บทที่ 1

บทนำ

ในอดีตระบบจ่ายไฟฟ้าได้รับความสนใจน้อยมาก เมื่อเทียบกับทางด้านของระบบการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะในเรื่องของค่าความเชื่อถือได้ของระบบ เนื่องจากสภาพขัดข้องของระบบการผลิตและการส่งมีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟจำนวนมาก ซึ่งยังผลที่ตามมาถึงสังคมและสภาพแวดล้อม ประกอบกับระบบจ่ายไฟนั้นมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำกว่าและสภาพขัดข้องที่เกิดขึ้นจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟเป็นกลุ่มๆเท่านั้น อย่างไรก็ตามจากสถิติปรากฏว่า 80% ของสภาพขัดข้องเกิดขึ้นในระบบจ่ายไฟ (Billinton, 1989) และ 99% ของเวลาที่ไม่มีไฟใช้มีสาเหตุเนื่องมาจากระบบจ่ายไฟ (Allan et al., 1979) ดังนั้นการพัฒนาการประเมินค่าความเชื่อถือได้ในระบบจ่ายไฟ จึงมีความจำเป็นเพื่อใช้ในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจขององค์กรที่เกี่ยวข้อง ในการปรับปรุงคุณภาพของระบบให้ทันกับการเติบโตของปริมาณการใช้ไฟ

จากการศึกษาวิจัยในเรื่องของการพัฒนาการประเมินค่าความเชื่อถือในระบบจ่ายไฟฟ้า พบว่าแรกเริ่มนั้นใช้เทคนิคการคำนวณของ Markov แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านความจุของข้อมูลในคอมพิวเตอร์และค่าผิดพลาดเนื่องจากการคำนวณ (rounding error) ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้กับระบบใหญ่ๆ จึงได้มีการพัฒนาวิธี Cutset & approximation ขึ้น ซึ่งจากการคำนวณพบว่าให้ผลที่ได้ใกล้เคียงกับวิธี Markov มาก (Billinton and Grover, 1975) แต่อย่างไรก็ตาม วิธี Markov ยังคงมีข้อดีคือใช้ได้ทั้งสถานะอยู่ตัวและสถานะที่ขึ้นกับเวลา ในขณะที่วิธี Cutset & approximation ใช้ได้เพียงสถานะอยู่ตัวเท่านั้น (Singh, 1981) ส่วนในเรื่องของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น มีการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ทำนายระบบจ่ายไฟ (Allan et al., 1979) โดยคิดรวมกรณี TLOC (Total loss of continuity) และ PLOC (Partial loss of continuity) ในกรณีที่มีและไม่มีการถ่ายโอนโหลด โดยโปรแกรมจะคำนวณเพื่อหาค่าอัตราความล้มเหลว (λ) ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยของสถานะหยุดทำงาน (r) เวลาไม่มีไฟใช้ (U) กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (L) และพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ได้รับการจัดสรร (E) ในแต่ละจุดโหลด และใช้ลักษณะของระบบเป็นข้อมูลเข้า ต่อมาได้ปรับปรุงการแสดง

ลักษณะของระบบเป็นภาพกราฟฟิค ในปี ค.ศ.1985 ได้มีการพัฒนา DBMS (Database management system) ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อใช้ในเรื่องเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เนื่องจากแต่เดิมพบว่ามีข้อมูลจำนวนมาก ทำให้การรวบรวมจัดเก็บข้อมูลโดยผู้ใช้เพียงคนเดียวทำได้ยาก ระบบ DBMS เริ่มนิยมแพร่หลายดังเช่นมีการพัฒนาเพื่อใช้ในเรื่องของระบบการป้องกันสายส่ง การคำนวณค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุไฟฟ้าของสายส่งพาดในอากาศ และที่สำคัญในสองปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำนายค่าความเชื่อถือได้ของสายป้อนในระบบจ่ายไฟแบบรัศมีโดยใช้ DBMS (Hsu et al., 1990) นอกจากนี้ยังมีการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LOTUS 123 เพื่อทำนายค่าความเชื่อถือได้ของสายป้อนในแนวรัศมีเช่นกัน ซึ่งทั้งสองโปรแกรมนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบเพื่อมาใช้ในการประมวลผล ในขณะเดียวกันมีการพัฒนาโปรแกรม เพื่อใช้ในการออกแบบระบบช่วยและระบบจ่ายไฟของสถานีไฟฟ้าย่อยโดยพิจารณาจากค่าความเชื่อถือได้ โดยตั้งแบบจำลองของระบบว่า สภาพขัดข้องจะไม่เกิดขึ้นพร้อมกันและรีเลย์ป้องกันทำงานสมบูรณ์เต็มร้อยเปอร์เซนต์ ซึ่งแสดงว่าต้องใช้กับระบบที่มีเสถียรภาพสูง โดยโปรแกรมนี้คิดเฉพาะค่า TLOC ในกรณีที่เป็นเหตุการณ์ลำดับขั้นที่ 1 และ 2 ในแบบแพสซีฟ (คือการที่อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการบกพร่องขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันและการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าชุดอื่นๆ การซ่อมบำรุงทำโดยการเปลี่ยนหรือซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นนั้น) และเหตุการณ์ลำดับขั้นที่ 1 ในแบบแอคทีฟ (คือการที่อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการบกพร่องขึ้นและทำให้เขตป้องกันชั้นต้นรอบๆอุปกรณ์นั้นทำงาน ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่นๆที่ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้ต้องหยุดการทำงานลง และภายหลังจากที่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดการบกพร่องนั้นถูกนำแยกออกไปจากวงจรไฟฟ้าแล้ว เซอร์กิตเบรกเกอร์จะปิดวงจรอีกครั้งเพื่อใช้งานต่อไป) ร่วมกับสตัดเบรกเกอร์ (คือการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่สามารถตอบสนองต่อความบกพร่อง อันเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มันทำหน้าที่ป้องกันอยู่ ซึ่งต่างจากความบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์เอง เราจึงทำการแยกคิดเป็นอีกกรณีหนึ่ง) โดยแบบจำลองของโหลดเป็นแบบโหลดคงที่ ในปี ค.ศ.1990 องค์กรซึ่งทำงานเกี่ยวกับเรื่องของระบบไฟฟ้าในประเทศนอรเวย์ ได้พัฒนาโปรแกรมหาค่าความเชื่อถือได้ของระบบจ่ายไฟฟ้าเพื่อใช้ในการลดค่าใช้จ่ายของระบบจ่ายไฟในแนวรัศมี (Kjolle et al., 1990) และคิดการคำนวณเฉพาะกรณีเกิดสภาพขัดข้องของแต่ละจุดโหลด ซึ่งทั้งสองโปรแกรมดังกล่าวนี้เน้นที่การนำผลจากการคำนวณไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น จึงสร้างแบบจำลองอย่างหยาบๆเพื่อทำให้ง่ายต่อการคำนวณ

จากการศึกษาค้นคว้าในเรื่องของระบบจ่ายไฟฟ้า ผลสรุปได้ว่าโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นตลอดช่วง 10 ปีที่ผ่านมานั้น เน้นที่การทำนายค่าความเชื่อถือได้ของระบบ โดยในช่วงต้นๆนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การสร้างแบบจำลองที่คิดเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ในเกือบทุกกรณีเพื่อใช้ในการศึกษา เช่น การคิดค่า PLOC ส่วนในช่วงปลายทศวรรษการพัฒนาจะเน้นไปที่การนำผลการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ไปใช้ประโยชน์ในส่วนอื่นๆ โดยคิดแบบจำลองที่ทำให้การประเมินหาค่าความเชื่อถือได้มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ อันเนื่องมาจากปัญหาในเรื่องต่างๆของการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ดังนี้

1. ข้อมูลของการเกิดสภาพขัดข้องของระบบจ่ายไฟที่ต่างกันจะนำมาใช้แทนกันไม่ได้ เนื่องจากมีผลของ

- สภาพภูมิอากาศ
- อุปกรณ์ที่ใช้และลักษณะของระบบ

2. ขอบเขตในการประเมินค่าความเชื่อถือได้ของระบบ ว่าควรจะกระทำถึงจุดใดและเหตุการณ์ใดที่ควรจะนำมาพิจารณาร่วมกันในการประเมินค่าความเชื่อถือได้ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล, ลักษณะของระบบจ่ายไฟ, สิ่งแวดล้อมและการนำผลที่ได้ไปใช้งาน

3. ข้อจำกัดในเรื่องของการขาดแคลนข้อมูล ทำให้การทำนายค่าความเชื่อถือได้มีโอกาสผิดพลาดสูงขึ้น เนื่องจากการทำนายค่าความเชื่อถือได้จะแม่นยำเนียงใดขึ้นอยู่กับการได้รับข้อมูลที่เพียงพอจากสมรรถนะของระบบที่เกิดขึ้นจริง

4. การจัดการข้อมูลและความเข้าใจในการจัดการ

5. เทคนิคที่ใช้ในการคำนวณ

จากปัญหาดังกล่าว การวิจัยจึงมีจุดประสงค์เพื่อการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการข้อมูลในการประเมินค่าความเชื่อถือได้ในระบบจ่ายไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดีเบสทรี พลัส ในการพัฒนานี้ส่วนหนึ่งจะเป็นการประเมินค่าความเชื่อถือได้ในสมรรถนะของระบบที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้วิธีการเก็บสะสมสภาพเหตุการณ์ล้มเหลวที่เกิดขึ้นในระบบในระยะเวลาที่พิจารณา และในอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการเสนอแบบจำลองในอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อใช้ทำนายค่าความเชื่อถือได้ของระบบ โดยมีขอบเขตและสมมติฐานในการประเมินค่าดังนี้

1. ใช้การวิเคราะห์แบบ Failure mode and effect analysis เพื่อความ

คล่องตัวในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงลักษณะของระบบ

2. คำนวณโดยใช้สมการ approximation เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณโดยที่ผลการคำนวณมีค่าถูกต้อง

3. เนื่องจากเกณฑ์ในการออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้าของวิศวกรจะมีแฟคเตอร์ความปลอดภัย ทำให้สามารถคิดเฉพาะค่า TLOC เพียงอย่างเดียวได้ ส่วนกรณีของ PLOC นั้นสามารถตรวจสอบได้โดยใช้โปรแกรม LOAD FLOW เช่นโปรแกรม AC FAST DECOUPLED LOAD FLOW

4. แบบจำลองของสภาพอากาศเป็นสถานะเดียว (single weather state) ซึ่งหมายถึงค่าอัตราความขัดข้องที่ใช้ในการคำนวณ เป็นค่าเฉลี่ยของอัตราความขัดข้องเนื่องจากอากาศเลวร้าย (adverse weather) และอัตราความขัดข้องเนื่องจากอากาศปรกติ (normal weather)

5. เหตุการณ์ความล้มเหลวสามารถเกิดขึ้นพร้อมๆกันได้ โดยที่ระบบเกิดความขัดข้องโดยเหตุบังคับถาวร (permanent forced outage), ความขัดข้องตามกำหนด (scheduled outage) และความขัดข้องโดยเหตุบังคับชั่วครู่ (transient forced outage)

6. รวมเหตุการณ์แพสซีฟ, แอคทีฟ และ สตัดเบรกเกอร์

7. ระดับขั้นเหตุการณ์ที่ใช้ในการคำนวณสูงสุด 4 ขั้น (4^{th} order)

8. แบบจำลองระบบไฟฟ้าเป็นแบบคงที่ไม่มีการถ่ายโอนโหลด

9. ประเมินค่าความเชื่อถือได้ของแต่ละจุดโหลด (load point index)และของทั้งระบบ (system index) ในเวลาเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การทดสอบโปรแกรมและขอบเขตโครงงาน</u>

เนื่องจากการประเมินค่าความเชื่อถือในระบบจ่ายไฟฟ้านั้น มีวิธีการมากมายในการคำนวณ ทั้งนี้จะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ดำเนินการ โดยการพิจารณาจากองค์ประกอบหลายๆอย่างอาทิเช่น ความเป็นไปได้ของโครงการ ความแม่นยำของค่าดัชนีที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการดำเนินงาน เป็นต้น ดังนั้นวิธีการต่างๆที่คิดขึ้น จึง

ยังไม่มีมาตรฐานในการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำ ในทางปฏิบัติจึงดำเนินการโดยเมื่อใช้วิธีการใดประเมินค่าความเชื่อถือแล้วก็จะถือว่าค่าดัชนีที่ได้นั้นเป็นมาตรฐานในการกำหนดนโยบาย หรือการวางแผนปรับปรุงระบบในการประเมินครั้งต่อไป ดังนั้นในการทดสอบโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นในงานวิทยานิพนธ์นี้ จะทำการทดสอบกับตัวอย่างที่เขียนไว้ในเอกสารอ้างอิงเรื่อง "Reliability evaluation of power systems" โดยจะทดสอบในเรื่อง

1. สมรรถนะของระบบที่เกิดขึ้นจริง

2. ระบบไฟฟ้าแบบเมช ในกรณีที่ระบบเกิดความขัดข้องโดยเหตุบังคับถาวรร่วมกับความขัดข้องตามกำหนด และความขัดข้องโดยเหตุบังคับชั่วครู่ โดยความขัดข้องตามกำหนดคือความขัดข้องเนื่องมาจากการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา ซึ่งมีทั้งการบำรุงรักษาแบบสัมพันธ์ (coordinated maintenance) และการบำรุงรักษาแบบไม่สัมพันธ์ (uncoordinated maintenance)

3. เหตุการณ์กรณีแฟสชีฟ, แอคทีฟ และ สตัดเบรกเกอร์

ภายหลังจากการทดสอบแล้ว จะทำการประเมินค่าความเชื่อถือระบบจ่ายไฟในเขตนครหลวงในปี พ.ศ. 2533 โดยในส่วนของสมรรถนะของระบบไฟฟ้า (system performance) จะทำการประเมินค่าทุกๆ 1 เดือน 3 เดือน และ 1 ปี โดยใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง (ควบคุมระบบไฟฟ้า, 2533; ศิริ ศิลปวัฒน์, 2533; Prapant, 1990; Power System Operating Analysis & Planning Division, 1990) ส่วนในเรื่องของการทำนายระบบไฟฟ้า(system prediction) เนื่องจากยังไม่มีการเก็บข้อมูลในเรื่องของอัตราความขัดข้องของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นการประเมินจึงทำโดยสมมติตัวอย่างระบบจ่ายไฟขึ้นมาและศึกษาผลของแต่ละตัวแปรว่ามีผลต่อค่าดัชนีในแง่มุมใด และทำการเทียบกับระบบจ่ายไฟของการไฟฟ้านครหลวงในปัจจุบัน

<u>ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้</u>

1. เพื่อที่จะได้มีโปรแกรมซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ระบบจ่ายไฟในอีกรูปแบบหนึ่ง

2. เนื่องจากโปรแกรมเขียนโดยใช้ ดีเบสทรี พลัส จึงคาดว่าจะมีผู้นิยมใช้ เนื่องจากจะมีความเข้าใจในตัวโปรแกรมง่ายกว่าการใช้ภาษาอื่นเขียน และหากว่าผู้ใช้ต้องการปรับ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรุงส่วนใดให้เข้ากับระบบงานและสภาพความเป็นจริง ก็จะทำได้โดยสะดวก

และเนื่องจากทำการประเมินค่าความเชื่อถือได้กับระบบจ่ายไฟของการไฟฟ้านครหลวง ดังนั้นผลการประเมินที่ได้จะมีประโยชน์คือ

3. แสดงพื้นที่ที่ควรได้รับการปรับปรุงให้เสถียรภาพของระบบจ่ายไฟดีขึ้น
4. ก่อให้เกิดแนวโน้มในเรื่องของความเชื่อถือได้ของระบบจ่ายไฟ
5. ใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผนของระบบจ่ายไฟในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย