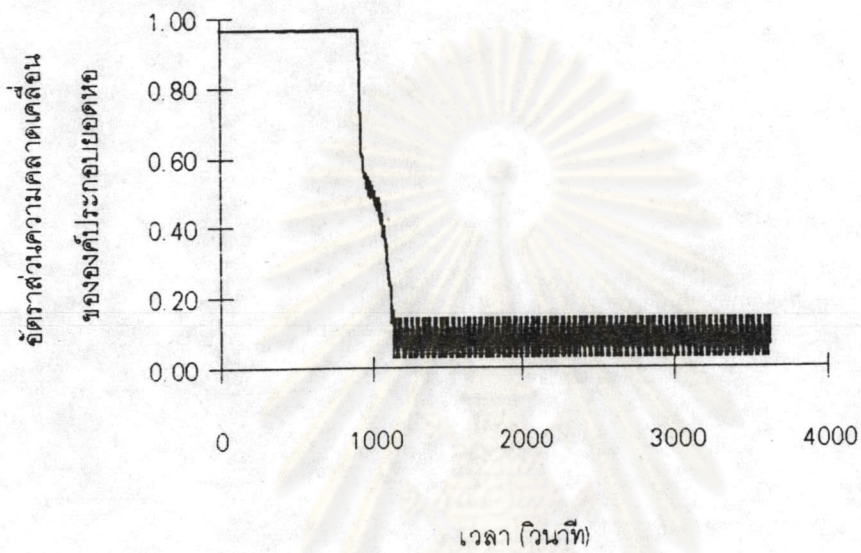
* ค่าจริง = ค่าอัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอที่คำนวณได้จากอุณหภูมิการกลั่น

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนโดยโมลขององค์ประกอบยอดหอโดยใช้อุณหภูมิการกลั่นคงที่ที่การกลั่นของผสม 25% แอลกอฮอล์

แบบจำลอง	อัตราส่วนโดยโมลองค์ประกอบยอดหอ	
	pole-placement	LQE
15% แอลกอฮอล์	0.5745	0.5789
25% แอลกอฮอล์	0.5726	0.5759
35% แอลกอฮอล์	0.5769	0.5785

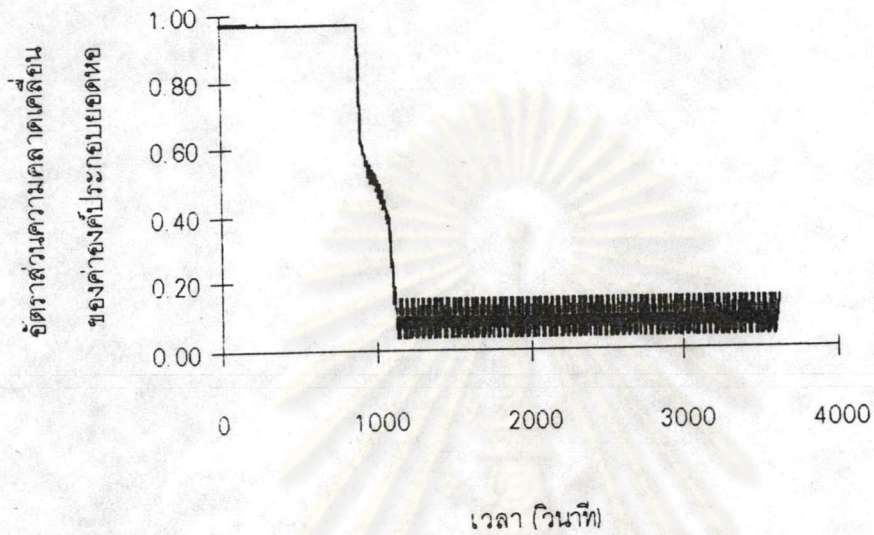
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 การวิเคราะห์ความผิดพลาดของการประมาณค่าองค์ประกอบยอดหอ

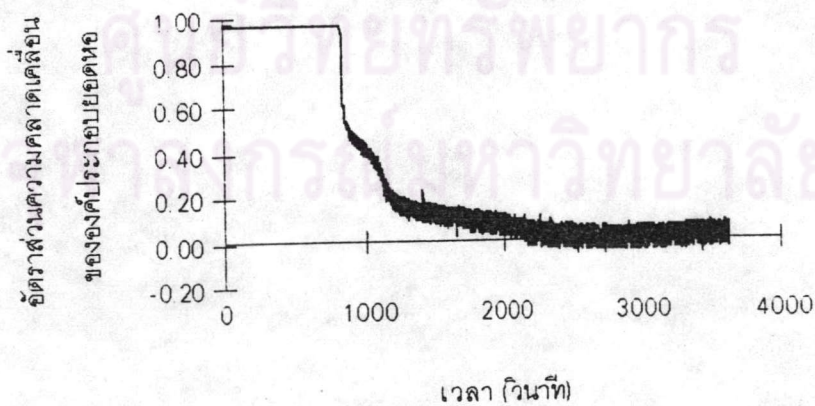


รูปที่ 4.7 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบยอดหอจากวิธี Pole-Placement ที่ความเข้มข้นของของผสม 15% แอลกอฮอล์กับเวลา

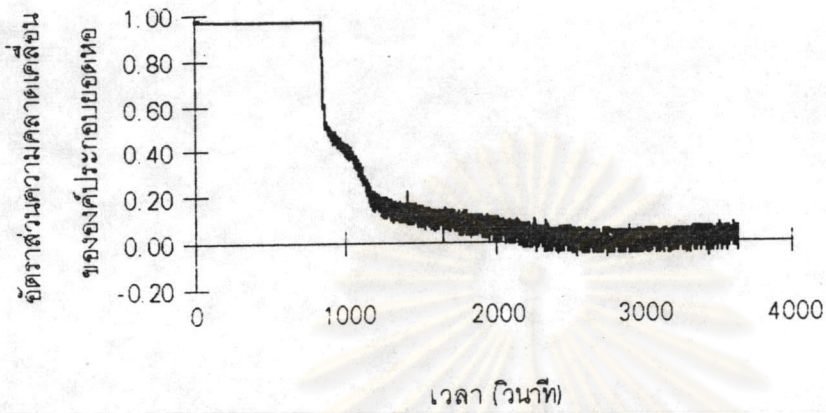
โดยที่ อัตราส่วนความคลาดเคลื่อน = (ค่าองค์ประกอบยอดหอที่คำนวณได้จากอนุกรมการถ่วง - ค่าองค์ประกอบยอดหอที่คำนวณได้จากแบบจำลองออบเชิร์ฟเวอร์) / ค่าองค์ประกอบยอดหอที่คำนวณได้จากอนุกรมการถ่วง



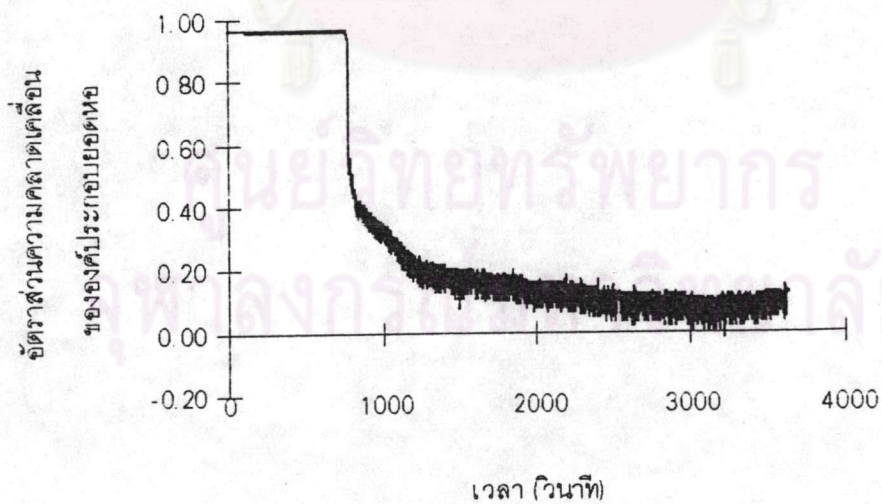
รูปที่ 4.8 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบยอดหอดจากวิธี LQE ที่ความเข้มข้นของของผสม 15% แอลกอฮอลล์กับเวลา



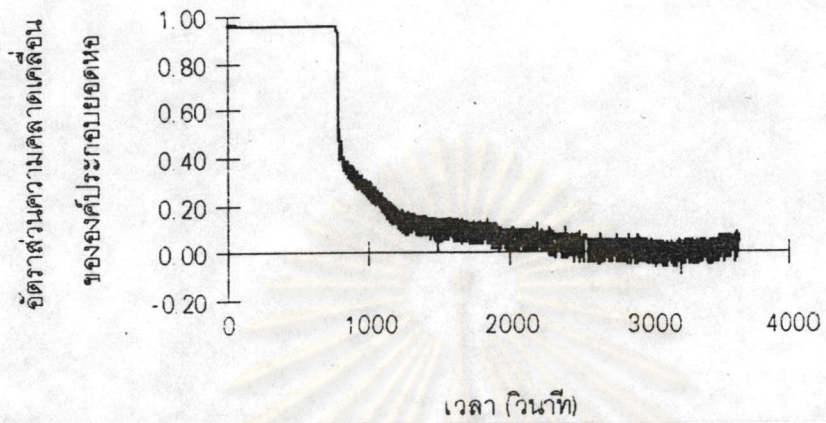
รูปที่ 4.9 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบยอดหอดจากวิธี Pole-Placment ที่ความเข้มข้นของของผสม 25% แอลกอฮอลล์กับเวลา



รูปที่ 4.10 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบยอดห่อจากวิธี LQE ที่ความเข้มข้นของของผสม 25% แอลกอฮอล์กับเวลา



รูปที่ 4.11 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบยอดห่อจากวิธี Pole-Placement ที่ความเข้มข้นของของผสม 35% แอลกอฮอล์กับเวลา



รูปที่ 4.12 อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนของค่าองค์ประกอบย่อยจากวิธี LOE ที่ความเข้มข้นของของผสม 35% แอลกอฮอล์กับเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย