

การประเมินค่าความน่าเชื่อถือได้ของระบบ จำหน่ายไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ *

อำนาจ ถาสุดใจ¹⁾ ผศ.ดร.สมชาติ จิรวิภากร²⁾ และ รศ.ประภาส ไพรสุวรรณา³⁾

¹⁾ นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

^{2),3)} อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทร : 02-2364550

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีความ
น่าเชื่อถือได้ทางไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 24 kV ของการไฟฟ้านครหลวง โดยโปรแกรมคอม
พิวเตอร์สามารถที่จะคำนวณค่าดัชนีความน่าเชื่อถือได้ และออกแบบระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเบรคเดียว
เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำความเข้าใจการทำงานของระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อใช้ในการปรับปรุงค่า
ดัชนีความน่าเชื่อถือได้ทางไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

* รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2547 และได้รับความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2547

Computer Programming for Reliability Evaluation of Distribution System *

Amnard Thasudjai ¹⁾ Assist.Prof.Dr.Somchat Jiriwibhakorn²⁾ and Assoc. Prof. Prapart Prisuwanna ³⁾

¹⁾ Graduated Student Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 10520

^{2),3)} Lecturer Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 10520 Tel.: 022364550

Abstract

This article presents the application of computer program in the calculations of the reliability Indices of electricity in the distribution system 24 kV of Metropolitan Electricity Authority (MEA). The computer program can calculate and design the distribution system of Radial type and the program can be used as the way to realized the work of the electricity distribution system and to be used for an improvement of the reliability index of electricity of the electrical distribution system.

* Receive manual script on March 23, 2004 and approval from Reader on March 31, 2004

บทนำ

ในระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบจำหน่ายเป็นระบบที่มีความสำคัญระบบหนึ่ง เนื่องจากเป็นระบบที่เชื่อมโยงระหว่างผู้จำหน่ายไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง ระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่สามารถส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้บริโภคได้ตามความต้องการของผู้บริโภคหรือสามารถสร้างความพึงพอใจในการใช้ไฟฟ้าให้กับผู้บริโภคได้ การที่จะทราบว่าระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือได้อยู่ในระดับใดนั้นจำเป็นต้องมีดัชนีเพื่อเป็นการบ่งบอกถึงระดับความน่าเชื่อถือได้ทางไฟฟ้าของระบบจำหน่ายนั้น วิธีการที่จะได้มาซึ่งดัชนีเหล่านี้ต้องมีการศึกษาถึงลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบรวมไปจนถึงลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบ การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันและความสามารถในการจ่ายไฟ รวมถึงหลักการประเมินค่าดัชนีเหล่านี้ เพื่อใช้ค่าดัชนีต่างๆเหล่านี้เป็นตัวบ่งบอกถึงความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ความจำเป็นในการประเมินค่าความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการกำหนดเป้าหมายความเชื่อถือให้ชัดเจน ช่วยในการวางแผนการลงทุนให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ได้วางไว้ การปรับปรุงคุณภาพและ มาตรฐานของอุปกรณ์ โดยคำนึงถึงความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาไฟดับได้มาก ปรับปรุงการประสานงานระหว่างการผลิตไฟฟ้าทั้งสามแห่งเกี่ยวกับการปฏิบัติงานและการเปลี่ยนแปลงระบบ ปรับปรุงมาตรการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ประโยชน์ของการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เห็นได้ชัดเจนคือ รายได้ อันเกิดจากการขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อไฟดับน้อยลง รายได้อันเกิดจากการลดลงของความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า และการลดลงของค่าใช้จ่ายแก้ไขความเสียหาย การเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟและประชาชน และการเพิ่มความพอใจของลูกค้าของการไฟฟ้า

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการช่วยคำนวณหาค่าดัชนีความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา Visual -Basic Version 6.0 ของบริษัท Microsoft Corporation มาช่วยในการคำนวณหาค่าดัชนีความน่าเชื่อถือได้ให้มีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถนำค่าหรือผลลัพธ์ดังกล่าวไปทำการประเมินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนป้องกันและปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้ โดยคำนึงถึงข้อมูลของการไฟฟ้านครหลวงเป็นหลัก

หลักการ

1. การคำนวณดัชนีความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

1.1 System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการเกิดไฟดับ ของผู้ใช้ไฟแต่ละรายในระบบ

SAIFI = ผลรวมของจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไฟดับในแต่ละครั้ง/จำนวนผู้ใช้ไฟทั้งหมด

หน่วย คือ ครั้ง/ผู้ใช้ไฟ 1 ราย/เวลา (เดือน,ปี)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \quad (1)$$

1.2 System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

คือ ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเกิดไฟดับของผู้ใช้ไฟแต่ละรายในระบบ

SAIDI = ผลรวมของ(จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไฟดับในแต่ละ ครั้ง*ระยะเวลาที่ไฟดับในแต่ละ ครั้ง)/จำนวนผู้ใช้ไฟทั้งหมด

หน่วย คือ นาที/ผู้ใช้ไฟ 1 ราย/เวลา (เดือน,ปี)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \quad (2)$$

1.3 Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI)

คือค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการเกิดไฟดับของผู้ใช้ไฟในระบบ

CAIDI = ผลรวม (จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไฟดับ*ระยะเวลาไฟดับแต่ละครั้ง)/ผลรวมจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไฟดับ ในแต่ละครั้ง

หน่วย คือ นาที/ครั้ง/ปี

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \quad (3)$$

เมื่อ λ_i คือ อัตราความเสียหายของจุดโหลดที่ i

U_i คือเวลาที่เกิดไฟดับประจำปีของจุดโหลดที่ i

N_i คือ จำนวนผู้ใช้ไฟในแต่ละจุดโหลดที่ i

2. การคำนวณความเชื่อถือได้

การคำนวณความเชื่อถือได้ทางไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถแบ่งการคำนวณได้เป็น 2 ส่วน คือ การคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของแต่ละจุดจ่ายโหลดและของระบบตามลำดับ โดยการคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของแต่ละจุดจ่ายโหลดใช้วิธี Cut-Set [Roy Billington and Ronald N.Allan. 1992.] ซึ่งง่ายและการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เวลาคำนวณจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของระบบที่พิจารณาด้วย

2.1 การคำนวณค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI

2.1.1 การคำนวณค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI ในแต่ละจุดจ่ายโหลด

วิธีการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี และจะมีหลัก

การเดียวกันคือเพื่อหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ให้กับระบบไฟฟ้า วิธีที่นิยมใช้กันมากวิธีหนึ่งคือวิธี Minimum Cut-Set [Roy Billington and Ronald N.Allan. 1992.],[Roy Billington and Ronald N.Allan.1996.]

วิธี Minimum Cut-Set เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในระบบจำหน่ายที่ไม่ซับซ้อน หลักการพิจารณาคือ เมื่ออุปกรณ์หรือกลุ่มอุปกรณ์ตัวใดได้รับความเสียหายแล้วส่งผลกระทบต่อระบบล้มเหลว เช่น ระบบอนุกรมเมื่ออุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งเกิดความเสียหายจะทำให้ระบบเกิดความล้มเหลว ดังนั้นวิธีการนี้คือการพิจารณาเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวเพื่อนำกรณีที่พิจารณาเหล่านี้ไปหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้โดยพิจารณาเหตุการณ์เหล่านี้ในลักษณะเชิงอนุกรมกับจุดจ่ายโหลดหรือจุดที่ต้องการพิจารณาเพื่อหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่อไป สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$f_{cs_i} = \prod_{j=1}^n p_j \sum_{j=1}^n \mu_j \quad (4)$$

$$r_{cs_i} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \mu_j} \quad (5)$$

$$\mu_j = \frac{1}{r_j} \quad (6)$$

$$P_j = \frac{\lambda_j}{(\lambda_j + \mu_j)} \quad (7)$$

$$f_f = \sum_{i=1}^m f_{cs_i} \quad (8)$$

$$d_f = \frac{\sum_{i=1}^m f_{cs_i} r_{cs_i}}{\sum_{i=1}^m f_{cs_i}} \quad (9)$$

เมื่อ f_{cs_i} คือ ความถี่ของการเกิดความเสียหายของแต่ละ Cut – Set i

r_{cs_i} คือ ระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดความเสียหาย ของแต่ละ Cut-Set i

P_j คือ ความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหาย ของอุปกรณ์ j

λ_j คือ อัตราความเสียหายของจุดโหลดที่ j

μ_j คือ อัตราการซ่อมแซมของอุปกรณ์ j

r_j คือ ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมอุปกรณ์ j

f_f คือ ความถี่ของการเกิดความเสียหายของระบบ

d_f คือ ระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดความเสียหายของระบบ

วิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธี Minimum Cut-Set เป็นวิธีการประมาณโดยปกติจะพิจารณาให้ค่าอัตราการซ่อมของอุปกรณ์ (μ) มีค่ามากกว่าเวลาในการซ่อม (r) ของอุปกรณ์มากๆ ดังนั้นเมื่อแทนค่าหาความถี่ของการเกิดความเสียหายของ Cut-Set ในกรณีอุปกรณ์ 1 ตัว จะได้ค่าดังต่อไปนี้

$$f_{cs_1} = \frac{\lambda_1}{(\lambda_1 + \mu_1)} \mu_1 \quad (10)$$

$$f_{cs_1} = \lambda_1 ; \mu_1 \gg r_1 \quad (11)$$

$$r_{cs_1} = r_1 \quad (12)$$

เมื่อได้ค่าความถี่ของความเสียหายของ Cut-Set หรือเรียกอีกนัยหนึ่งว่าค่าอัตราความเสียหายของแต่ละ Cut-Set ในระบบแล้ว สามารถนำไปรวมกับ Cut-Set อื่นๆที่อยู่ในระบบซึ่งอนุกรมกันอยู่ได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$\lambda_{system} = \sum \lambda_i \quad (13)$$

$$U_{system} = \sum U_i \quad (14)$$

$$r_{system} = \frac{U_{system}}{\lambda_{system}} \quad (15)$$

2.1.2 การคำนวณค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI ของระบบ

จากการคำนวณค่าดัชนีแต่ละจุดจ่ายโหลด เมื่อได้ค่าดัชนีอัตราความเสียหาย(λ) ค่าช่วงเวลาไฟดับโดยเฉลี่ยในแต่ละครั้ง(r) และค่าช่วงเวลาไฟดับในช่วงหนึ่งปี (U) ของแต่ละจุดจ่ายโหลดแล้วนำค่าดัชนีมาวิเคราะห์ตามสูตร ดังนี้

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \quad (16)$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \quad (17)$$

การพิจารณาของโปรแกรมจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนที่ 1 นั้นจะเน้นในเรื่องการเก็บข้อมูลของการทำงานของหน่วยไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา โดยโปรแกรมจะเก็บข้อมูลการทำงานของหน่วยไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาไว้ในหน่วยความจำ และในส่วนที่ 2 จะเป็นการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรม เพื่อตรวจสอบว่าค่าที่ได้นั้นอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

โดยหน่วยของค่าความถี่ของข้อมูลที่ได้ส่งกล่าวได้แสดงในด้านล่างนี้

SAIFI มีหน่วยเป็นจำนวนข้อผิดพลาด/ผู้ไฟฟ้า/ปี

SAIDI มีหน่วยเป็นจำนวนชั่วโมง/ผู้ไฟฟ้า/ปี

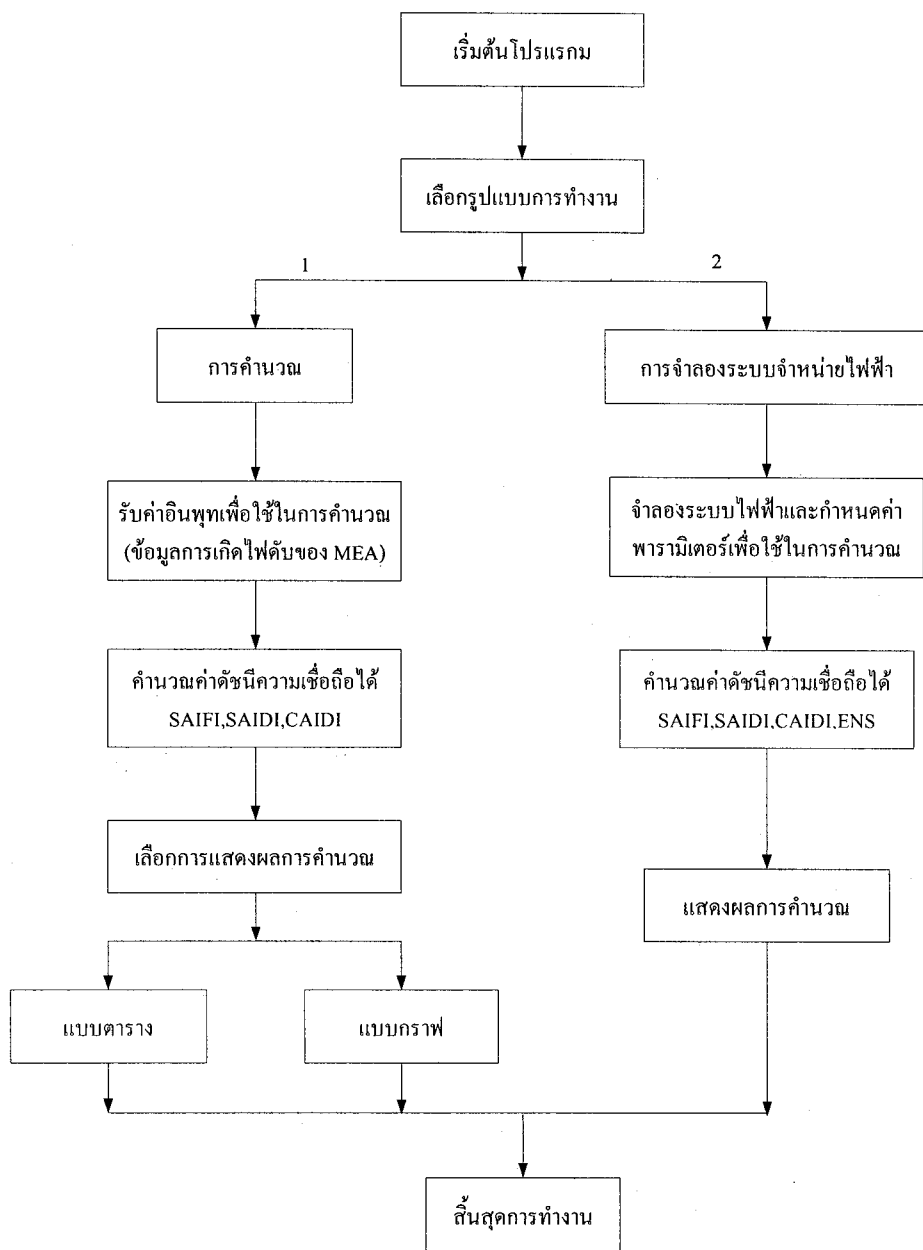
CAIDI มีหน่วยเป็นจำนวนชั่วโมง/ครั้ง/ปี

ENS (Energy Not Served) มีหน่วยเป็น kWh/ปี

เมื่อ λ_i คือ อัตราความเสียหายของจุดโหลดที่ i !
 U_i คือ เวลาที่ไฟฟ้าจะจ่ายของจุดโหลดที่ i !
 N_i คือ จำนวนผู้ไฟฟ้าแต่ละจุดโหลดที่ i !
 $L_o(i)$ คือ โหลดเฉลี่ยของแต่ละจุดโหลดที่ i !

$$ENS = \sum U_i L_o(i) \quad (19)$$

$$CAIDI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum U_i N_i} \quad (18)$$



รูปที่ 1 Flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ผลการทดลอง

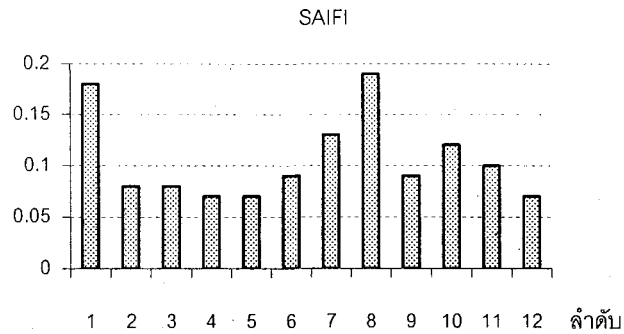
ผลการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการเกิดไฟดับของการไฟฟ้านครหลวงในรอบการทำงาน 1 ปี ในระยะเวลา 1 ตุลาคม 2544 ถึง 9 กันยายน 2545 โดยจะคำนวณหาค่าดัชนี SAIFI, SAIDI และ CAIDI และจะนำข้อมูลการเกิดไฟดับทั้งหมดมาประเมินหาสาเหตุการเกิดไฟดับโดยจะแสดงผลในรูปของ ตารางและรูปของกราฟ ในส่วนที่ 2 จะเป็นการออกแบบจำลองระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเบเรเดียลทั้ง 4 แบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแล้วตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณโดยจะใช้ค่าประมาณจากข้อมูลที่ทางการไฟฟ้านครหลวงให้มาใช้ในการทดลองทั้ง 4 กรณี โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าดัชนี SAIFI, SAIDI, CAIDI และ ENS

