

## บทที่ 5

### ตัวอย่าง ผลการคำนวณ และการวิเคราะห์

ในบทนี้จะนำเสนอตัวอย่างการจัดเรียงบัสในสถานีไฟฟ้าพร้อมทั้งแสดงผลการคำนวณ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่างๆ นอกจากนี้จะแสดงผลการศึกษาของความไว (Sensitivity) ของความไม่พร้อมมูลที่มีต่อการจัดเรียงบัสชนิดต่างๆกัน และท้ายที่สุดจะทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าว

#### 5.1 ตัวอย่างระบบการจัดเรียงบัสในสถานีไฟฟ้าและข้อมูลทางสถิติของอุปกรณ์

ตัวอย่างระบบการจัดเรียงบัสที่จะทำการจำลองเหตุการณ์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

1. Single bus
2. Single sectionalized bus
3. Main & transfer bus
4. Ring bus
5. Double bus - double breaker
6. Breaker & a half

รายละเอียดการจัดเรียงบัสทั้ง 6 ชนิดข้างต้นได้นำมาแสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ทั้งนี้จะสังเกตเห็นได้ว่าตัวอย่างที่นำแสดงเหล่านี้ประกอบด้วยการจ่ายพลังงานทางด้านขาเข้า 2 ทาง ส่วนการจ่ายโหลดด้านขาออกก็มีอยู่ 2 ทางเช่นกัน สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับสถิติการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดนำเสนอไว้ดังตารางที่ 5.1 [4]

ตารางที่ 5.1 ค่าสถิติการทำงานของอุปกรณ์

ชนิดอุปกรณ์	เซอร์กิตเบรกเกอร์	หม้อแปลง	บัสบาร์
$\lambda$ (ครั้งต่อปี)	0.02	0.10	0.024
r (ชั่วโมง)	3.0	50	2.0
$\lambda_a$ (ครั้งต่อปี)	0.01	0.10	0.024
s (ชั่วโมง)	1.0	-	-
Pc (ความน่าจะเป็น)	0.06	-	-

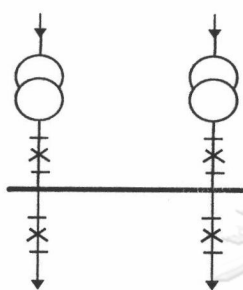
โดย  $P_c = \frac{\text{จำนวนครั้งที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ล้มเหลวเมื่อต้องทำงาน}}{\text{จำนวนครั้งที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องทำงาน}}$

$\lambda$  คือ อัตราการล้มเหลวรวม

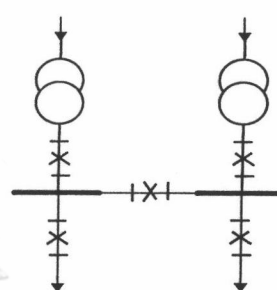
$r$  คือ ระยะเวลาในการซ่อมรวม

$\lambda_a$  คือ อัตราการล้มเหลวแบบแอกทีฟ

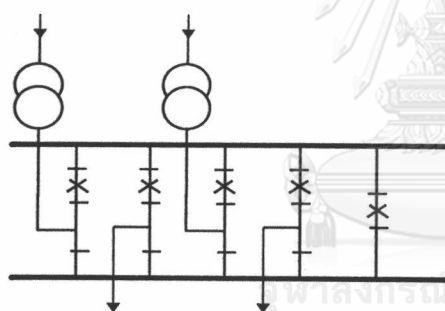
$s$  คือ ระยะเวลาในการสวิตชิง



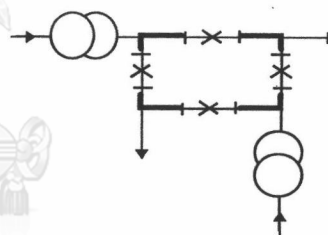
ก) Single bus



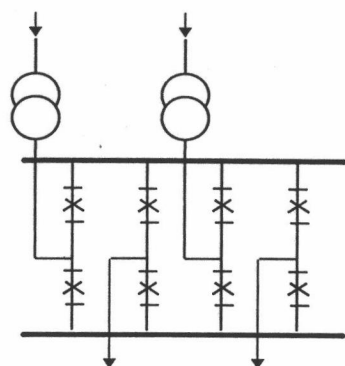
ข) Single sectionalized bus



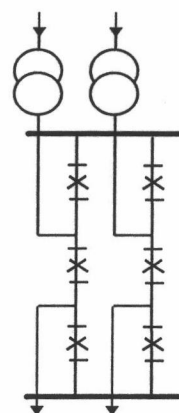
ค) Main & transfer bus



ง) Ring bus



จ) Double bus - double breaker



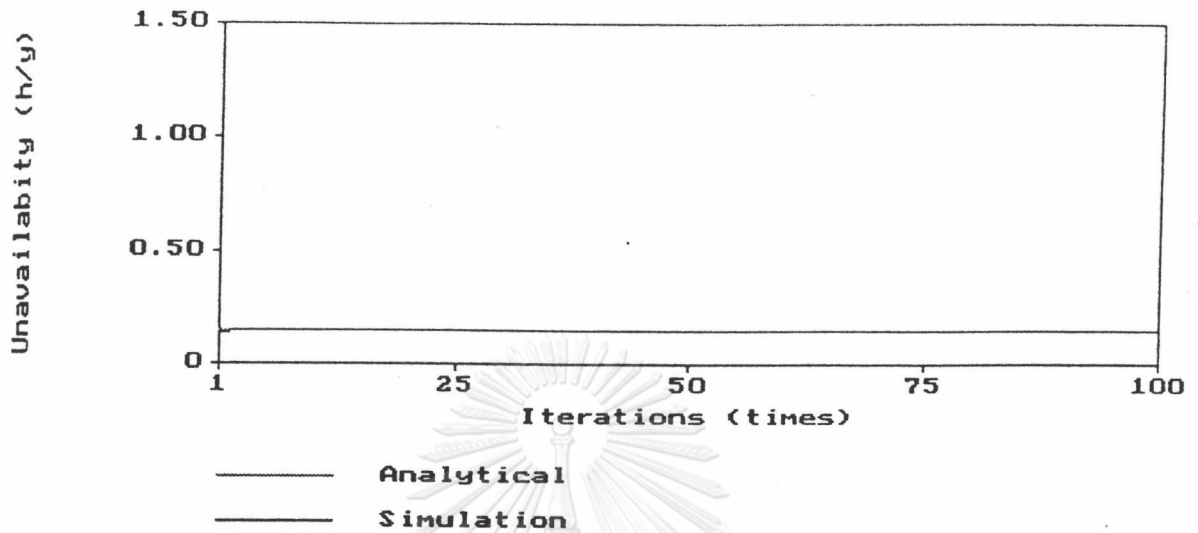
ฉ) Breaker & a half

รูปที่ 5.1 ระบบการจัดเรียงบัสชนิดต่างๆ

## 5.2 ผลการจำลองเหตุการณ์

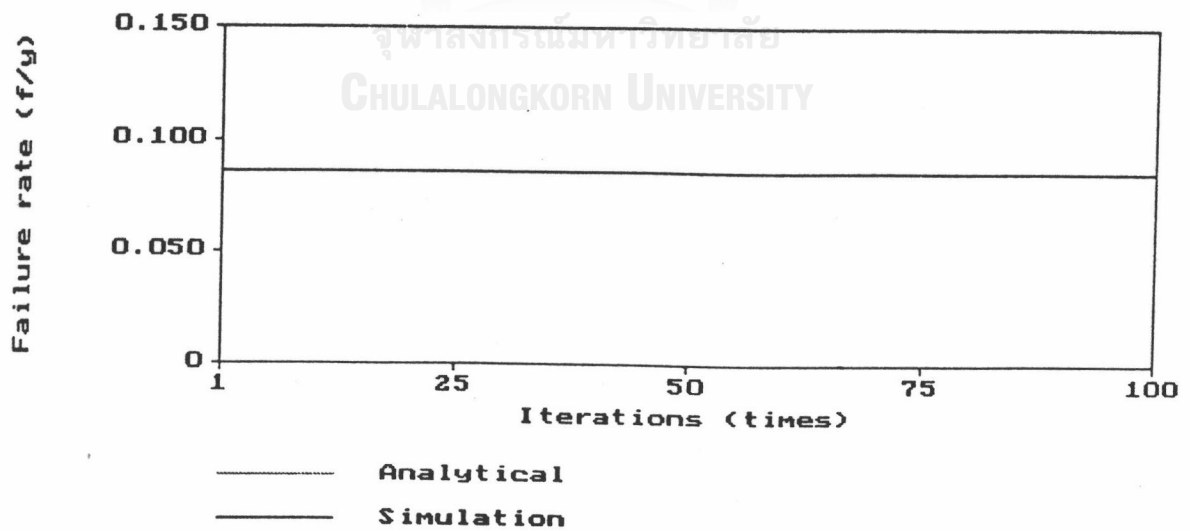
ผลการจำลองเหตุการณ์ของแต่ละระบบได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่ 5.7 ในแต่ละระบบจะมีการแสดงกราฟการลู่เข้าของค่าความไม่พร้อมมูล อัตราการล้มเหลว และระยะเวลาการซ่อมแซม ซึ่งค่าเหล่านี้ถือเป็นค่าดัชนีเบื้องต้นอันนำไปสู่การคำนวณค่าดัชนีอื่น ๆ เช่น ค่าความพร้อมมูล ระยะเวลาทำงานเฉลี่ย ระยะเวลาวัฏจักร ความถี่ของการล้มเหลว อัตราการซ่อมแซม เป็นต้น ซึ่งได้สรุปรวมไว้ในส่วนสุดท้ายของการแสดงผล จากรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกของการวนรอบการทำงานค่าที่คำนวณได้จะยังไม่แน่นอน กล่าวคือ จะมีการแกว่งตัวหรือมีค่าห่างจากค่าที่แท้จริง แต่เมื่อทำการวนซ้ำหลาย ๆ รอบค่าที่ต้องการก็จะลู่เข้าสู่ค่าตอบหรือมีการแกว่งตัวน้อยลง จะสังเกตได้จากรูปที่ 5.2 ก)-ง) ว่าระบบ Single bus จะมีการแกว่งของกราฟน้อยเนื่องจากระบบนี้ความเสี่ยงค่อนข้างสูงด้วยสาเหตุที่ว่า การล้มเหลวของอุปกรณ์เพียงตัวเดียว จะส่งผลถึงจุดโหลดที่สนใจอย่างมาก ซึ่งเหตุการณ์ที่อุปกรณ์จะล้มเหลวเพียงตัวเดียวแล้วทำให้จุดโหลดล้มเหลวตามมีอยู่หลายเหตุการณ์ ถ้าเทียบกับเหตุการณ์ที่อุปกรณ์ต้องล้มเหลวหลายตัวพร้อมกันแล้วจึงทำให้ระบบรวมล้มเหลว ประกอบกับจำนวนอุปกรณ์มีจำนวนน้อย ดังนั้นการที่สู่มการล้มเหลวของอุปกรณ์จึงเป็นเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงกับการล้มเหลวของระบบ

$$U \text{ (Analytical)} = 0.15292279 \text{ h/y}$$



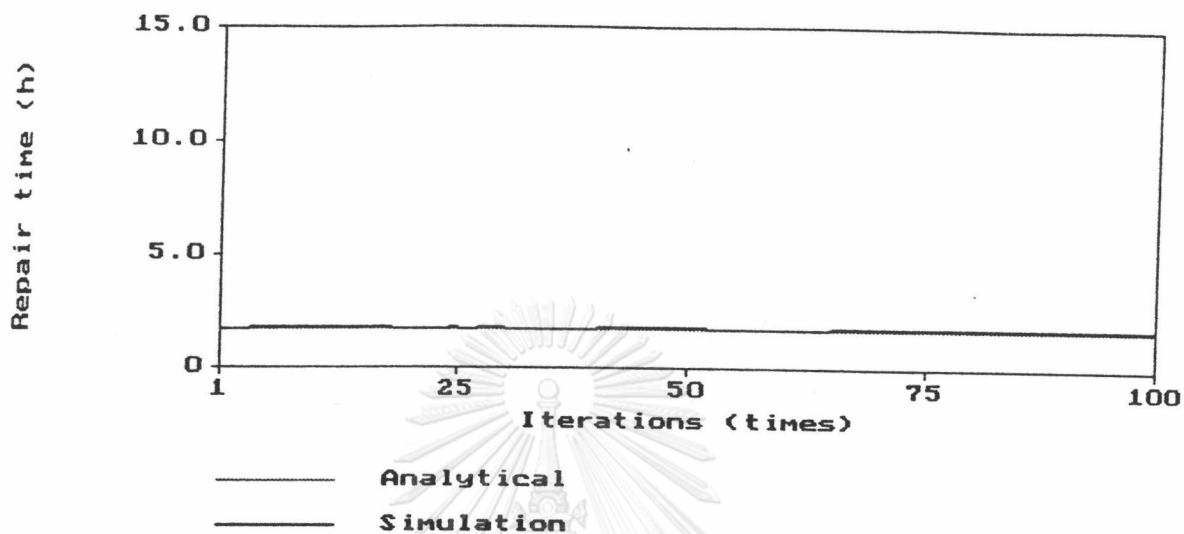
ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single bus

$$\text{Failure rate (Analytical)} = 0.086139 \text{ f/y}$$



ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single bus

Repair time (Analytical) = 1.775310 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single bus

From simulations:

Unavailability = 0.0001788 (prob)

จพาลงกรณัฒนัภยาลั (h/y)

Failure rate = 0.086 (f/y)

Repair time = 1.819 (h)

Availability = 0.99998212 (prob)

Mean up time = 11.612 (y)

Cycle time = 11.613 (y)

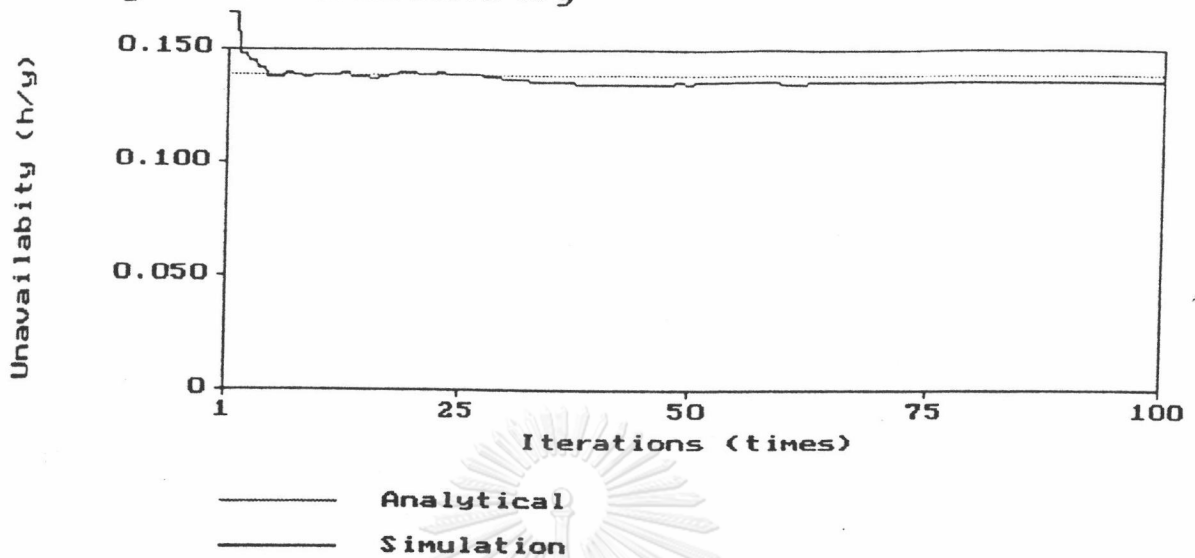
Frequency = 0.086 (1/y)

Repair rate = 0.550 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single bus

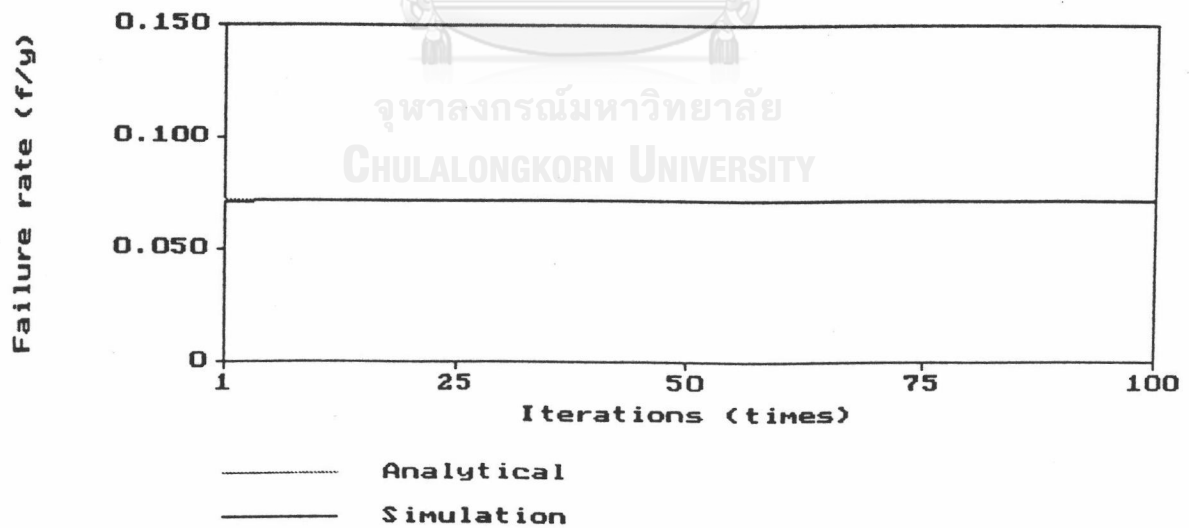
รูปที่ 5.2 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single bus

$$U \text{ (Analytical)} = 0.13963672 \text{ h/y}$$



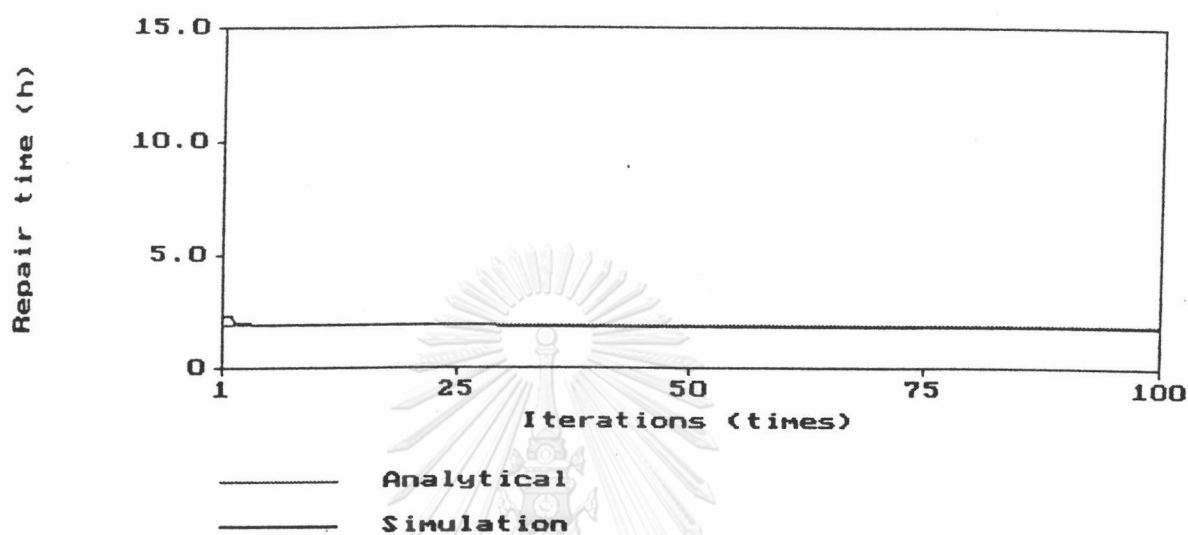
ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single sectionalized bus

$$\text{Failure rate (Analytical)} = 0.072817 \text{ f/y}$$



ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single sectionalized bus

Repair time (Analytical) = 1.917630 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single sectionalized bus

From simulations:

Unavailability = 0.0001567 (prob)

CHULALONGKORN UNIVERSITY = 0.137 (h/y)

Failure rate = 0.073 (f/y)

Repair time = 1.879 (h)

Availability = 0.99998439 (prob)

Mean up time = 13.743 (y)

Cycle time = 13.743 (y)

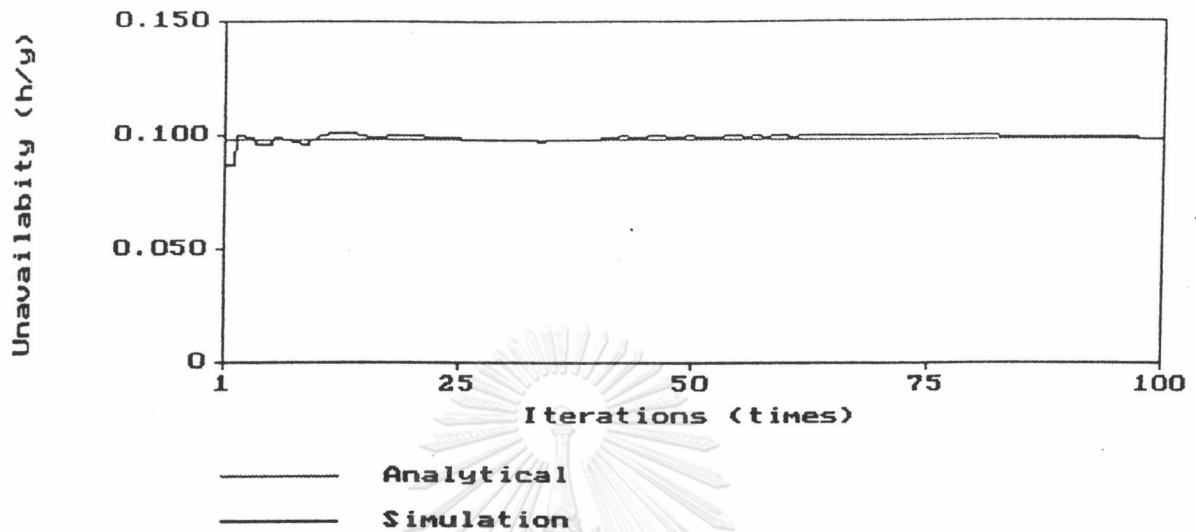
Frequency = 0.073 (1/y)

Repair rate = 0.532 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single sectionalized bus

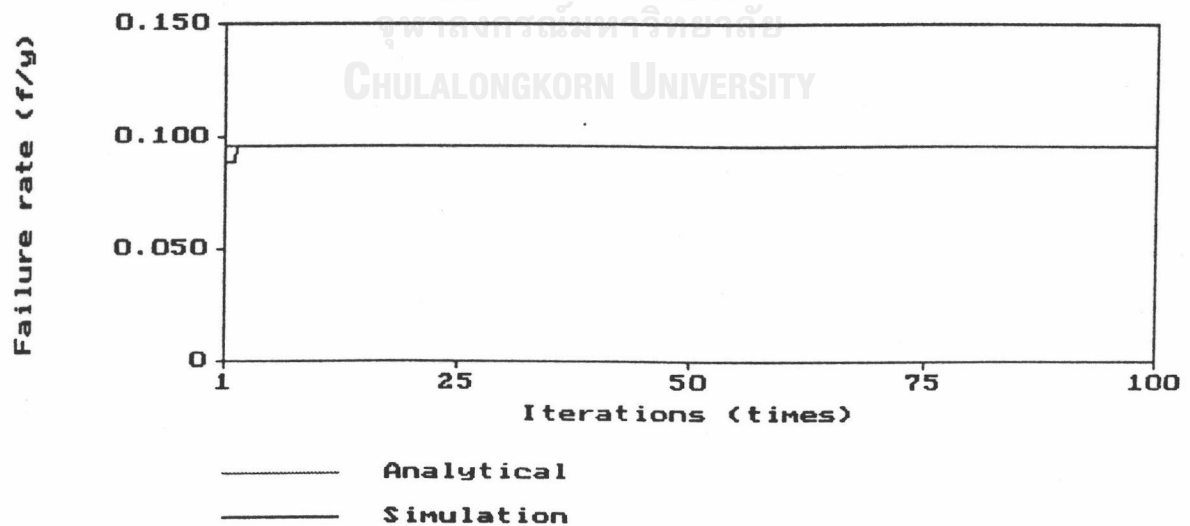
รูปที่ 5.3 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Single sectionalized bus

$U$  (Analytical) = 0.09885438 h/y



ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Main & transfer bus

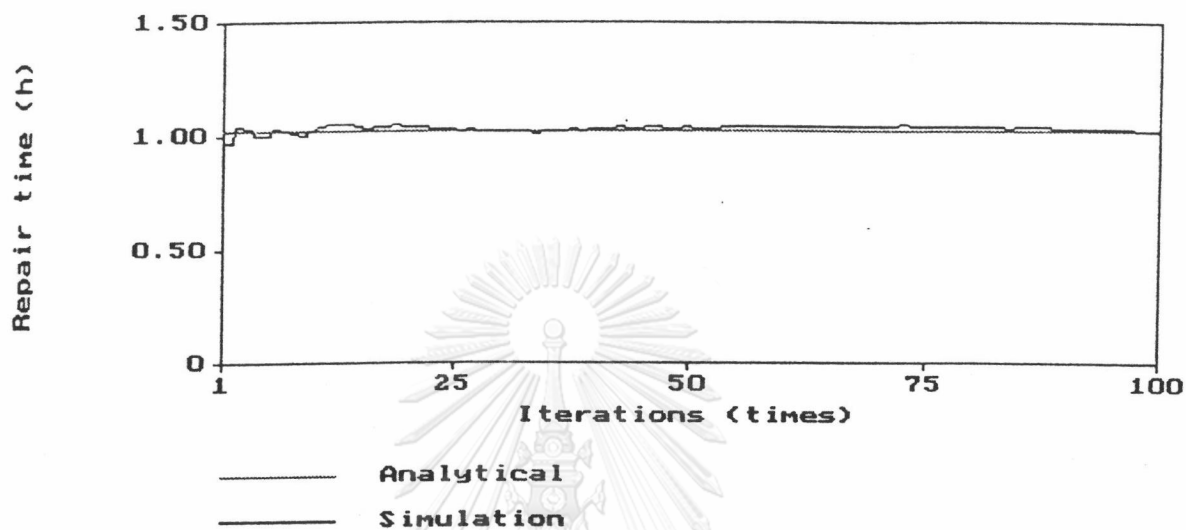
Failure rate (Analytical) = 0.096115 f/y



ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Main & transfer bus



Repair time (Analytical) = 1.028499 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Main & transfer bus

From simulations:

Unavailability = 0.0001128 (prob)

CHULALONGKORN UNIVERSITY  
= 0.099 (h/y)

Failure rate = 0.096 (f/y)

Repair time = 1.029 (h)

Availability = 0.99998872 (prob)

Mean up time = 10.417 (y)

Cycle time = 10.417 (y)

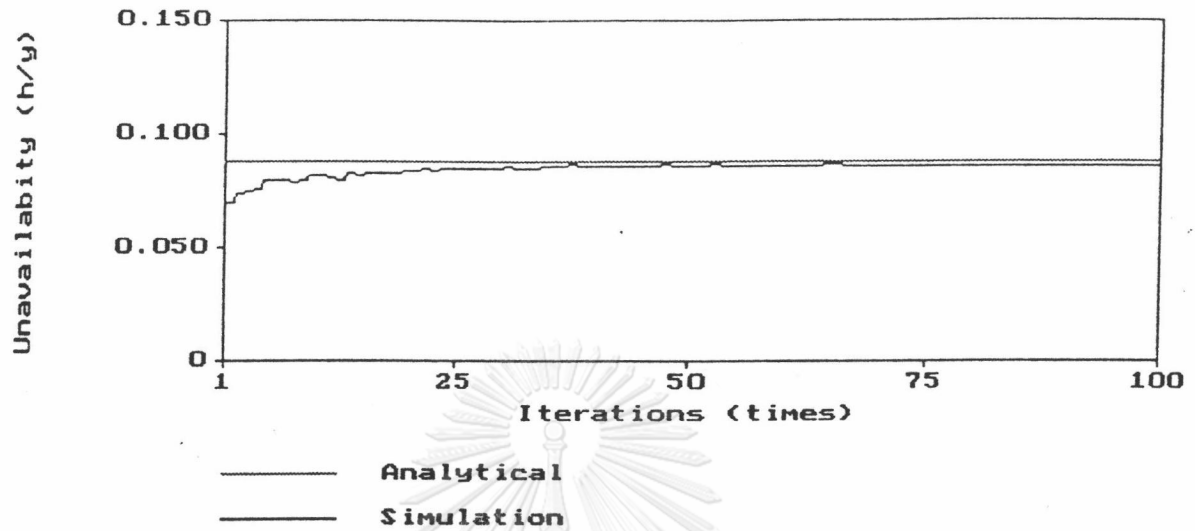
Frequency = 0.096 (1/y)

Repair rate = 0.972 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Main & transfer bus

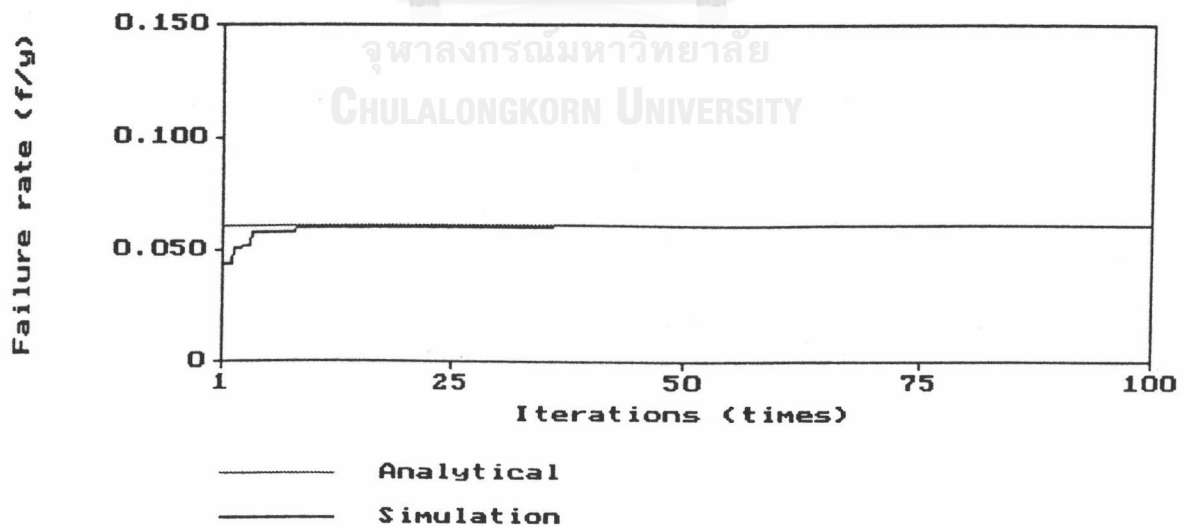
รูปที่ 5.4 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Main & transfer bus

$$U \text{ (Analytical)} = 0.08819001 \text{ h/y}$$



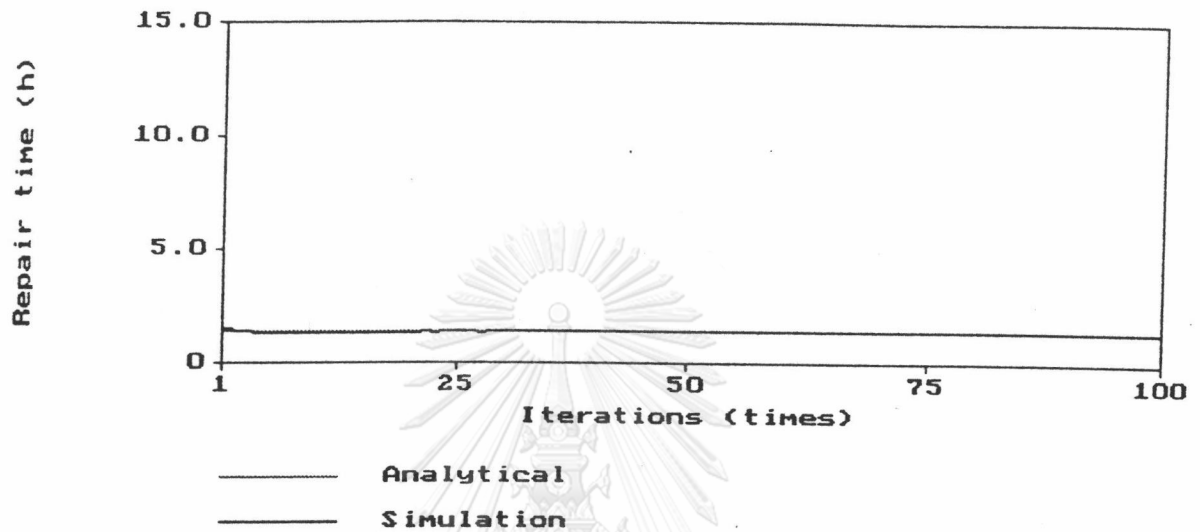
ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Ring bus

$$\text{Failure rate (Analytical)} = 0.061424 \text{ f/y}$$



ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Ring bus

Repair time (Analytical) = 1.435764 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Ring bus

From simulations:

Unavailability = 0.00000982 (prob)

จ. พาลงกรรณั วิทยาลัย  
Failure rate = 0.086 (h/y)

Failure rate = 0.061 (f/y)

Repair time = 1.401 (h)

Availability = 0.99999018 (prob)

Mean up time = 16.288 (y)

Cycle time = 16.288 (y)

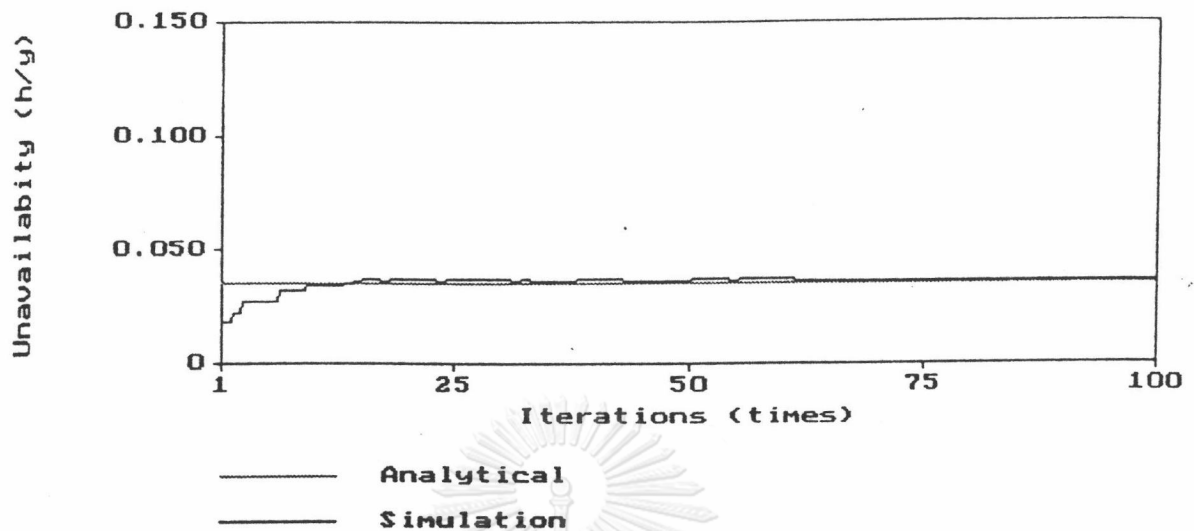
Frequency = 0.061 (1/y)

Repair rate = 0.714 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Ring bus

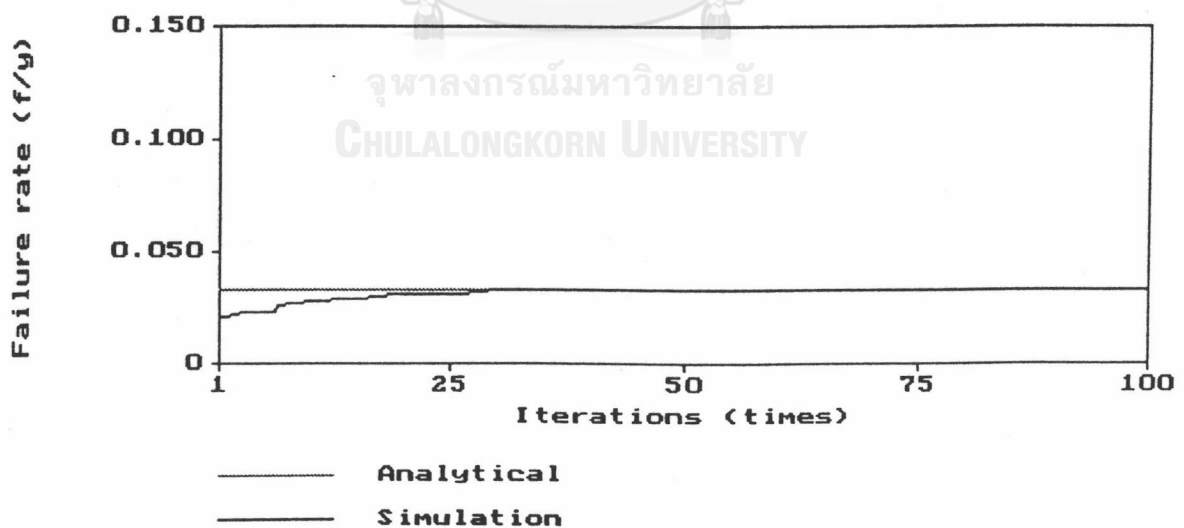
รูปที่ 5.5 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Ring bus

$$U \text{ (Analytical)} = 0.03533521 \text{ h/y}$$



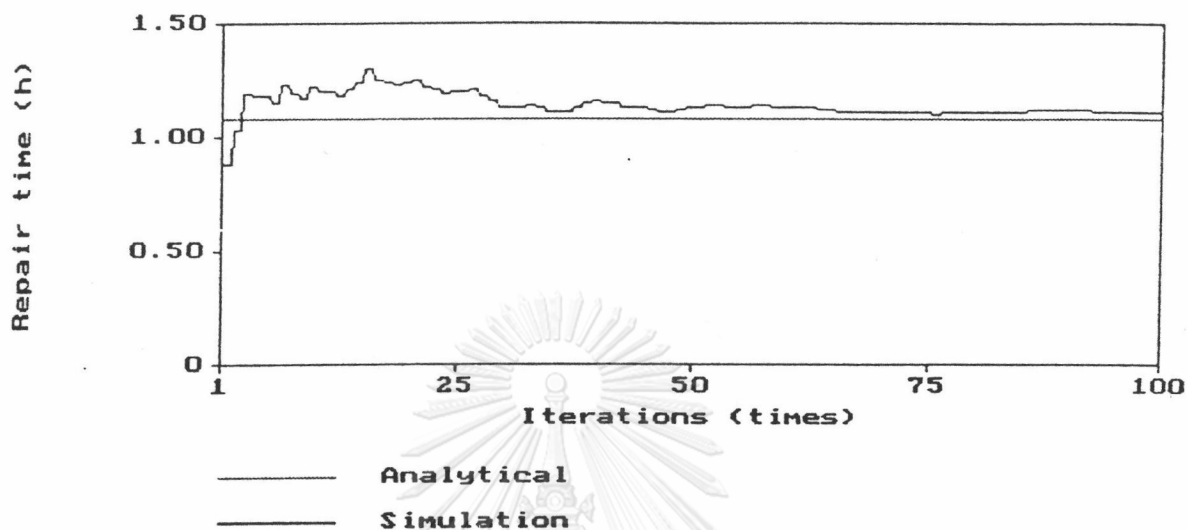
- ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Double bus - Double breaker

$$\text{Failure rate (Analytical)} = 0.032595 \text{ f/y}$$



- ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Double bus - Double breaker

Repair time (Analytical) = 1.084061 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Double bus - Double breaker

From simulations:

Unavailability = 0.00000413 (prob)

จ. พาลงกรณณ์มหาวิทยาลัย  
FAILURE RATE = 0.036 (h/y)

FAILURE RATE = 0.033 (f/y)

Repair time = 1.110 (h)

Availability = 0.99999587 (prob)

Mean up time = 30.680 (y)

Cycle time = 30.680 (y)

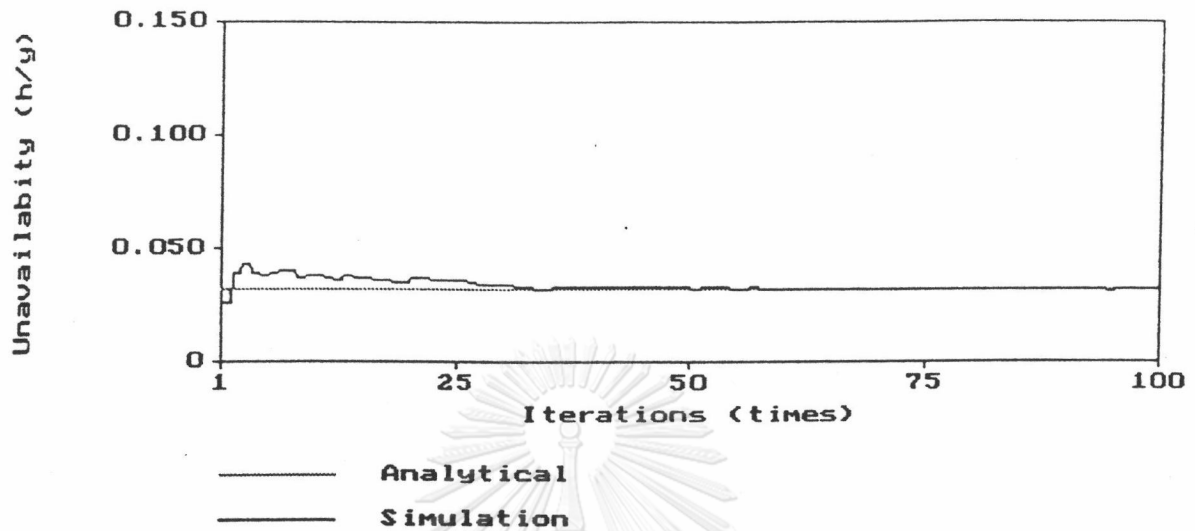
Frequency = 0.033 (1/y)

Repair rate = 0.901 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Double bus - double breaker

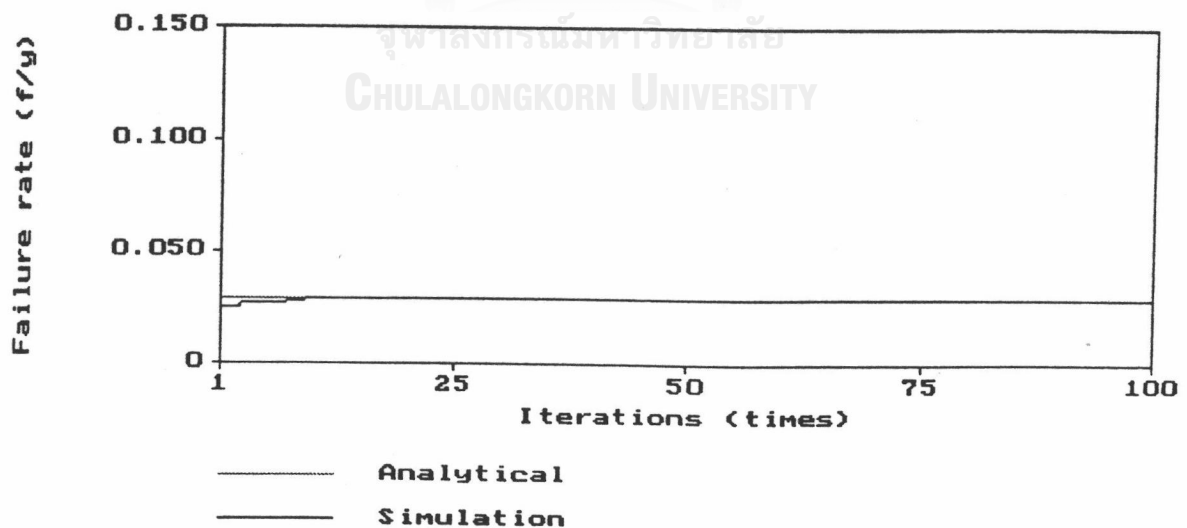
รูปที่ 5.6 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Double bus - Double breaker

$$U \text{ (Analytical)} = 0.03269544 \text{ h/y}$$



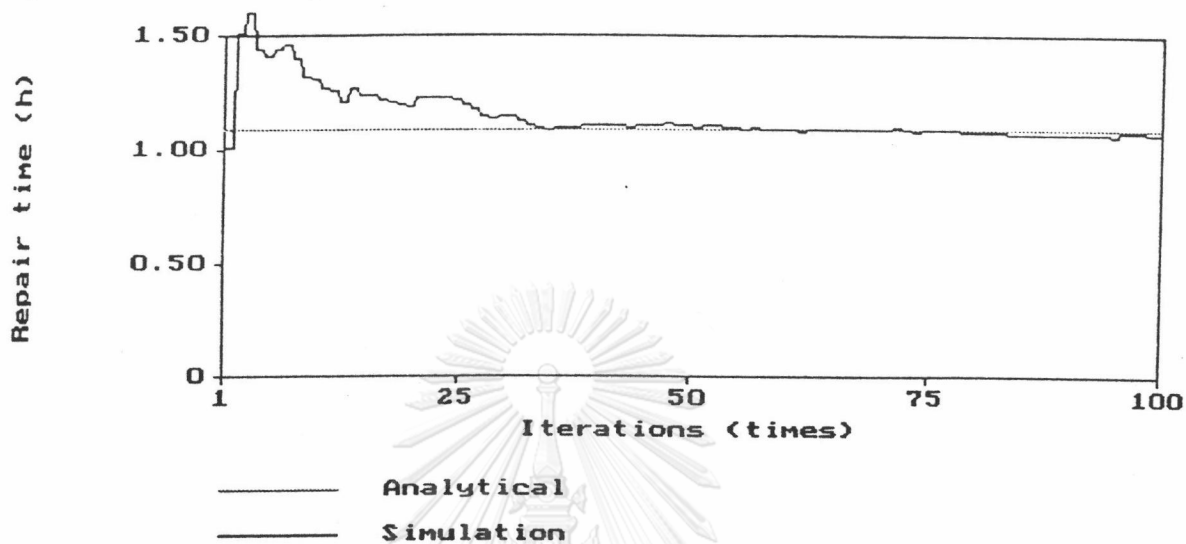
ก) กราฟแสดงผลค่าความไม่พร้อมมูลจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Breaker & a half

$$\text{Failure rate (Analytical)} = 0.029955 \text{ f/y}$$



ข) กราฟแสดงผลค่าอัตราการล้มเหลวจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Breaker & a half

Repair time (Analytical) = 1.091476 h



ค) กราฟแสดงผลระยะเวลาการซ่อมแซมจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Breaker & a half

From simulations:

Unavailability = 0.00000367 (prob)  
= 0.032 (h/y)

Failure rate = 0.030 (f/y)

Repair time = 1.073 (h)

Availability = 0.99999633 (prob)

Mean up time = 33.384 (y)

Cycle time = 33.384 (y)

Frequency = 0.030 (1/y)

Repair rate = 0.932 (1/h)

ง) สรุปรวมค่าดัชนีต่างๆจากการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Breaker & a half

รูปที่ 5.7 การแสดงผลการจำลองเหตุการณ์ของระบบ Breaker & a half

ผลจากการคำนวณโดยวิธีการจำลองเหตุการณ์ทั้ง 6 ระบบนี้ได้สรุปไว้ในตารางที่ 5.2 และแสดงด้วยแผนภูมิแท่งในรูปที่ 5.8 ถึงรูปที่ 5.11

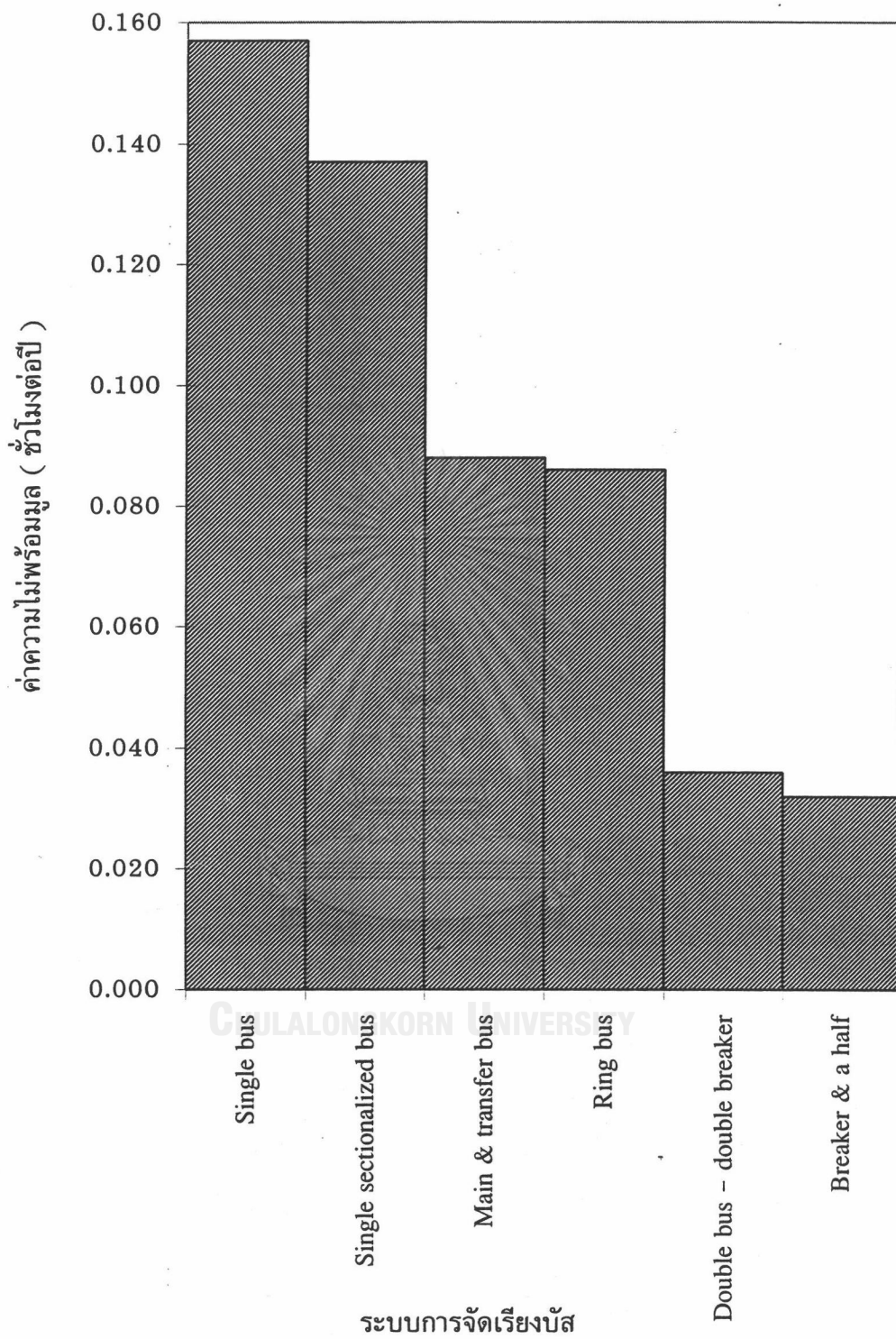
รูปที่ 5.8 แสดงถึงค่าความไม่พร้อมมูลของระบบต่าง ๆ ซึ่งจะพบว่าระบบ Single bus จะมีค่าความไม่พร้อมมูลสูงที่สุด เนื่องจากเหตุการณ์ล้มเหลวที่เกิดจากอุปกรณ์เพียงตัวเดียว มีผลต่อการส่งจ่ายพลังงานของระบบทันที เช่น การล้มเหลวที่บัส หรือการลัดวงจรของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ การล้มเหลวที่จุดโหลดอื่นก็อาจมีผลกระทบต่อจุดโหลดที่สนใจได้สูง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อบัสซึ่งต่อเชื่อมอยู่กับทุกจุดโหลด นอกจากนี้ระบบดังกล่าวยังไม่สามารถที่จะเปลี่ยนเส้นทางจ่ายไฟ หรือทำการสวิตชิงได้เมื่อเกิดเหตุขัดข้อง



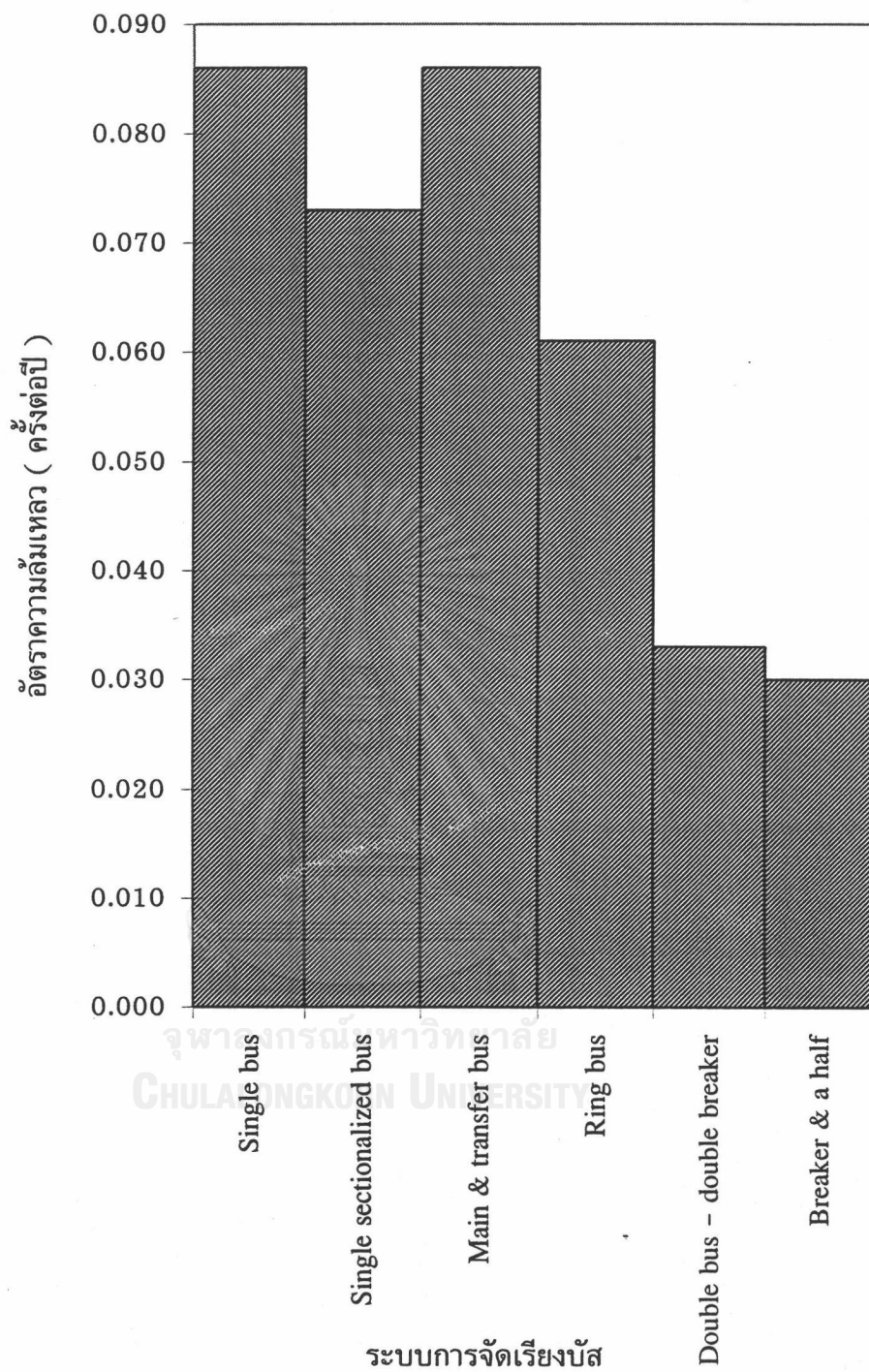


ตารางที่ 5.2 แสดงค่าดัชนีต่างๆโดยอัตราการล้มเหลวของอุปกรณ์เป็นไปตามที่กำหนด

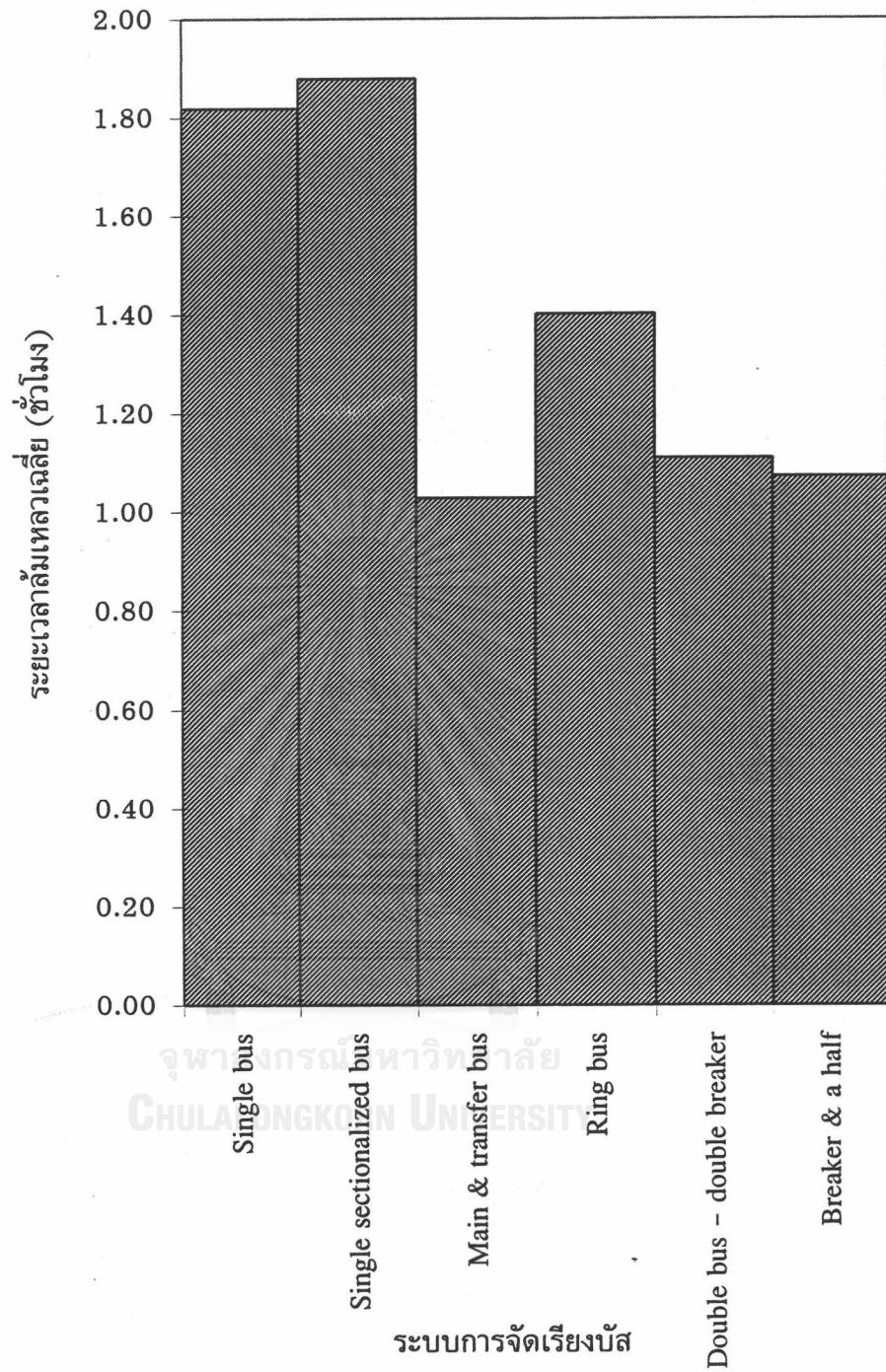
ระบบ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อรวมขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ	(พิกัดขบวนรถ)	ขั้วต่อขบวนรถ
Single bus	0.00001788	0.157	0.086	1.819	0.99998212	11.612	11.613	0.086	0.550					
Single sectionalized bus	0.00001561	0.137	0.073	1.879	0.99998439	13.743	13.743	0.073	0.532					
Main & transfer bus	0.00001128	0.099	0.096	1.029	0.99998872	10.417	10.417	0.096	0.972					
Ring bus	0.00000982	0.086	0.061	1.401	0.99999018	16.288	16.288	0.061	0.714					
Double bus - double breaker	0.00000413	0.036	0.033	1.110	0.99999587	30.680	30.680	0.033	0.901					
Breaker & a half	0.00000367	0.032	0.030	1.073	0.99999633	33.384	33.384	0.030	0.932					



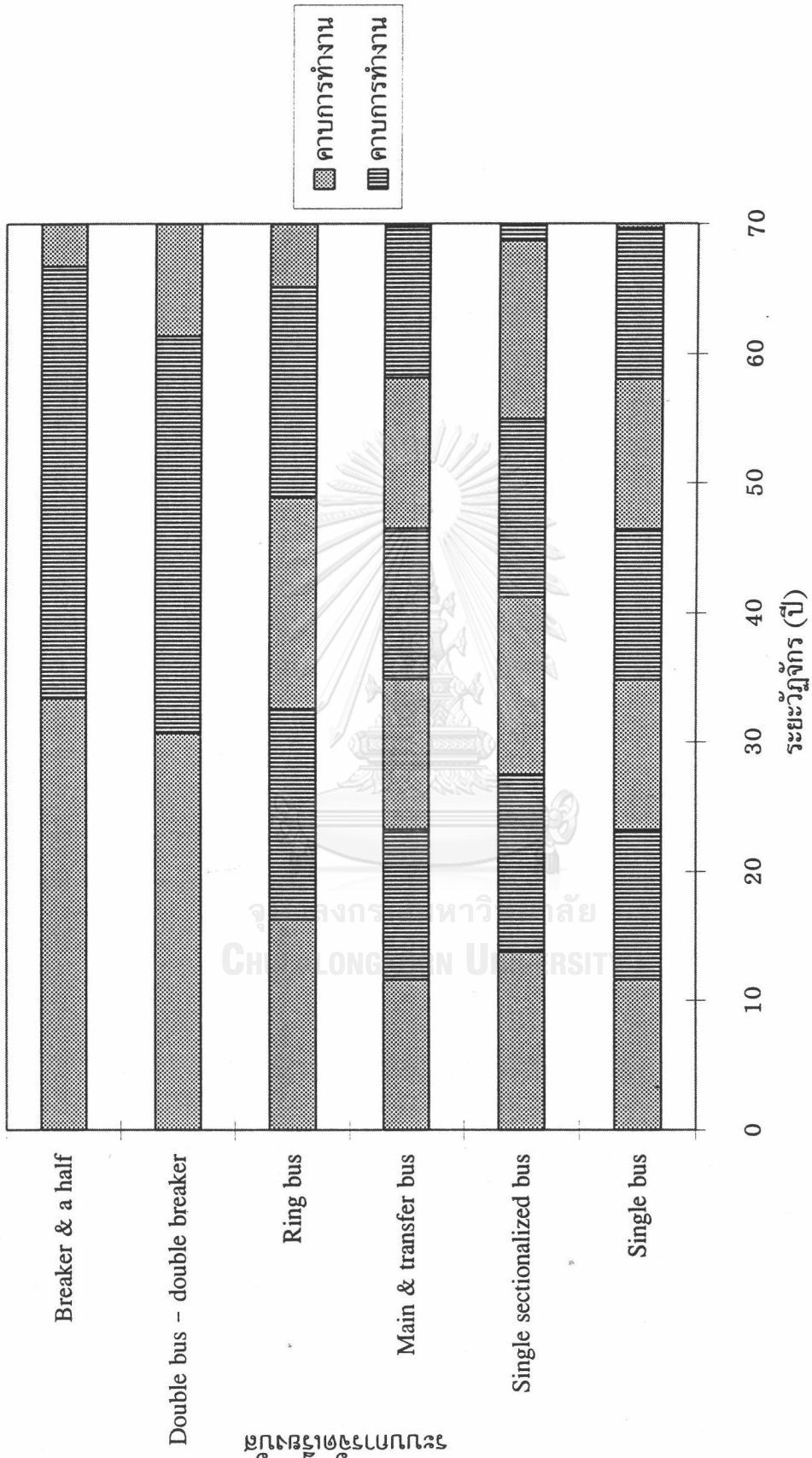
รูปที่ 5.8 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความไม่พร้อมมูลของระบบต่างๆ



รูปที่ 5.9 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราการล้มเหลวของระบบต่างๆ



รูปที่ 5.10 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาล้มเหลวเฉลี่ยของระบบต่างๆ



รูปที่ 5.11 วัฏจักรในการทำงานของระบบต่างๆ

ในระบบ Single sectionalized bus จะมีค่าความไม่พร้อมมูลต่ำรองลงมาจากระบบ Single bus เนื่องจากการที่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ชั้นเชื่อมระหว่างจุดบัส ทำให้สามารถเปิดวงจรที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวดังกล่าวเพื่อแยกจุดบัสที่ขัดข้องออก ทำให้ความเสี่ยงในการขัดข้องของจุดโหลดที่พิจารณาตกลงและการขยายหรือซ่อมแซมระบบก็ไม่กระทบต่อจุดโหลดที่สนใจ อย่างไรก็ตามเส้นทางที่ให้เลือกยังมีน้อย

ระบบ Main & transfer bus มีค่าความไม่พร้อมมูลต่ำถัดลงมา จากการจัดเรียงบัสทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวข้างต้นการล้มเหลวที่บัสหลักของระบบนี้ยังคงทำให้จุดโหลดล้มเหลว เพราะในภาวะปกติจะจ่ายไฟผ่านบัสหลักเพียงบัสเดียว แต่ส่วนที่ทำให้ความเชื่อถือได้ของระบบนี้ดีขึ้นก็คือเมื่อเกิดการขัดข้องที่บัสหลักแล้วก็ยังสามารถเปลี่ยนเส้นทางไปใช้สำรองได้

ระบบ Ring bus มีค่าความไม่พร้อมมูลดีกว่า Main & transfer bus ระบบ Ring bus นี้มีการจ่ายไฟในลักษณะขนานให้กับจุดโหลดในภาวะปกติดังนั้นความเชื่อถือได้จึงดีขึ้น การล้มเหลวที่จุดโหลดหนึ่ง ๆ จะส่งผลกระทบต่อจุดโหลดข้างเคียงน้อยลง แต่หากจุดโหลดถูกตัดออกไปแล้วทำให้การจ่ายไฟไปยังจุดโหลดที่พิจารณาอาจเป็นไปได้ในลักษณะของอนุกรมหรือคล้าย ๆ ลักษณะของระบบ Single bus

ระบบ Double bus - double breaker เป็นระบบที่มีความเชื่อถือได้สูง ระบบนี้มีลักษณะการจ่ายไฟในลักษณะคู่ขนานผ่านบัสทั้งสอง ถึงแม้จะมีการตัดจุดโหลดบางจุดออกก็ยังคงจ่ายไฟในลักษณะคู่ขนานอยู่ แต่หากเกิดกรณีที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ป้องกันจุดโหลดค้างไม่ตัดวงจรตามที่ควรจะเป็นก็จะทำให้ความเสี่ยงเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากการค้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวดังกล่าวจะส่งผลทำให้จุดโหล่นั้นเชื่อมต่อโดยตรงกับบัสด้านเดียวกับที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวที่ค้างนี้ ซึ่งทำให้จุดโหลดล้มเหลวได้ การเกิดกรณีลัดวงจรที่ตัวบัสหรืออุปกรณ์อื่นที่ติดกับบัสจะทำให้จุดโหลดล้มเหลวเช่นนี้ถือเป็นจุดอ่อนของระบบนี้ ซึ่งกรณีระบบนี้อุปกรณ์ที่อยู่ติดกับบัสมีอยู่หลายตัว

ระบบ Breaker & a half เป็นระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงอีกระบบหนึ่ง เนื่องจากลักษณะที่คล้าย ๆ กับการจ่ายในระบบ Double bus - double breaker ระบบนี้มีขาเข้าที่อยู่ใกล้กับขาออก ทำให้ความเสี่ยงที่เกิดเนื่องจากต้องจ่ายไฟผ่านอุปกรณ์หลาย ๆ ตัวลดลง การค้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ติดกับจุดโหลดโดยเฉพาะเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวที่อยู่ตรงกลางจะไม่ทำให้จุดโหลดกับบัสเชื่อมต่อถึงกันโดยตรงซึ่งต่างจากกรณีของระบบ Double bus - double breaker เนื่องจากยังคงมีเซอร์กิตเบรกเกอร์อีกตัวหนึ่งกั้นขวางระหว่างบัสกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวที่ค้าง

การพิจารณาค่าความไม่พร้อมมูลจากแผนภูมิแท่งในรูปที่ 5.8 เป็นการพิจารณาภาพโดยรวมของความเชื่อถือได้ ในรูปที่ 5.9 และ 5.10 เป็นการพิจารณาถึงอัตราการล้มเหลวและระยะเวลาล้มเหลวเฉลี่ยตามลำดับ ปริมาณทั้ง 2 ค่านี้ยังไม่ถือเป็นตัวแทนของความเชื่อถือได้ ดีนัก เนื่องจากระบบที่มีอัตราการล้มเหลวต่ำคือ ล้มเหลวไม่บ่อย แต่หากการล้มเหลวในแต่ละครั้งใช้เวลานานความเชื่อถือได้ก็อาจจะต่ำลงได้ ส่วนระบบที่ล้มเหลวบ่อยครั้งแต่การล้มเหลวในแต่ละครั้งใช้เวลาไม่มากก็อาจจะทำให้ความเชื่อถือได้สูงได้ สำหรับระบบที่ล้มเหลวไม่บ่อยและระยะเวลาล้มเหลวไม่นานก็จะยิ่งทำให้ความเชื่อถือได้สูง ตัวอย่างเช่น ระบบ Double bus - double breaker และระบบ Breaker & a half ส่วนระบบที่ล้มเหลวบ่อยและระยะเวลาล้มเหลวแต่ละครั้งใช้เวลานานก็จะยิ่งทำให้ความเชื่อถือได้ลดต่ำลง ตัวอย่างในกรณีนี้เช่นระบบ Single bus และระบบ Single sectionalized bus

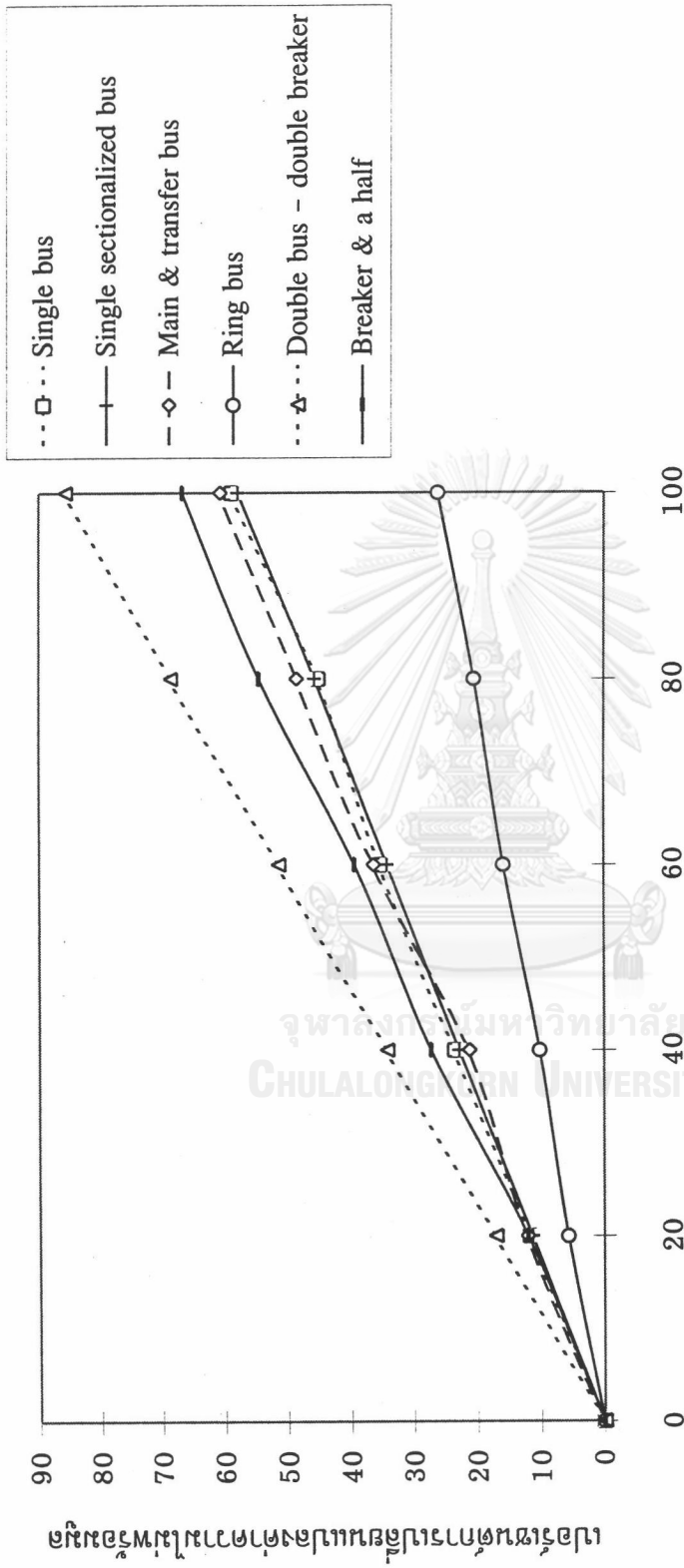
ในรูปที่ 5.11 แสดงระยะเวลาวัฏจักรของแต่ละระบบ ซึ่งในระหว่างคาบการทำงานจะถูกขึ้นด้วยระยะเวลาที่ระบบล้มเหลว แต่เนื่องจากระยะเวลาล้มเหลวดังกล่าวมีน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะเวลาการทำงานของระบบ ดังนั้นจึงสังเกตไม่เห็นเมื่อนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่ง อย่างไรก็ตามจากรูปดังกล่าวก็พอแสดงให้เห็นถึงคาบการทำงานโดยเฉลี่ยของระบบต่าง ๆ ได้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น

จากการประเมินความเชื่อถือได้ข้างต้นนี้ทำให้เราทราบค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ในเชิงปริมาณได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามในสถานีไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทำงานด้วยความเชื่อถือได้ที่ดีก็ต้องอาศัยอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ นี้ และอุปกรณ์แต่ละชนิดนี้จะส่งผลต่อความเชื่อถือได้ของระบบรวมในลักษณะต่าง ๆ กันดังจะศึกษาได้จากการศึกษาความไวต่อไป

### 5.3 การศึกษาความไว (Sensitivity study)

อุปกรณ์แต่ละชนิดจะส่งผลต่อความเชื่อถือได้ของระบบต่างกัน การศึกษาความไวในที่นี้ทำโดยการทดสอบถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการล้มเหลว ระยะเวลาการซ่อมแซม และระยะเวลาการสวิตชิง ของอุปกรณ์แต่ละชนิดด้วยค่าที่เปลี่ยนไปด้วยระดับเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ เทียบกับค่าพื้นฐานซึ่งเป็นค่าที่ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 5.1

ผลการศึกษาความไวของการเปลี่ยนอัตราการล้มเหลวของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีต่อระบบการจัดเรียงบัสชนิดต่าง ๆ ได้นำไว้ในรูปที่ 5.12 จากรูปดังกล่าวนี้พอจะสรุปได้ว่าสำหรับระบบที่ประกอบด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ๆ จะได้รับ



เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้ทองเหลืองของเซอร์กิตเบรกเกอร์

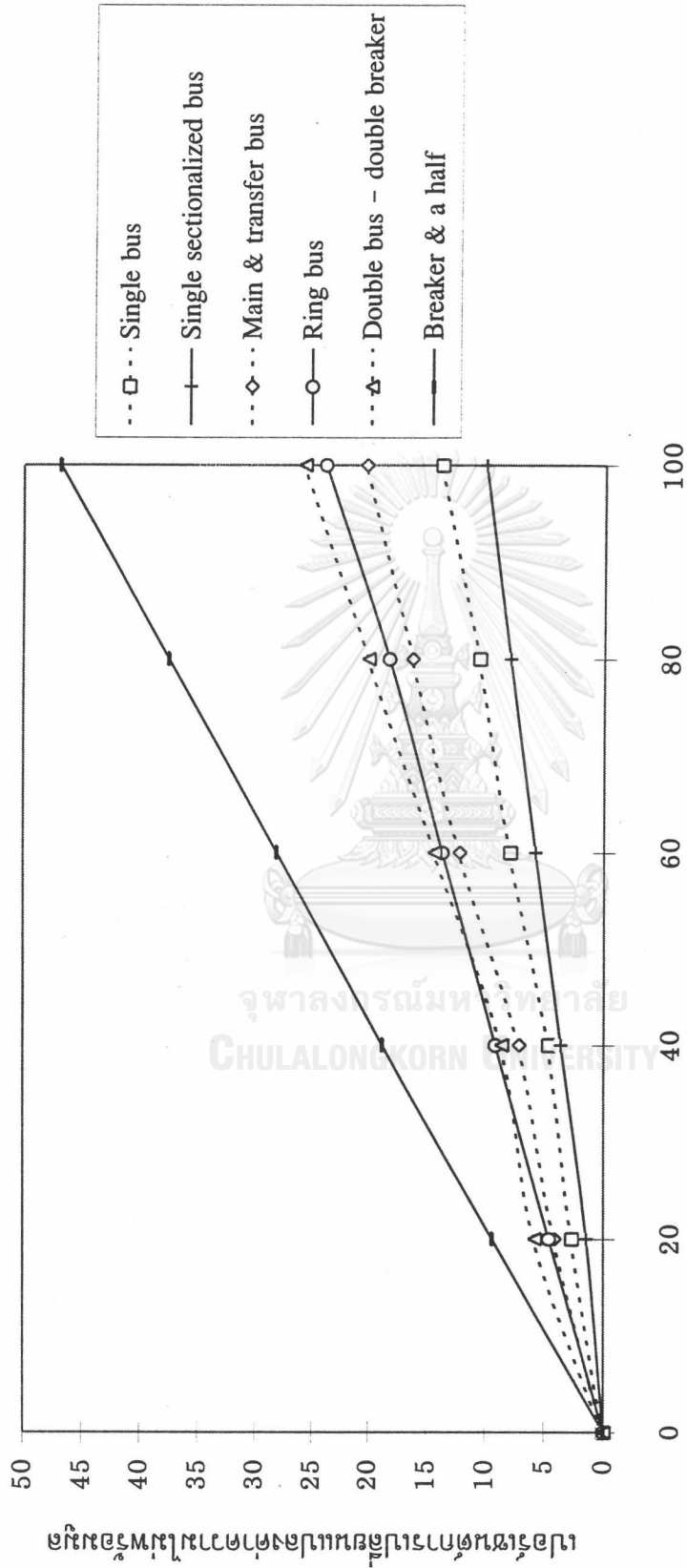
รูปที่ 5.12 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้ทองเหลืองของเซอร์กิตเบรกเกอร์



ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของเซอร์กิตเบรกเกอร์มาก ระบบเหล่านี้ได้แก่ ระบบ Double bus - double breaker ระบบ Breaker & a half ระบบ Main & transfer bus ระบบ Ring bus ระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ Double bus - double breaker ซึ่งมีจำนวนเซอร์กิตเบรกเกอร์มากเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ส่วนระบบ Ring bus จะได้รับผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมาน้อยเนื่องจากมีเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่น้อยเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ข้อสังเกตประการหนึ่งสำหรับระบบ Single bus และระบบ Single sectionalized bus ก็คือ ถึงแม้ระบบทั้ง 2 นี้จะมีจำนวนเซอร์กิตเบรกเกอร์น้อยแต่อุปกรณ์อื่น ๆ ก็มีจำนวนน้อยด้วยจึงทำให้ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของเซอร์กิตเบรกเกอร์มีผลต่อระบบมากขึ้น

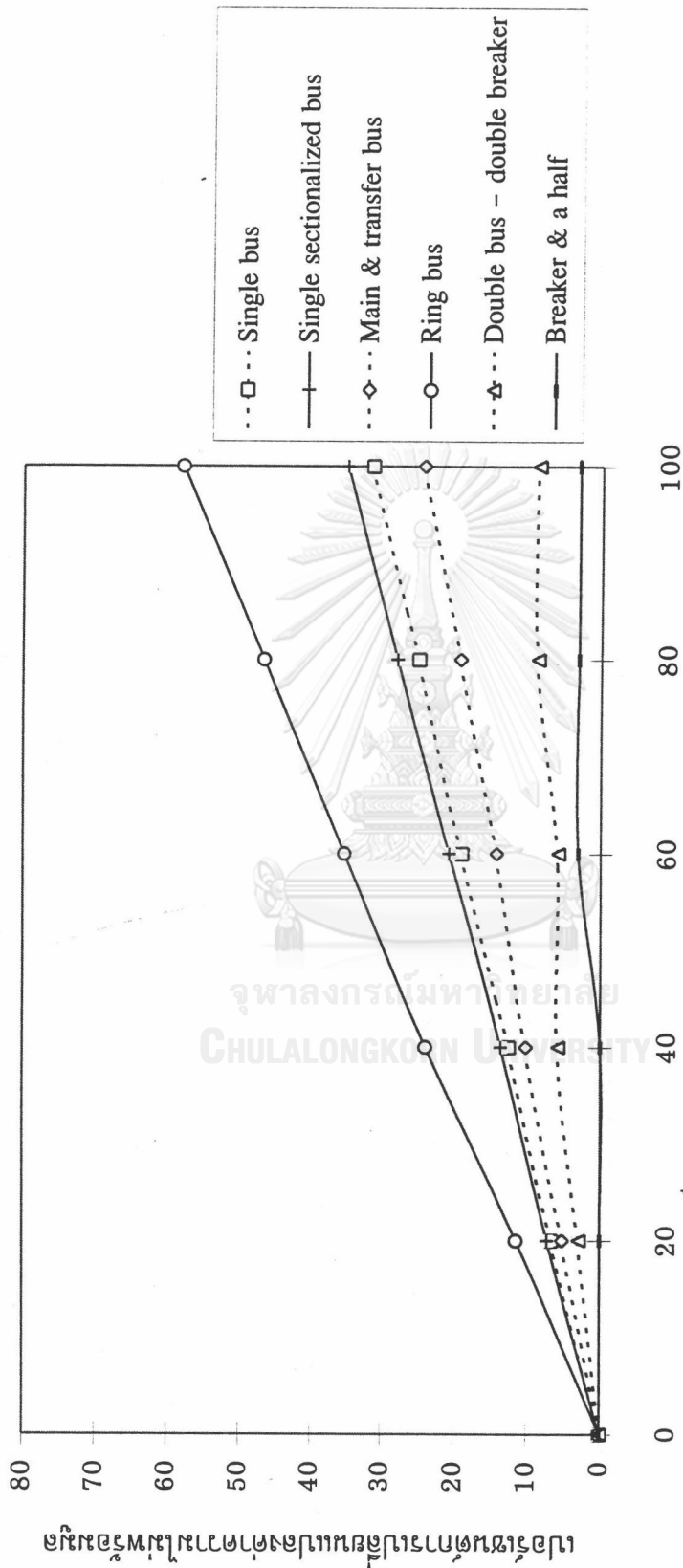
ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของหม้อแปลงแสดงดังรูปที่ 5.13 จะส่งผลกระทบต่อระบบต่างจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ เนื่องจากหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวสูงดังนั้นระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงจะมีความเสี่ยงในการล้มเหลวของระบบมักเกิดจากหม้อแปลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของหม้อแปลงจึงส่งผลกระทบต่อระบบเหล่านี้เป็นอย่างมาก ระบบเหล่านี้ได้แก่ ระบบ Breaker & a half ระบบ Double bus - double breaker half ระบบ Ring bus ระบบ Main & transfer bus โดยเฉพาะระบบ Breaker & a half ที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวต่างจากระบบ Double bus - double breaker มาก เนื่องจากระบบ Breaker & a half นี้มีการจัดวางอุปกรณ์ในลักษณะที่เป็นการลดการล้มเหลวของระบบอันเนื่องมาจากเซอร์กิตเบรกเกอร์จึงทำให้หม้อแปลงกลายเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญขึ้น ซึ่งหากย้อนกลับไปพิจารณารูปที่ 5.12 พบว่าผลการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต่อระบบ Breaker & a half จะน้อยกว่าระบบ Double bus - double breaker จริง ส่วนระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus จะได้รับผลการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของหม้อแปลงน้อยเนื่องจากความเสี่ยงของระบบที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ป้องกันบัสเป็นสำคัญ จึงทำให้หม้อแปลงไม่ใช่อุปกรณ์เด่นมากนักเมื่อเทียบกับเซอร์กิตเบรกเกอร์

ผลการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของบัสบาร์ที่มีต่อระบบแสดงดังรูปที่ 5.14 จากรูปดังกล่าวพบว่า ระบบ Ring bus ได้รับผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตของบัสบาร์มากที่สุดเนื่องจากระบบนี้ประกอบด้วยบัสบาร์อยู่เป็นจำนวนมาก รองลงไปคือระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus เนื่องจากลักษณะการจัดเรียงบัสที่ทำให้การจ่ายพลังงานไฟฟ้าต้องผ่านบัสบาร์ทุกตัวที่มีอยู่ในระบบ ถัดมาคือระบบ Main & transfer bus เนื่องจากถึงแม้ระบบนี้จะเป็นระบบบัสคู่แต่ในภาวะใช้งานปกติจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านบัสหลักเพียงโดยไม่ผ่านบัสรอง อย่างไรก็ตามระบบนี้ยังมีการเลือกเส้นทางได้มากกว่าระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus ส่วนระบบ Double bus - double breaker และระบบ Breaker & a half นั้นจะได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากการ



เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการล้มเหลวของหม้อแปลง

รูปที่ 5.13 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการล้มเหลวของหม้อแปลง



เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราล้มเหลวของบัสบาร์

รูปที่ 5.14 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราล้มเหลวของบัสบาร์

เปลี่ยนแปลงดังกล่าวน้อยเนื่องจากลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ที่อาศัยเซอร์กิตเบรกเกอร์ในการป้องกันการลัมเหลวของบัส โดยเฉพาะระบบ Breaker & a half เนื่องจากระบบนี้มีการป้องกันบัสบาร์ที่ดีซึ่งหากเกิดการลัมเหลวที่จุดโหลดแล้วพบว่ามีเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ป้องกันบัสบาร์หนึ่งถึง 2 ตัวและบัสบาร์อีกตัวหนึ่งอีก 1 ตัว ในขณะที่ระบบ Double bus - double breaker หากเกิดการลัมเหลวที่จุดโหลดจะมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ป้องกันบัสบาร์หนึ่งเพียง 1 ตัวเท่านั้น

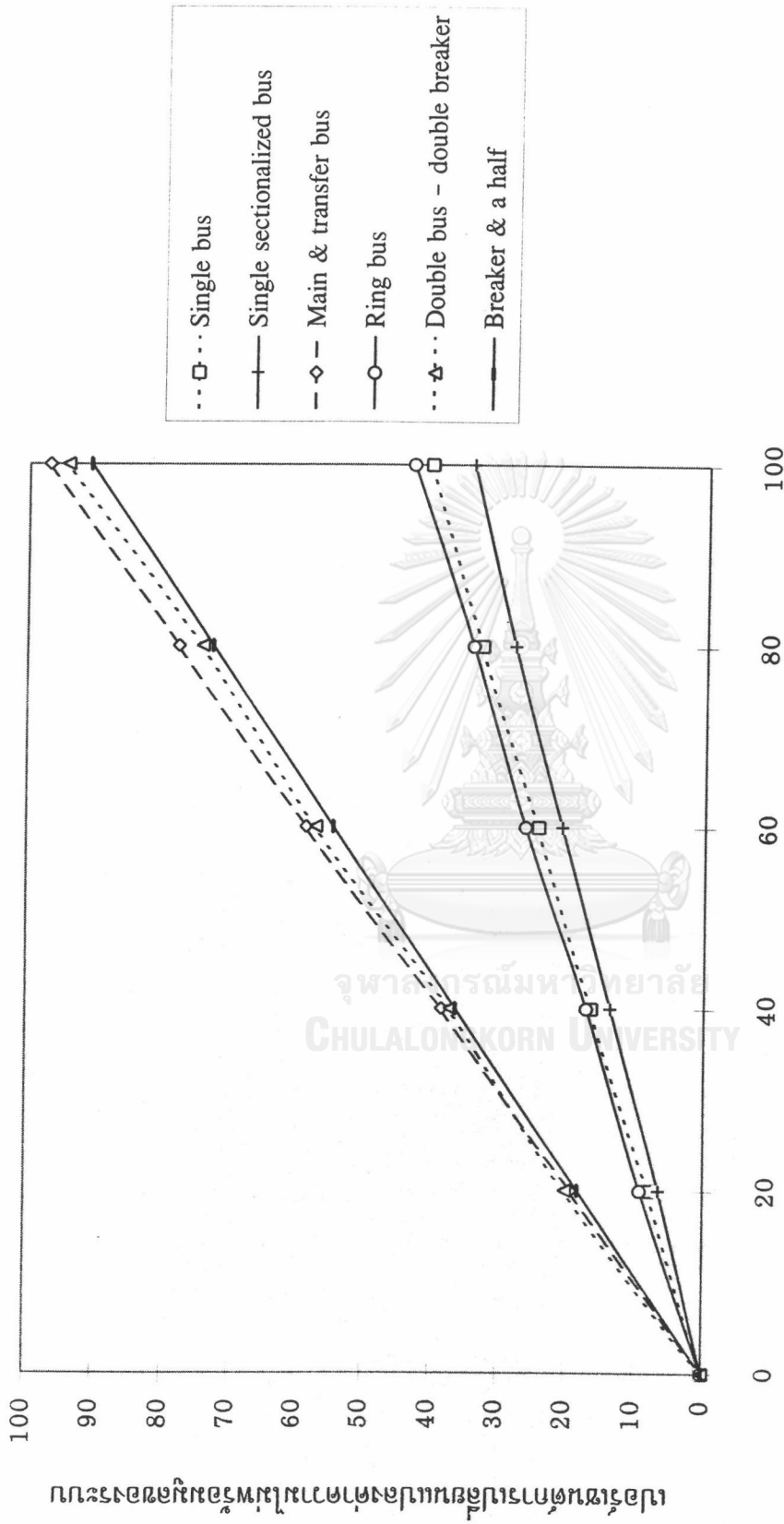
ผลของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการสวิตชิงของเซอร์กิตเบรกเกอร์แสดงดังรูปที่ 5.15 จากรูปดังกล่าวพบว่าระบบที่ได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการสวิตชิงมากได้แก่ระบบ Main & transfer bus ระบบ Double bus - double breaker และระบบ Breaker & a half เนื่องจากระบบเหล่านี้มีเส้นทางใช้งานให้เลือกมากจึงอาศัยประโยชน์จากการสวิตชิงมาก ดังนั้นหากระยะเวลาการสวิตชิงเปลี่ยนแปลงระบบเหล่านี้จึงได้รับผลกระทบมาก ส่วนระบบ Ring bus ระบบ Single bus และระบบ Single sectionalized bus มีเส้นทางให้เลือกใช้งานน้อยทำให้กรณีที่อุปกรณ์ลัมเหลวแล้วระบบลัมเหลวเกิดได้ง่าย ระบบเหล่านี้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากการสวิตชิงมากนัก ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการลัมเหลวของเซอร์กิตเบรกเกอร์จึงมีผลต่อระบบน้อยกว่า

ผลการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการลัมเหลวของเซอร์กิตเบรกเกอร์แสดงดังรูปที่ 5.16 จากรูปดังกล่าวพบว่าระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus จะได้รับผลกระทบดังกล่าวมากเนื่องจากในระหว่างที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ลัมเหลวระบบทั้ง 2 นี้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่นในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ดังนั้นยิ่งระยะเวลาในการลัมเหลวของเซอร์กิตเบรกเกอร์นานระบบก็ยิ่งลัมเวลานาน

ผลการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการลัมเหลวของหม้อแปลงแสดงดังรูปที่ 5.17 จากรูปดังกล่าวพบว่าระบบที่มีความเชื่อถือได้สูง เช่น ระบบ Double bus - double breaker และระบบ Breaker & a half จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมากกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากลักษณะการจัดเรียงบัสที่ทำให้ระบบมีความเชื่อถือได้สูงและหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการลัมเหลวสูงเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาลัมเหลวของหม้อแปลงจึงส่งผลกระทบต่อระบบมาก

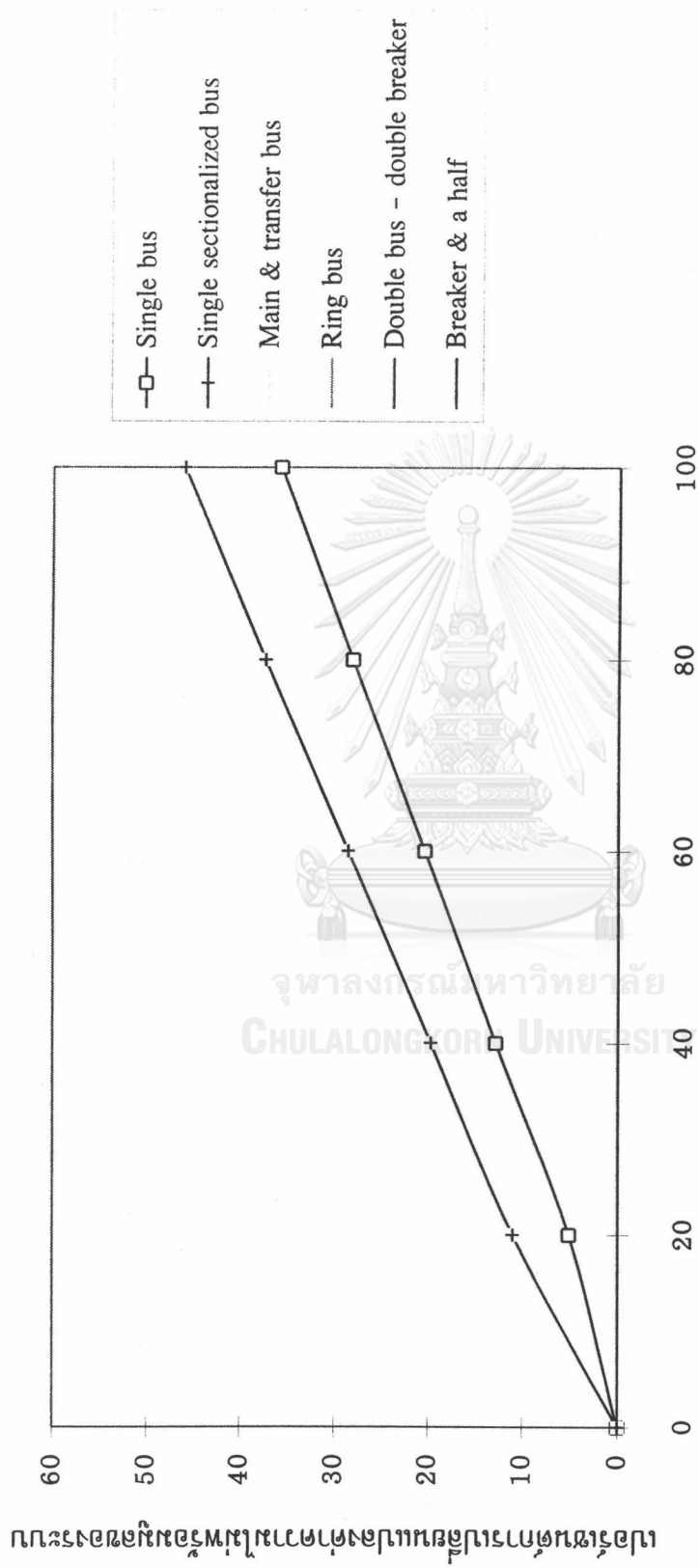
ผลการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการลัมเหลวของบัสบาร์แสดงดังรูปที่ 5.18 จากรูปดังกล่าวพบว่าระบบที่มีบัสจำนวนมากเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ระบบ Ring bus และระบบบัสเดี่ยว เช่น ระบบ Single sectionalized bus และระบบ Single bus จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวค่อนข้างมาก

จากการศึกษาความไวข้างต้นพอจะสรุปเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีความเสี่ยงได้ตามตารางที่ 5.3 และสรุปถึงลำดับผลกระทบจากอุปกรณ์ต่างๆที่มีต่อการจัดเรียงบัสชนิดต่างๆของสถานีไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 5.4



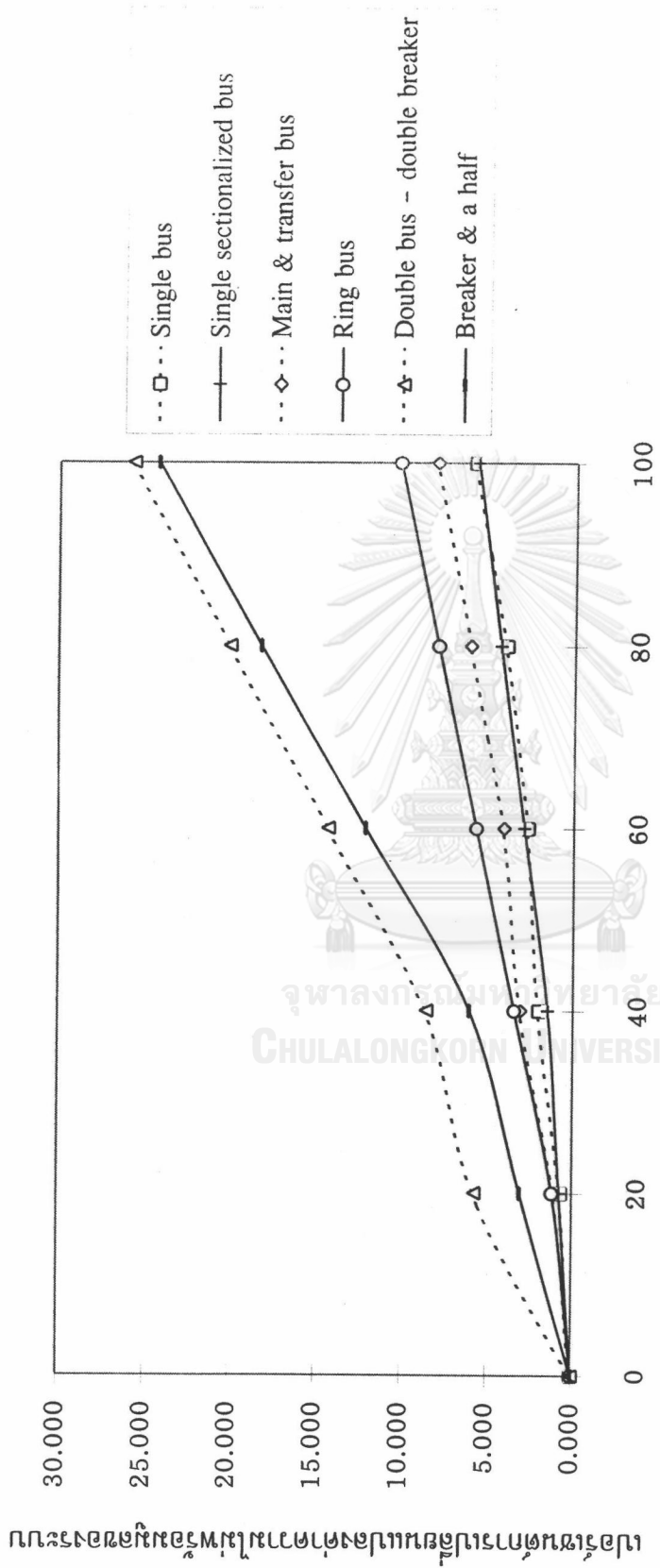
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการสวิตชิงของเซอร์กิตเบรกเกอร์

รูปที่ 5.15 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการสวิตชิงของเซอร์กิตเบรกเกอร์



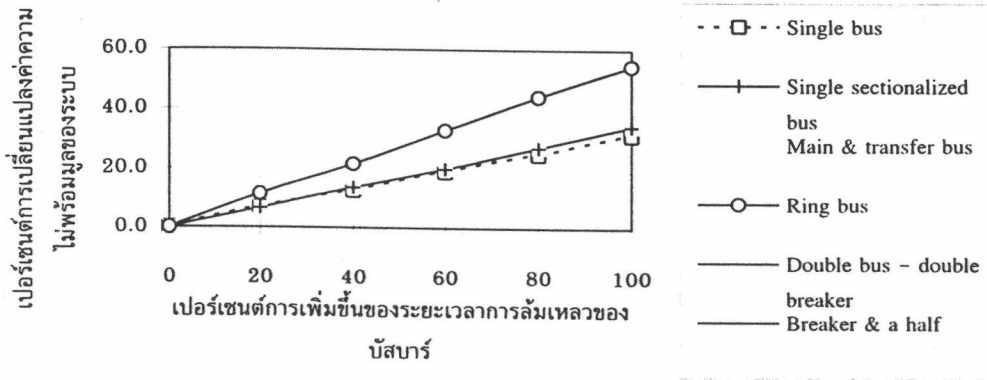
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการลบล้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์

รูปที่ 5.16 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการลบล้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์



เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการสับเปลี่ยน

รูปที่ 5.17 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการสับเปลี่ยนของหม้อแปลง



รูปที่ 5.18 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการล้มเหลวของบัสบาร์

ตารางที่ 5.3 สรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการล้มเหลวของอุปกรณ์

ระบบ	อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความไม่พร้อมมูลของระบบ(%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Single bus	58.8	13.7	31.4	40.5	35.7	5.9	31.4
Single sectionalized bus	57.9	10.0	35.0	34.3	46.0	5.7	34.3
Main & transfer bus	60.6	20.2	24.2	97.0	0	8.1	0
Ring bus	26.1	23.9	58.0	43.2	0	10.2	54.5
Double bus - double breaker	85.7	25.7	8.6	94.3	0	25.7	0
Breaker & a half	66.7	46.9	3.0	90.9	0	24.2	0

- โดยที่ 1 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการล้มเหลวของเซอร์กิตเบรกเกอร์
- 2 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการล้มเหลวของหม้อแปลง
- 3 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการล้มเหลวของบัสบาร์
- 4 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการสวิตชิงของเซอร์กิตเบรกเกอร์
- 5 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการซ่อมแซมของเซอร์กิตเบรกเกอร์
- 6 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการซ่อมแซมของหม้อแปลง
- 7 หมายถึงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการซ่อมแซมของบัสบาร์



ตารางที่ 5.4 แสดงลำดับผลกระทบจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีต่อระบบการจัดเรียงบัสชนิดต่างๆ

ระบบ	ลำดับผลกระทบ		
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	หม้อแปลง	บัสบาร์
Single bus	1	3	2
Single sectionalized bus	1	3	2
Main & transfer bus	1	3	2
Ring bus	2	3	1
Double bus - double breaker	1	2	3
Breaker & a half	1	2	3

โดยที่ ลำดับผลกระทบที่ 1 หมายถึงระบบได้รับผลกระทบมากที่สุด

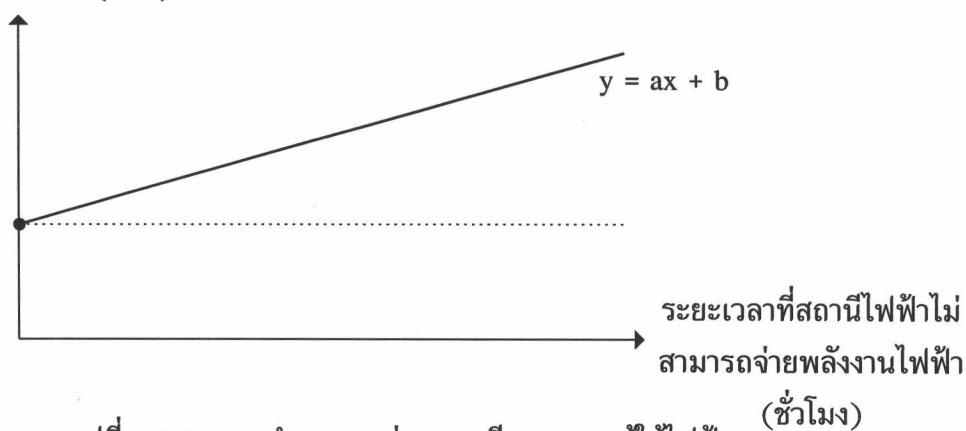
จากผลที่แสดงได้ตั้งตารางที่ 5.4 พอที่จะนำมาสรุปถึงการให้ลำดับความสำคัญต่อการกำหนดแนวทางการวางแผนในการทำการซ่อมบำรุงแบบป้องกัน (Preventive maintenance) ต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในสถานีไฟฟ้าได้โดยให้ความสำคัญจากมากไปน้อยกับอุปกรณ์ลำดับที่ 1 2 และ 3 ที่ให้ผลกระทบต่อระบบตามลำดับ

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

เมื่อสถานีไฟฟ้าเกิดขัดข้องทำให้เกิดความเสียหายต่าง ๆ ต่อผู้ใช้ไฟคิดเป็นมูลค่าความเสียหายแตกต่างกันไปตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า หากคำนวณมูลค่าความเสียหายในช่วงระยะเวลา 1 ปี จะได้มูลค่าความเสียหายประจำปี (Annual outage cost)

ในการคำนวณมูลค่าความเสียหายต้องอาศัยแบบจำลองซึ่งในที่นี้แทนด้วยสมการเส้นตรงดังแสดงในรูปที่ 5.19

มูลค่าความเสียหาย (บาท)



รูปที่ 5.19 แบบจำลองมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้า

ในรูปดังกล่าวแสดงถึงส่วนประกอบของมูลค่าความเสียหาย 2 ส่วน ได้แก่ มูลค่าความเสียหายคงที่ซึ่งในกรณีนี้คือ  $b$  บาท แสดงด้วยเส้นประ และมูลค่าความเสียหายที่แปรเปลี่ยนได้ซึ่งในกรณีนี้คือเส้นตรง  $y = ax$  โดยที่  $x > 0$  เมื่อรวมมูลค่าความเสียหายทั้ง 2 เข้าด้วยกันจะได้ดังสมการที่ 5.1

$$y = ax + b \quad (5.1)$$

โดยที่  $x \geq 0$

มูลค่าความเสียหายประจำปีของผู้ใช้ไฟเนื่องจากการล้มเหลวของสถานีไฟฟ้าคำนวณได้ดังสมการที่ 5.2 [18]

$$AC = \lambda * [FC + r * VC] \quad (5.2)$$

โดยที่

$AC$  = มูลค่าความเสียหายประจำปี (บาท/ปี)

$\lambda$  = อัตราล้มเหลว (ครั้ง/ปี)

$FC$  = มูลค่าความเสียหายคงที่ (บาท)

$r$  = ระยะเวลาล้มเหลวเฉลี่ย (ชั่วโมง)

$VC$  = อัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าความเสียหายที่แปรเปลี่ยนได้ (บาท/ชั่วโมง)

ในกรณีนี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าความเสียหายที่แปรเปลี่ยนได้ก็คือความชันของสมการที่ 5.1 นี้ซึ่งเท่ากับ  $a$  บาทต่อชั่วโมง ดังนั้นจากข้อมูลความล้มเหลวของระบบการจัดเรียงอุปกรณ์ของสถานีไฟฟ้าชนิดต่างๆ และแบบจำลองมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟข้างต้น โดยที่  $a=1$  ล้านบาทต่อชั่วโมง และ  $b=1$  แสนบาท จะได้มูลค่าความเสียหายประจำปีของผู้ใช้ไฟฟ้างดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงมูลค่าความเสียหายประจำปีของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีแบบจำลองความเสียหายตามสมการที่ 5.1

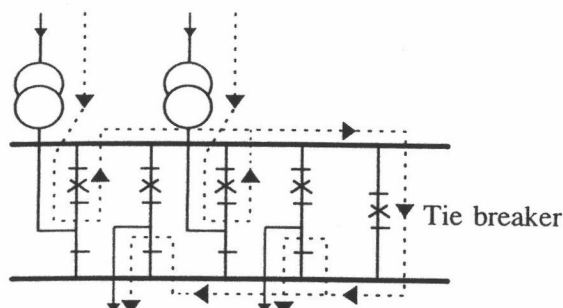
ลำดับที่	การจัดเรียงบัสของสถานีไฟฟ้า	การคำนวณมูลค่าความเสียหายประจำปี (บาทต่อปี)
1	Single bus	$0.086[0.1+1.819*1]*10^6 = 165,000$
2	Single sectionalized bus	$0.073[0.1+1.879*1]*10^6 = 144,000$
3	Main & transfer bus	$0.086[0.1+1.029*1]*10^6 = 97,000$
4	Ring bus	$0.061[0.1+1.401*1]*10^6 = 92,000$
5	Double bus - double breaker	$0.033[0.1+1.110*1]*10^6 = 40,000$
6	Breaker & a half	$0.030[0.1+1.073*1]*10^6 = 35,000$

ผลในตารางที่ 5.5 จะพบว่าสถานีไฟฟ้าในลำดับต้น ๆ ก่อให้เกิดความเสียหายหรือผลกระทบของเศรษฐกิจสูงกว่าสถานีไฟฟ้าในลำดับท้าย ๆ อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันดีว่าเงินลงทุนในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าลำดับท้าย ๆ นั้นจะมีค่าสูงกว่าสถานีไฟฟ้าในลำดับต้น ๆ อยู่มาก ดังนั้นจึงพอจะทราบแนวทางสำหรับประกอบการพิจารณาในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ได้

ในการศึกษามูลค่าความเสียหายโดยอาศัยแบบจำลองความเสียหายอย่างง่ายนี้พบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับพลังงานไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าที่มีความเชื่อถือได้สูงนั้นจะมีมูลค่าความเสียหายต่ำ แต่ในทางปฏิบัติอาจไม่คุ้มทุนหากจะสร้างสถานีไฟฟ้าที่มีความเชื่อถือได้สูงแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการสร้างสถานีไฟฟ้าให้เหมาะสมกับประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้ อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ที่สถานีไฟฟ้าที่มีความเชื่อถือได้สูงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีมูลค่าความเสียหายสูง แต่ด้วยการกระจายตัวของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีมูลค่าความเสียหายต่ำที่แทรกอยู่ในพื้นที่การจ่ายพลังงานไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าจึงทำให้สถานีไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมานี้จ่ายโหลดต่างประเภทจากที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์จากสถานีไฟฟ้าเป็นไปอย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นหากได้มีการรวมกลุ่มประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทเดียวกัน หรือมีแบบจำลองของมูลค่าความเสียหายที่คล้ายคลึงกันไว้ในบริเวณพื้นที่เดียวกันจะทำให้การใช้สถานีไฟฟ้าเป็นไปอย่างคุ้มค่า

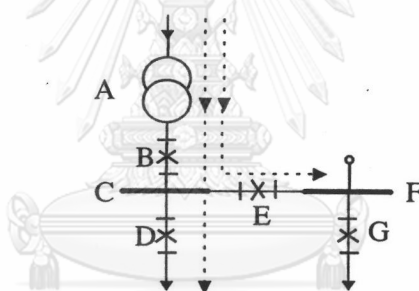
นอกจากมูลค่าความเสียหายที่ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจได้รับผลกระทบจากการไม่ได้สถานีไฟฟ้าแล้ว หลักในการออกแบบสถานีไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนของสถานีไฟฟ้านั้นก็เป็นสิ่งสำคัญต่อความเชื่อถือได้ของระบบด้วย ตัวอย่างเช่น ในระบบ Main & transfer bus เมื่อมีการขัดข้องหรือซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในระบบ ทำให้จำเป็นต้องมีพลังงานไฟฟ้าไหลผ่าน Tie breaker ค่าพิกัดของ

เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวดังกล่าวต้องสูงเป็นพิเศษ เพราะพลังงานไฟฟ้าปริมาณมากจะไหลผ่าน เซอร์กิตเบรกเกอร์นี้ตามเส้นประในรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 แสดงการไหลของกำลังไฟฟ้าผ่าน Tie breaker

สำหรับการจัดลำดับการป้องกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็เป็นสิ่งสำคัญ ตัวอย่างเช่น ในระบบ Single sectionalized bus ดังรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 แสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ E

จากรูปที่ 5.21 นี้เซอร์กิตเบรกเกอร์ E ที่เป็นตัวแยกบัสต้องตั้งการตัดของกระแสให้ต่ำกว่าตัวที่อยู่ข้างบน มิฉะนั้นหากหม้อแปลง A ชัดข้องจะทำให้ต้องจ่ายพลังงานผ่าน เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เป็นตัวแยกบัสนั้น ในระหว่างนั้นหากมีกระแสไหลผ่านบัส F ที่หม้อแปลง ตัวที่ชัดเจนต่ออยู่ในปริมาณมาก เป็นต้นว่าอาจเกิดลัดวงจรที่บัส หรือจ่ายไหลจาก เซอร์กิตเบรกเกอร์ G มากๆแล้ว จะทำให้ปริมาณกระแสที่ไหลผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ B ที่ป้องกันหม้อแปลง A มากกว่ากระแสที่ไหลผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ E ที่เป็นตัวแยกบัส ดังนั้น หากตั้งลำดับการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไว้ไม่ดีพอแล้ว เซอร์กิตเบรกเกอร์ B ที่ป้องกัน หม้อแปลงอาจเปิดวงจรก่อน ทำให้ทุกจุดไหลที่ออกจากสถานีไฟฟ้าขาดพลังงาน แต่ถ้า ลำดับการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นไปอย่างถูกต้องแล้ว เซอร์กิตเบรกเกอร์ E ที่เป็น ตัวเชื่อมระหว่างบัสจะเป็นตัวเปิดวงจรเองทำให้จุดไหลที่เหลือยังได้รับการจ่ายพลังงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความเชื่อถือได้มีความสัมพันธ์อยู่กับการวางแผนอื่นเป็นต้นว่าการเลือกสร้างสถานีไฟฟ้า และการจัดระบบการป้องกันทางไฟฟ้า ดังนั้นความเชื่อถือได้จึงข้อมูลประกอบสำคัญในการวางแผนเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการประเมินความเชื่อถือได้ให้ได้ผลออกมาเชิงปริมาณ โดยการใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับสภาพการทำงานและลักษณะการจัดเรียงอุปกรณ์ของของสถานีไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY