บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สภาพการจ่ายไฟของสถานีไฟฟ้าย่อยฝางในอดีตรับแรงดันระดับ 22 kV จากสถานีไฟฟ้าย่อยอื่น ๆ ทีอยู่ใกล้เคียงมาช่วยจ่ายร่วมกับโรงไฟฟ้าที่มีอยู่ในพื้นที่(โรงไฟฟ้าดีเซล, โรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ) ที่จ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีกำลังการผลิตรวมในส่วนของโรงไฟฟ้าที่มีอยู่ในพื้นที่ทั้งสิ้น 19 MW ต่อมาในปี พ.ศ 2552 สถานีไฟฟ้าย่อยฝางได้ปรับปรุงระบบให้รับแรงดันระดับ 115 kV มีหม้อแปลงกำลังขนาด 50 MVA เพื่อจ่ายในระบบจำหน่ายที่มีภาระทางไฟฟ้าประมาณ 5-29 MW [1] ให้กับ 3 อำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ คือ อำเภอฝาง อำเภอแม่อาย และอำเภอไชยปราการ มีผู้ใช้ไฟประมาณ 63,888 รายร่วมกับโรงไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม แต่ยังคงไม่มีการศึกษาถึงผลกระทบด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อระบบต่อระบบจำหน่ายสถานีไฟฟ้าย่อยฝาง และในสายป้อนที่ 3 (FAA03) สถานีไฟฟ้าย่อยฝางมีโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากขนาด 830 kW และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพขนาด 300 kW เข้ามาช่วยจ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แต่ยังคงไม่มีการศึกษาถึงผลกระทบด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อระบบต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเช่นกัน

ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพในด้านกำลังไฟฟ้าสูญเสีย ค่ากระแสลัดวงจรและการจัดการวิธีการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพร่วมกับระบบจำหน่ายที่เหมาะสมในสายป้อนที่ 3 ของสถานีไฟฟ้าย่อยฝาง

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤดาภรณ์ [1] เสนอแนวทางการจัดเก็บข้อมูลระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System ,GIS) เพื่อลดความผิดพลาดของ

[1] ข้อมูลทั่วไปของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประจำปี 2555

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูล และสามารถนำมาวิเคราะห์งานวางแผน และออกแบบระบบไฟฟ้า งานบำรุงรักษา งานแก้ไฟฟ้าขัดข้อง งานบริการผู้ใช้ไฟ SCADA และงานก่อสร้างระบบไฟฟ้าได้

วอม และปานจิต [2] นำเสนอการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะที่สุด (Optimal Power Flow , OPF) โดยใช้โปรแกรม MATPOWER โดยให้มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชื่อมต่อเข้ามาที่บัสใดบัสหนึ่งและกำหนดราคาของการผลิตไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ พร้อมทั้งกำหนดให้ปริมาณโหลดมีความแตกต่างกัน 3 ระดับและทดสอบเทียบกับระบบ IEEE 30 บัส

W. Limpananwadi [3] นำระบบการเชื่อมต่อของระบบผลิตไฟฟ้ารายเล็กกับกลุ่มของผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ไม่ไกลจากกัน (Micro-Grid) มาใช้ในพื้นที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ระบบ Micro-Grid สามารถทำงานได้ทั้งโหมดอัตโนมัติและไม่อัตโนมัติ เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของระบบไฟฟ้าในช่วงกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Distribution Generation , DG) ระหว่างช่วงโหลดสูงสุดกับช่วงที่ปริมาณของน้ำในการผลิตไฟฟ้าต่ำสุดได้ ทั้งนี้ในงานวิจัยจะต้องมีการให้ปรับตั้งค่าของอุปกรณ์ป้องกันที่สถานีไฟฟ้าด้วย

เบญจมาภรณ์ [4] ได้พัฒนาโปรแกรมโหลดโฟลว์ (Load flow) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของโรงไฟฟ้าชนิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำต่อระบบจำหน่ายทางด้านแรงดันและกำลังสูญเสียในสายส่ง โดยพิจารณาถึง 5 ปัจจัย คือ ผลของกำลังการผลิต ผลของตำแหน่งที่ตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ผลของโหลดในระบบ ผลของขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และผลของการติดตั้งตัวเก็บประจุให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่ยะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

สราวุธ [5]โปรแกรม PSS-ADEPT 5.0 มาศึกษาผลกระทบต่อระบบจำหน่ายทางด้านแรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าสูญเสีย ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกัน และความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย โดยใช้ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่เทย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ และโรงไฟฟ้าดีเซลอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่ากำลังผลิตของโรงไฟฟ้าที่มากเกินไปจะไม่ส่งผลดีต่อระบบจำหน่ายทำให้แรงดันเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน กำลังไฟฟ้าสูญเสียนั้นลดลงตามกำลังผลิตที่เพิ่มขึ้นและเมื่อเกินกำลังผลิตที่เหมาะสมจะทำให้กำลังสูญเสียเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องศึกษาขนาดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้า ในส่วนความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อมีโรงไฟฟ้าร่วมขนานระบบจำหน่ายส่งผลให้เกิดความไม่สัมพันธ์กันระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันจึงต้องมีการปรับปรุงค่าอุปกรณ์ป้องกันใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดนัย และกฤษณ์ชนม์ [6]ใช้วิธีการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization , PSO) ทดสอบระบบไฟฟ้ามาตรฐาน 33 บัส ของ IEEE และระบบจำหน่ายไฟฟ้า 22 kV อำเภอคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี หาขนาดและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ผลการทดลองพบว่าสามารถหาตำแหน่งของการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กกับระบบไฟฟ้าได้และแรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่ายดีขึ้น

กำพล [7] ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจัดความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายที่มีการต่อเชื่อมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กบนโปรแกรม DELPHI และได้ทดสอบที่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ระดับแรงดัน 22 kV ในสายป้อนที่ 3 ของสถานีไฟฟ้าเกาะโพธิ์ อำเภอบ่อทอง จังหวัดระยอง และนำผลไปวิเคราะห์เทียบกับโปรแกรมสำเร็จรูป PSS/ADEPT และ DIgSILENT โดยโปรแกรมที่ออกแบบจะให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับโปรแกรม PSS/ADEPT

นัฐโชติ และคณะ[8] ใช้โปรแกรม PSS/ADEPT และโปรแกรม MATLAB มาวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าเพื่อหาตำแหน่งการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายในระบบจำหน่ายที่เหมาะสมเพื่อลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบและปรับปรุงแรงดันบัส โดยศึกษา 2 กรณีคือ แบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่กับระบบจำหน่ายและแบบที่ไม่มีและแบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่กับระบบจำหน่าย

วิชิต [9]ได้พัฒนาโปรแกรม การหาตำแหน่งและขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจาย (Optimal Placement of DG , OPDG) ด้วยวิธีการหาค่าเหมาะสมด้วยฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization , PSO) สำหรับระบบจำหน่ายแบบเรเดียลและทดสอบโดยเปรียบเทียบกับวิธีการคัดเลือกทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm , GA) และใช้ระบบไฟฟ้ามาตรฐาน 33 บัส และ 69 บัส ของ IEEE โดยสามารถค้นหาตำแหน่งบัสและขนาดของเครื่องกำเนิดที่เหมาะสมซึ่งทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียจริง และกำลังไฟฟ้าสูญเสียรีแอกทีฟมีค่าต่ำสุดภายในเวลาอันสั้น

สุธีรวัฒน์และคณะ[10]นำเสนอการแก้ไขปัญหาคุณภาพไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEEE Std.1159-1995 และการนำค่าความต้านทานมาต่อกับระบบการต่อลงดิน (Neutral Grounding Resistance , NGR) มีประสิทธิภาพลดลง จากผลกระทบในการเชื่อมต่อของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer , SPP) กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในกรณีที่ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กจ่ายเกิน 3 MW และกรณีที่ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กจ่ายไม่เกิน 3 MW โดยใช้โปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

DIgSILENT ในการวิเคราะห์พบว่า การเชื่อมต่อเกิน 3 MW เข้ากับระบบที่มีการติดตั้ง NGR ขนาด 12.7 Ω ทำให้การแก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage Sag) มีประสิทธิภาพลดลง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อประเมินผลกระทบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพที่จ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายของสถานีไฟฟ้าย่อยฝางในสายป้อนที่ 3 (FAA03) ทางด้านกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่าย และกระแสลัดวงจร

1.3.2 เพื่อเสนอแนวทางการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพที่จ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายของสถานีไฟฟ้าย่อยฝางในสายป้อนที่ 3 (FAA03) ที่เหมาะสม

1. 4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่าย และกระแสลัดวงจร ของสถานีไฟฟ้าย่อยฝาง ในสายป้อนที่ 3 (FAA03)

1.4.2 ใช้ข้อมูลการจ่ายไฟในปี พ.ศ. 2555 จากสถานีไฟฟ้าย่อยฝาง โรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่ใจ และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงผลกระทบของโรงฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพที่จ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายสถานีไฟฟ้าย่อยฝางในสายป้อนที่ 3 (FAA03) ด้านกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายและค่ากระแสลัดวงจร

1.5.2 ได้แนวทางในการวางแผนการเดินเครื่องกำเนิดของไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพที่จ่ายร่วมกับระบบจำหน่ายสถานีไฟฟ้าย่อยฝางในสายป้อนที่ 3 (FAA03)

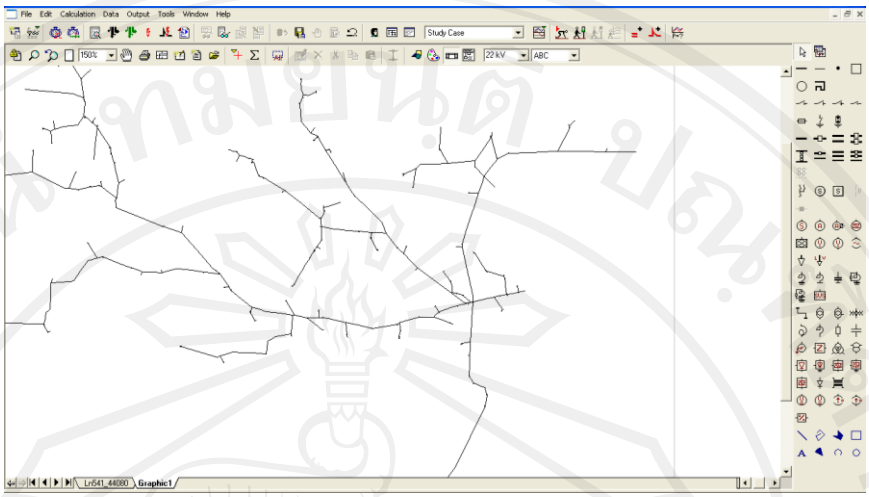
1.6 วิธีการดำเนินการทำศึกษาและแผนการดำเนินการ

1.6.1 วิธีการดำเนินการศึกษา

วิธีการศึกษาปัญหากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายและกระแสลัดวงจรมีขั้นตอนดังนี้

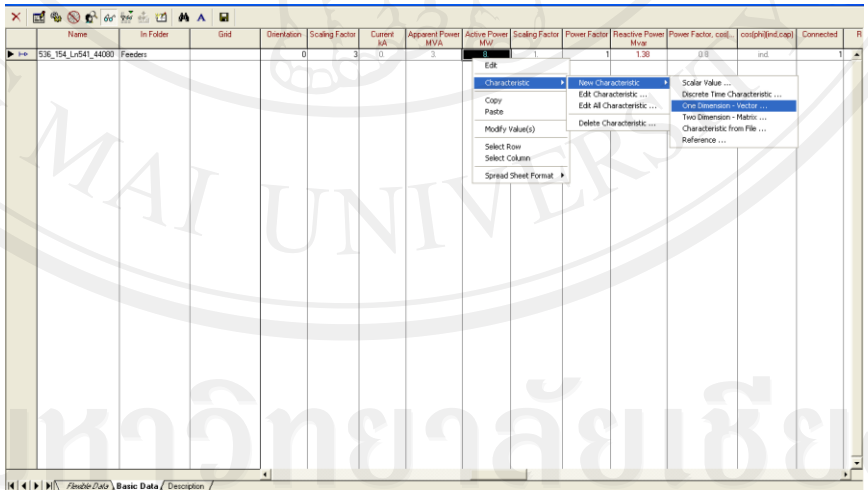
1) นำแบบจำลองของระบบจำหน่ายจากโปรแกรม GIS เข้าโปรแกรม DIgSILENT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



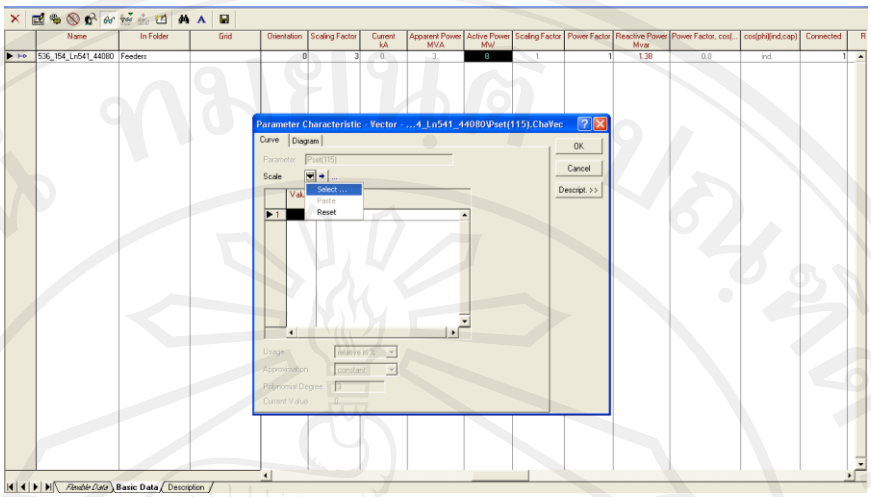
รูปที่ 1.1 การนำแบบจำลองจากโปรแกรมประยุกต์ GIS เข้าโปรแกรม DIgSILENT

2) นำข้อมูลการผลิตไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2555 มาจำลองการไหลของกำลังไฟฟ้าในโหมดการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ Time Sweep ในโปรแกรม DIgSILENT โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณจะใช้ค่ากำลังไฟฟ้า (MW) ของสถานีไฟฟ้าย่อยฝาง โรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่ใจและ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ ในช่วงเวลา 01.00 น. ถึง 24.00 น. ของแต่ละวัน (ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ใช้วันที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของในแต่ละเดือนอ้างอิงจากการกำหนดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

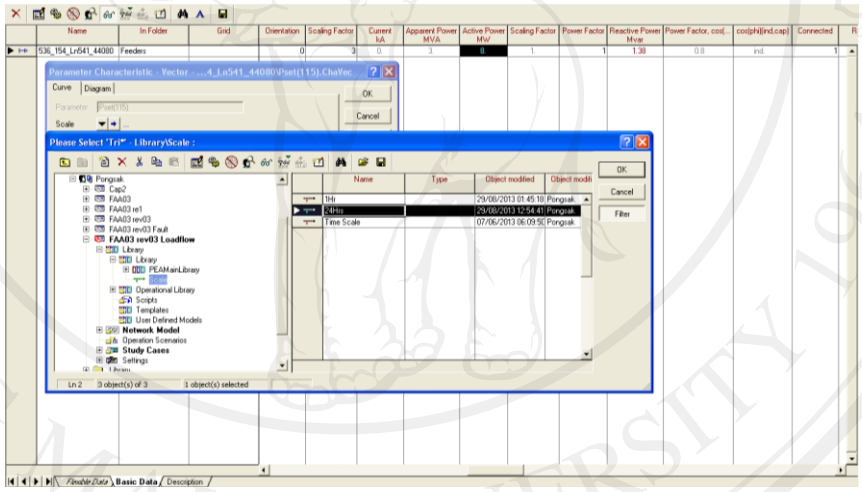


รูปที่ 1.2 การนำข้อมูลการจ่ายไฟของรูปแบบการจ่ายไฟแต่ละรูปแบบในส่วนกำลังไฟฟ้า (MW) เข้าโปรแกรม DIgSILENT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

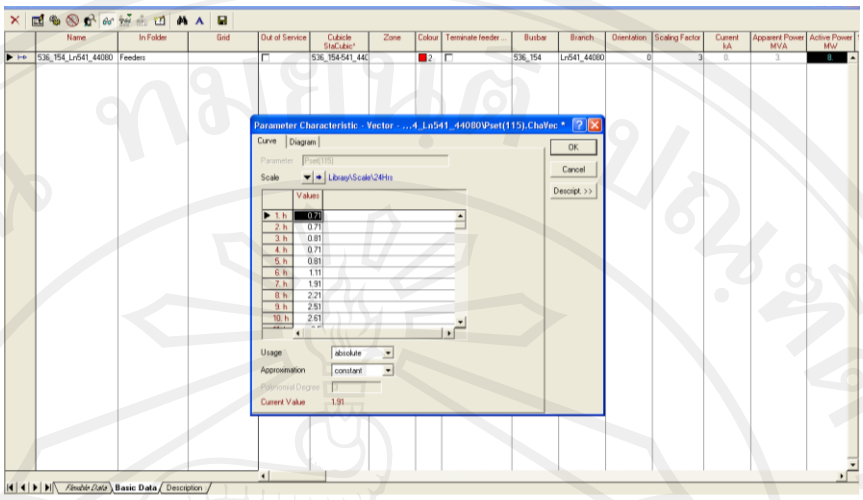


รูปที่ 1.3 การนำข้อมูลการจ่ายไฟของรูปแบบการจ่ายไฟแต่ละรูปแบบในส่วนกำลังไฟฟ้า (MW) เข้าโปรแกรม DIgSILENT (ต่อ)



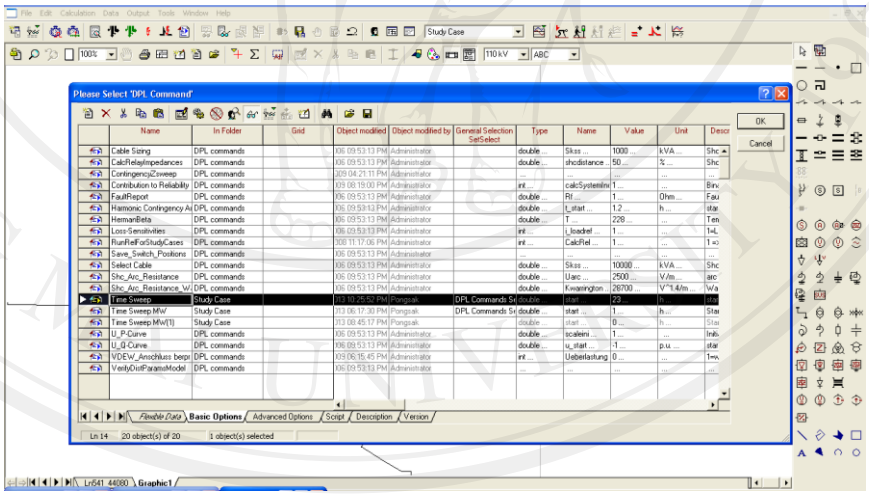
รูปที่ 1.4 การนำข้อมูลการจ่ายไฟของรูปแบบการจ่ายไฟแต่ละรูปแบบในส่วนกำลังไฟฟ้า (MW) เข้าโปรแกรม DIgSILENT (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