1.ผลการทดลองในส่วนของการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการเกิดไฟดับของการไฟฟ้านครหลวง

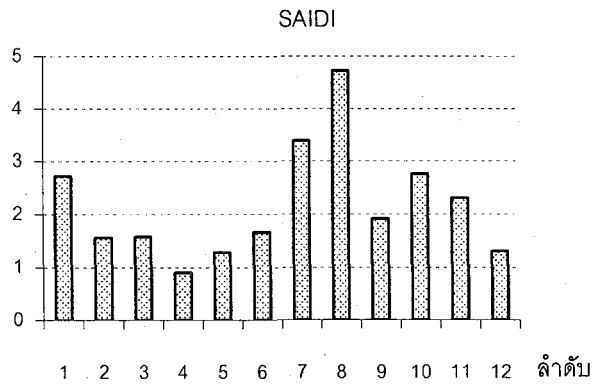
ลำดับ	เดือน / ปี พ.ศ.	SAIFI	SAIDI	CAID = (SAIDI / SAIFI)
1	10/2544	0.18	2.72	15.11
2	11/2544	0.08	1.56	19.50
3	12/2544	0.08	1.58	19.75
4	1/2545	0.07	0.90	12.86
5	2/2545	0.07	1.28	18.29
6	3/2545	0.09	1.66	18.44
7	4/2545	0.13	3.39	26.08
8	5/2545	0.19	4.72	24.84
9	6/2545	0.09	1.91	21.22
10	7/2545	0.12	2.76	23.00
11	8/2545	0.10	2.30	23.00
12	9/2545	0.07	1.30	18.57
ดัชนีรวมของระบบ		1.27	26.08	20.54

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณหาค่า SAIFI, SAIDI, CAIDI

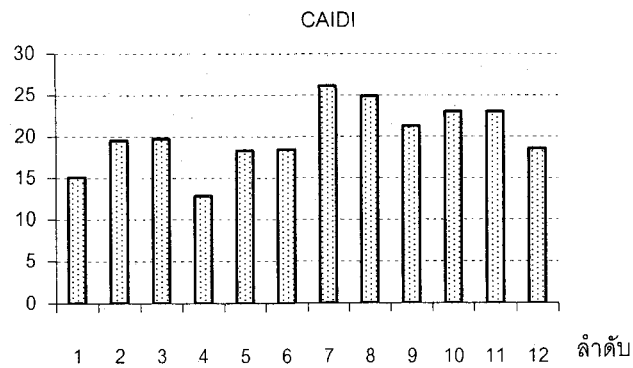
หมายเหตุ: การคิดคำนวณในที่นี้จะคิดคำนวณเฉพาะเหตุการณ์ตอนเกิดไฟดับเกิน 1 นาทีขึ้นไป
ข้อมูลที่ใช้ได้รับความอนุเคราะห์จากทางการไฟฟ้านครหลวงให้มาใช้ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้



รูปที่2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าดัชนีความน่าเชื่อถือ SAIFI ทั้ง 12 เดือน



รูปที่3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าดัชนีความน่าเชื่อถือ SAIDI ทั้ง 12 เดือน



รูปที่4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าดัชนีความน่าเชื่อถือ CAIDI ทั้ง 12 เดือน

สาย	λ (ครั้ง/กม./ปี)	r (ชั่วโมง)
สายป้อนหลัก	0.1	4
สายป้อนย่อย	0.1	2

ตารางที่ 2 อัตราความเสียหายและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมของสายแบบต่างๆ

อุปกรณ์	λ (ครั้ง/ปี)	r (ชั่วโมง)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB)	0	2
รีโกลสเซอร์ (R)	0.1	1.5
สวิตช์ใบมีด (DS)	0.2	1
สวิตช์ถ่ายโอน (ATS)	0.023	1.5
ฟิวส์ (F)	0.1	1

ตารางที่ 3 อัตราความเสียหายและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมของอุปกรณ์แบบต่างๆ

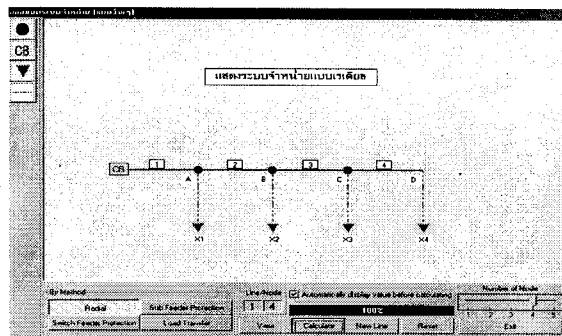
หมายเหตุ: กำหนดให้อุปกรณ์ทุกชนิดมีความน่าจะเป็นที่ อุปกรณ์จะทำงานสำเร็จเท่ากับ 100%

จุดจ่ายโหลด	จำนวนผู้ใช้ ไฟฟ้า (ราย)	โหลดเฉลี่ย (kW)
X1,X2,X3,X4	500	5000

ตารางที่ 4 จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าและโหลดเฉลี่ยของอุปกรณ์โหลดต่างๆ

หมายเหตุ: ในโปรแกรมสามารถวิเคราะห์จุดจ่ายโหลดได้สูงสุดเท่ากับ 5 จุด

2.1 ผลการทดลองกรณีที่ 1 ระบบจำหน่ายที่ไม่มีการป้องกันสายป้อน



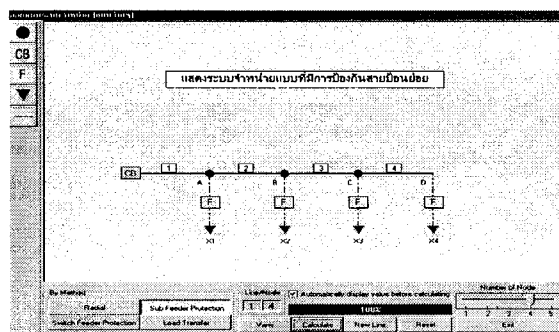
รูปที่ 5 ระบบจำหน่ายที่ไม่มีการป้องกันสายป้อน

ดัชนี	ค่าที่ได้จากการทดสอบ	หน่วย
SAIFI	1.20	ครั้งต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
SAIDI	3.60	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
CAIDI	3.00	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟที่ไฟฟ้าดับ
ENS	72.00	MWh ต่อปี

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณจากการทดสอบระบบจำหน่ายในกรณีที่ 1

ระบบจำหน่ายในกรณีที่ 1 ไม่มีการป้องกันสายป้อนหลักและ สายป้อนย่อย ทำให้เมื่อเกิดปัญหาขึ้นที่อุปกรณ์ตัวใด จะทำให้ระบบเกิดล้มเหลว ค่าที่ได้จากการทดสอบสามารถดูได้ในตารางที่ 5

2.2 ผลการทดลองกรณีที่ 2 ระบบจำหน่ายที่มีผลจากการป้องกันโดยใช้ฟิวส์ป้องกันสายป้อนย่อย



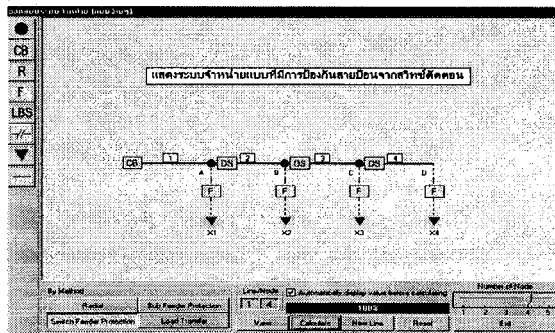
รูปที่ 6 ระบบจำหน่ายที่มีการป้องกันสายป้อนย่อย

ดัชนี	ค่าที่ได้จากการทดสอบ	หน่วย
SAIFI	0.80	ครั้งต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
SAIDI	2.55	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
CAIDI	3.18	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟที่ไฟฟ้าดับ
ENS	51.00	MWh ต่อปี

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณจากการทดสอบระบบจำหน่ายในกรณีที่ 2

ระบบจำหน่ายในกรณีที่ 2 มีการป้องกันสายป้อนย่อยโดยใช้ฟิวส์ป้องกันเมื่อเกิดปัญหาที่จุดโหลดใดสามารถแก้ไขจุดโหลดที่เกิดปัญหาได้โดยไม่กระทบต่อจุดโหลดอื่น แต่ถ้าเกิดปัญหาที่สายป้อนหลักระบบก็จะล้มเหลว ความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือดีกว่ากรณีที่ 1 สามารถดูผลการทดสอบได้ในตารางที่ 6

2.3 ผลการทดลองกรณีที่ 3 ระบบจำหน่ายที่มีผลการใช้สวิตช์เบมิดป้องกันสายป้อนหลักและฟิวส์ในการป้องกันสายป้อนย่อย



รูปที่ 7 ระบบจำหน่ายที่มีผลการใช้สวิตช์ตัดตอน

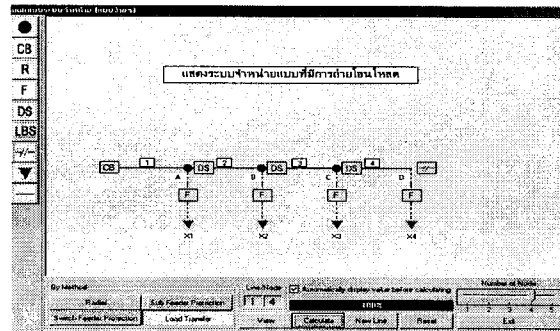
ดัชนี	ค่าที่ได้จากการทดสอบ	หน่วย
SAIFI	0.75	ครั้งต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
SAIDI	1.88	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
CAIDI	2.51	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟที่ไฟฟ้าดับ
ENS	37.50	MWh ต่อปี

ตารางที่ 7 ผลการคำนวณจากการทดสอบระบบจำหน่ายในกรณีที่ 3

ระบบจำหน่ายในกรณีที่ 3 ระบบจำหน่ายได้มีการป้องกันสายป้อนหลักโดยใช้สวิตช์เบมิด และสายป้อนย่อยได้มีการป้องกันโดยใช้ฟิวส์ป้องกัน เมื่อเกิดปัญหาที่จุดโหลดใดก็สามารถแก้ไขเฉพาะจุดโหลดนั้นได้โดยไม่กระทบต่อจุดอื่น แต่เมื่อเกิดปัญหาที่สายป้อนหลักระบบจำหน่ายก็จะล้มเหลวทั้งระบบ

แต่สามารถลดเวลาในการแก้ปัญหาลงได้ เนื่องจากได้ใช้สวิตช์ ไข่มิตคอยป้องกันทำให้สามารถแก้ไขได้เร็วขึ้นมีความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ามากกว่ากรณีที่ 2 สามารถดูผลการทดสอบได้ในตารางที่ 7

2.4 ผลการทดลองกรณีที่ 4 ระบบจำหน่ายที่มีผลจากการใช้สวิตช์ไข่มิต ป้องกัน สายป้อนหลัก และฟิวส์ป้องกันสายป้อนย่อยและสวิตช์ถ่ายโอนโหลด



รูปที่ 8 ระบบจำหน่ายที่มีผลจากการถ่ายโอนโหลด

ดัชนี	ค่าที่ได้จากการทดสอบ	หน่วย
SAIFI	0.75	ครั้งต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
SAIDI	1.20	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟต่อปี
CAIDI	1.60	ชั่วโมงต่อผู้ใช้ไฟที่ไฟฟ้าดับ
ENS	24.00	MWh ต่อปี

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณจากการทดสอบระบบจำหน่ายในกรณีที่ 4

ระบบจำหน่ายในกรณีที่ 4 ได้แก้ไขข้อบกพร่องของกรณีที่ 3 โดยใช้สวิตช์ถ่ายโอนติดตั้งเข้าไปในระบบจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งสวิตช์ถ่ายโอนที่ติดตั้งเพิ่มเข้าไปจะทำให้ช่วยลดเวลาของการเกิดไฟดับได้ เมื่อเกิดปัญหาที่สายป้อนหลักระบบก็จะไม่ล้มเหลวทั้งหมดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องสามารถทำงานได้ โดยสวิตช์ถ่ายโอนโหลดนั้นจะทำการเชื่อมถ่ายโอนไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายอื่นเข้ามาเพื่อที่จะทำให้ส่วนที่ไม่ได้รับผลกระทบสามารถทำงานได้ต่อไป ความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าความน่าเชื่อถือได้ดีที่สุดในทั้ง 4 กรณี สามารถดูผลการทดสอบได้ในตารางที่ 8

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ENS
กรณีที่ 1	1.20	3.60	3.00	72.00
กรณีที่ 2	0.80	2.55	3.18	51.00
กรณีที่ 3	0.75	1.88	2.51	37.50
กรณีที่ 4	0.75	1.20	1.60	24.00

ตารางที่ 9 ผล ส ๔

จากการทดลองทั้ง 4 กรณี เราพบว่า ค่าดัชนีความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า จะขึ้นอยู่กับ การป้องกันของระบบจำหน่ายนั้น ถ้ามีการป้องกันที่ดี ค่าความน่าเชื่อถือได้ก็จะมีค่าดีตามการป้องกันของระบบจำหน่าย จากการทดลองจะพบว่ากรณีที่ 1 ค่าความน่าเชื่อถือได้จะมีค่าความน่าเชื่อถือต่ำ เนื่องจากไม่มีการป้องกันของระบบจำหน่าย ทำให้เมื่อเกิดปัญหาจะทำให้ระบบล้มเหลวไม่ว่าจะเกิดกับ ส่วนใดของระบบจำหน่าย ระบบจำหน่ายก็จะล้มเหลวทั้งระบบ ในกรณีที่ 4 เป็นระบบจำหน่ายที่มีการ ป้องกันดีที่สุดทำให้ค่าความน่าเชื่อถือมีค่าสูงที่สุดมีการป้องกันทั้งสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย เมื่อ เกิดปัญหากับอุปกรณ์ในส่วนใดก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น และยังมีการติดตั้งสวิตช์ถ่ายโอนโหลด เข้าไปทำให้เมื่อเกิดปัญหากับสายป้อนหลัก สวิตช์ถ่ายโอนโหลดก็จะทำการถ่ายโอนโหลดไปยังระบบ จำหน่ายอื่นทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด ค่าความน่าเชื่อถือจึงมีค่าดีที่สุด

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้ง 2 แบบโดย แบบที่ 1 การคำนวณสามารถคำนวณค่า SAIFI, SAIDI, CAIDI ได้อย่างรวดเร็วและสามารถเขียนกราฟเปรียบเทียบการคำนวณได้ ในส่วนของแบบที่ 2 เป็นการจำลอง ระบบจำหน่ายแบบเรเดียลเพื่อเป็นการทำความเข้าใจในการคิดคำนวณค่าดัชนี SAIFI, SAIDI, CAIDI, ENS เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าใจในเรื่องดัชนีความน่าเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถคำนวณเพื่อ เปรียบเทียบการออกแบบจำลองในการทดลองทั้ง 4 กรณีเพื่อให้เข้าใจหลักการคิดคำนวณอย่างถูกต้อง

การพัฒนาในอนาคตเพื่อที่จะนำไปใช้งานจริงนั้นจะต้องนำโปรแกรมไปพัฒนาต่อไปให้สามารถ ทำการคำนวณความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าที่มีความซับซ้อนหรือเป็นโครงข่ายต่อไปตลอดจนรวมไป ถึงการประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนซึ่งโปรแกรมต้องได้รับการพัฒนาต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ คุณสมชาย ศรีไพศาลเจริญ รองหัวหน้าแผนก สถิติระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลและให้คำปรึกษาที่มีประโยชน์อย่างมากในงานวิจัยและขอขอบพระคุณ รศ. ประภาส ไพรสุวรรณและ ผศ.ดร.สมชาติ จิรวิภากร เป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาจนสามารถทำงานวิจัยชิ้นนี้เป็นผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

ตฤณ แสงสุวรรณ. 2546. การหาค่าความน่าเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น.

พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภชัย สมพาณิชย์. 2545. สร้างระบบฐานข้อมูลด้วย Visual Basic ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพฯ: อินโฟเพรส.

Roy Billington and Ronald N.Allan. 1992. **Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concept and Techniques**. New York and London: Plenum press.

Roy Billington and Ronald N.Allan.1996. **Reliability Evaluation of Power Systems**. New York and London: Plenum press.