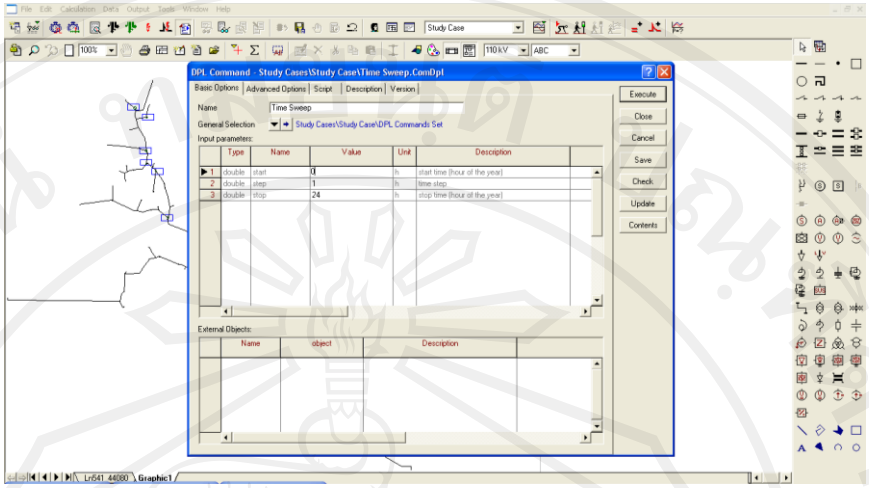
รูปที่ 1.5 การนำข้อมูลการจ่ายไฟของรูปแบบการจ่ายไฟแต่ละรูปแบบในส่วนกำลังไฟฟ้า (MW) เข้าโปรแกรม DIgSILENT (ต่อ)

3) แสดงผลการจำลองโดยใช้โปรแกรม DIgSILENT โดยการเลือกการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ Time Sweep

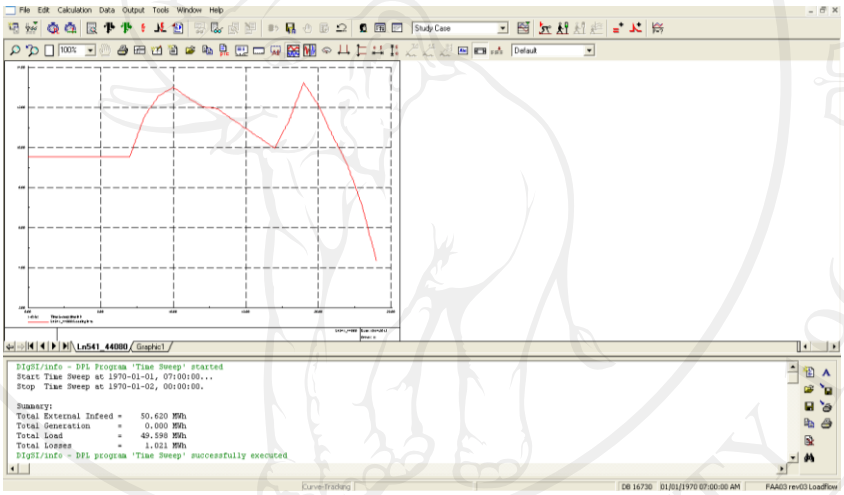


รูปที่ 1.6 การการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ Time Sweep ของโปรแกรม DIgSILENT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



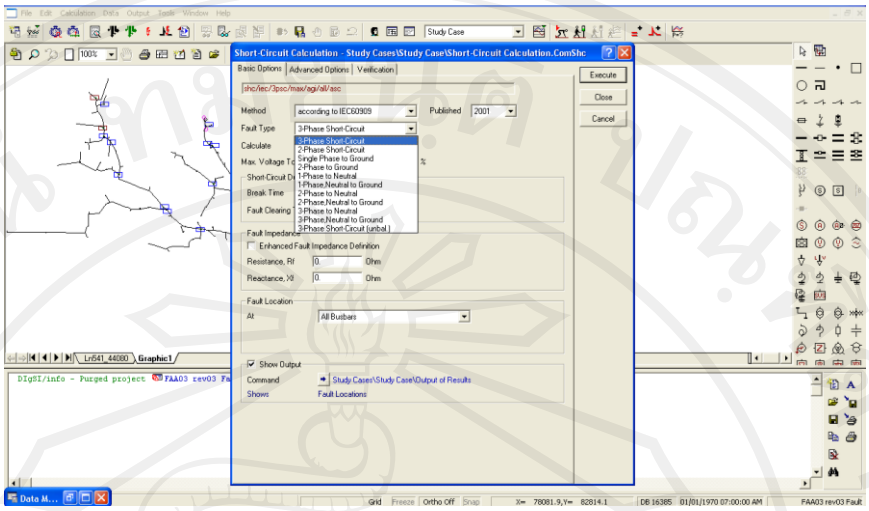
รูปที่ 1.7 การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ Time Sweep ของโปรแกรม DIgSILENT (ต่อ)



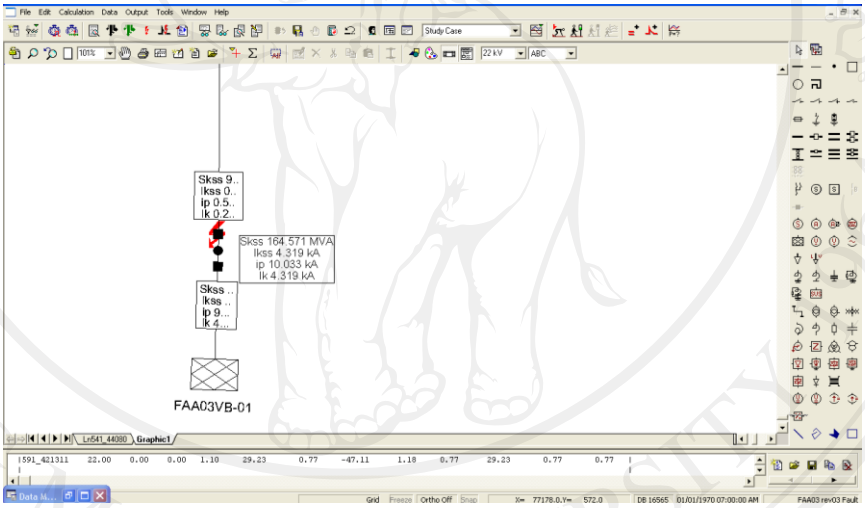
รูปที่ 1.8 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ Time Sweep ของโปรแกรม DIgSILENT

4) หาค่ากระแสลัดวงจรแบบเฟสเดียว (Single Phase to Ground), แบบเฟส-เฟส (2 Phase Short Circuit), และแบบสามเฟส (3Phase Short Circuit) ตามมาตรฐาน IEC 60909 ปี ค.ศ. 2001

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.9 การวิเคราะห์กระแสลัดวงจรตามมาตรฐาน IEC 60909 ปี ค.ศ. 2001 ของโปรแกรม DIgSILENT



รูปที่ 1.10 ผลการวิเคราะห์ค่ากระแสลัดวงจรตามมาตรฐาน IEC 60909 ปี ค.ศ. 2001 ของโปรแกรม DIgSILENT (ต่อ)

5) นำผลการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าและผลการวิเคราะห์ค่ากระแสลัดวงจรโดยโปรแกรม DIgSILENT มาหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของการจ่ายไฟในแต่ละรูปแบบเพื่อหารูปแบบการจ่ายไฟที่เหมาะสม

1.6.2 แผนการดำเนินการศึกษา

1) ศึกษาทฤษฎีการกำหนดเชิงเส้นและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำวิจัย ได้แก่

2.1) ข้อมูลการจ่ายไฟของสถานีไฟฟ้าฝาง ปี พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2) ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่ใจ ปี พ.ศ. 2555

2.3) ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ ปี พ.ศ. 2555

3) สร้างและทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม GIS

4) ใช้โปรแกรม DIgSILENT วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

5) จัดทำและนำเสนอรายงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของการทำการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการ	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษาทฤษฎีการกำหนดเชิงเส้น และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	←	→														
เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำวิจัย	←	—	—	—	→											
สร้างและทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม GIS						←	—	→								
วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม DIgSILENT และสรุปผล										←	—	→				
จัดทำและนำเสนอรายงาน														←	—	→

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved