

การจำลองหาขนาดเครื่องกำเนิดและตำแหน่งติดตั้งในระบบจำหน่าย Approach of Distribution Generator Allocation in Distribution Network for Reducing System

อภาพล มหาวีระ* ภาณุมาศ แสนพวง* ดนัย ทองชวีช** กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์**

*สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
199 ม.3 ถ.พังโคน-วาริชภูมิ อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160 โทรสาร: 0-4277-1391 โทรศัพท์: 0-4277-1392 E-mail: apapol.ma@rmuti.ac.th

**ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: 0-2549-3420 E-mail: dan_tao@hotmail.com

Apapol Mahaveera* Panumat Sanpoung* Danai Thongthawat** Krischonme Bhumkittipich**

*Department Electrical Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan
Sakon Nakhon Campus, 199 Muh 3, Pong-Waritchapum Rd. Pongkon Sakon Nakhon 47160

Tel: 0-4277-1392 Fax: 0-4277-1391 E-mail: apapol.ma@rmuti.ac.th, panumatsanpoung@hotmail.com

**Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

39 Muh 1, Rangsit-Nakhonayok Rd., Wattana, Klong Hok, Thanyaburi Pathum Thani 12110

Tel: 0-2649-3420 E-mail: dan_tao@hotmail.com, paisanboonchiam@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นนำเสนอถึงการจำลองหาขนาดเครื่องกำเนิดและตำแหน่งการติดตั้งในระบบจำหน่าย ระบบไฟฟ้าขนาดเล็กที่นำมาพิจารณานั้นเป็นพื้นที่จากหมู่บ้านฝั่งแดงถึงหมู่บ้านสงเปลือย อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ซึ่งอยู่ในความดูแลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอพังโคน ระบบจำหน่ายขนาด 22 kV 50 Hz เนื่องจากวัดแรงดันไฟฟ้าที่ต้นสายได้เท่ากับ 230 V ที่ปลายสายได้เท่ากับ 185 V เป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงนำข้อมูลของระบบไฟฟ้าขนาดเล็กมาวิเคราะห์หาโหลดโพลล์ และหาตำแหน่งติดตั้งแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทน เพื่อหาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าในระบบด้วยโปรแกรม MATLAB ผ่านโปรแกรมกราฟิกติดต่อกับผู้ใช้ Graphic User Interface (GUI) ผลการทดลองที่ได้คือ เมื่อติดตั้งแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทน 1 ตัวเข้าที่โหนดที่ 3 ขนาด 0.017 MVA จากโหนดทั้งหมด 8 โหนด ผลที่ได้หลังจากติดตั้งแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทนทำให้เสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีคุณภาพดีขึ้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้บวกลบร้อยละ 5 ตามมาตรฐาน IEEE 1159

Abstract

This paper presents the Approach of Distribution Generator Allocation in Distribution Network for Reducing System. The microgrid systems that considered are based on the database from feeder between 2 villages, namely Ban fung dang village and Ban song

plug village respectively. These villages located at Pangkhon district in Sakonakhon province. The distribution system supported by Provincial Electricity Authority (PEA) at 22 KV 50 Hz. However, the real problem is the voltage level measured between sending-end and receiving-end is quite different. In practice, the values of voltage level at sending-end and receiving-end can be measured at 230 V and 185 V respectively. So that the distribution system oftenly faces to shut off for servicing. Accordingly, the load flow analysis with a program MATLAB change the way Graphic User Interface (GUI) has been done to improve the system stability based on the database from PEA. To find the suitable position for installation of the sources of renewable energy has also been done. The main results shows that total node of distribution system from PEA at sample village are 8 nodes. When the renewable system rated 0.017 MVA is additively installed at node # 3. Finally, voltage stability of PEA at sample village is improved and to be accepted within ± 5 percent based on IEEE 1159 standard.

1. บทนำ

การติดตั้งแหล่งจ่ายย่อยหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก (Distributed Generators, DGs) ในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันตามนโยบายการพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืนของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เมืองและชนบทห่างไกลที่มีปัญหาและกำลังการสูญเสียมาก จากรายงานของ CIGRE ประเทศฝรั่งเศส พบว่า การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในประเทศเดนมาร์กและเนเธอร์แลนด์เพิ่มขึ้น 37% และ 40% ตามลำดับ และสถาบันวิจัยระบบ

ไฟฟ้ากำลัง (Electric Power Research Institute, EPRI) แห่งประเทศอเมริกาได้ศึกษาว่าในปี 2010 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจะเพิ่มขึ้นถึง 25% โดยเฉพาะพื้นที่ในเมืองหรือมีผู้อยู่อาศัยหนาแน่นสำหรับประเทศไทยได้แบ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กออกเป็น 3 ระดับคือ 1. Independent Power Producer (IPP) สามารถจ่ายพลังงานได้มากกว่า 90 MW 2. Small Power Producer (SPP) สามารถจ่ายพลังงานได้ระหว่าง 10 ถึง 90 MW 3. Very Small Power Producer (VSPP) สามารถจ่ายพลังงานได้น้อยกว่า 10 MW การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กนอกจากจะติดตั้งเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับระบบแล้วยังเป็นการลดกำลังสูญเสียในระบบไฟฟ้าได้อีกด้วย เพื่อแสดงถึงความสำคัญของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ในการศึกษาครั้งนี้จะแสดงให้เห็นว่าการเลือกตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของเครื่องกำเนิดที่เหมาะสมช่วยให้ลดการสูญเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ติดตั้ง โดยเฉพาะในประเทศไทย จะมีปัญหาเกี่ยวกับการสูญเสียของระบบและเสถียรภาพของแรงดันเป็นอย่างมาก ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งคือเมื่อติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก แล้วเราสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการจ่ายโหลดให้กับระบบได้อีกด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก สามารถถูกพิจารณาเหมือนกับเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาที่เกิดจากการสูญเสียมากของระบบไฟฟ้า ความเชื่อถือต่ำ คุณภาพไฟฟ้าต่ำ หรือ การสูญเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ดังนั้นจึงจะวิเคราะห์หาตำแหน่งและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กจะเป็นวิธีการที่ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายที่ดี

2. ทฤษฎีและหลักการของระบบ

2.1 สายส่งไฟฟ้าแบบเบเรเดียล

สายส่งไฟฟ้าแบบเบเรเดียล คือระบบสายส่งที่มีการป้อนกำลังไฟฟ้าเข้าไปในสายส่งเพียงด้านเดียวและมีสาขาแยก โดยส่วนใหญ่แล้วก็จะกระจายไปยังแหล่งผู้ใช้ไฟฟ้าต่างๆ แบบเป็นเส้นกระจายสำหรับในอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใหม่ๆ นั้น ขนาดของสายส่งจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดที่เท่ากันหมด



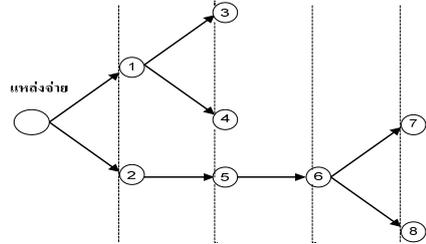
รูปที่ 1 ลักษณะรูปแบบของสายส่ง

จากรูปที่ 1 แสดงการนำไปใช้งานลักษณะของสายส่งแบบเบเรเดียลสามารถนำไปใช้งานได้ดีในระบบการติดตั้งไฟฟ้าในบ้านเรือน เป็นข้อดีในการวางระบบสายส่งแบบนี้เมื่อมีโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในอนาคตก็สามารถที่จะเพิ่มเติมได้ โดยการทำให้ระบบสายส่งเบเรเดียลให้กลายเป็นระบบสายส่งไฟฟ้าแบบวงแหวน (Ring Network) หรือทำให้กลายเป็นระบบไฟฟ้าแบบร่างแห (Mesh Network)

2.2 การจัดลำดับของสายส่งแบบเบเรเดียล

ในระบบจำหน่ายขนาดของแรงดันและมุมเฟสของบัสอ้างอิงจะกำหนดให้มีค่าคงที่ส่วนค่าแรงดันและมุมเฟสของแรงดันที่บัสอื่นนั้นเป็นตัวแปรที่ต้องคำนวณหาเมื่อรับข้อมูลระบบจำหน่ายมาแล้ว เราต้อง

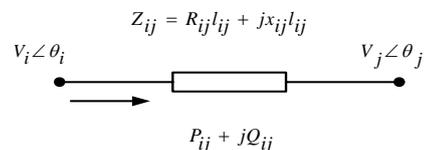
จัดลำดับระบบสายส่ง โดยการจัดลำดับนี้เริ่มจากด้านต้นสายส่งเป็นลำดับไปตั้งรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างสายส่งในระบบจำหน่ายแบบเบเรเดียลมีจำนวนโหนดคือ n โหนด จำนวนสาขา คือ $b = n-1$ สาขา การจัดลำดับสายส่งเริ่มต้นจากรูตโหนดด้านซ้ายมือสุดเรียงกันตามลำดับไปไฟฟ้าทางขวามือแบ่งเป็นชั้นๆ เริ่มต้นจากชั้นที่ 1 ที่ต่ออยู่กับรูตบัสลำดับสายส่งเริ่มต้นนับจากสาขาที่ 1 เรียงกันไฟฟ้าจากบนลงล่างจนครบทุกสาขาชั้นถัดไปจะเริ่มต้นเมื่อทุกสาขาในชั้นที่ 1 ได้จัดเรียงสายส่งเรียบร้อยแล้วที่ชั้นอื่นจะต่อเนื่องกันไปตามหลักการเดียวกันนั้นจนสิ้นสุดที่สาขาสุดท้าย



รูปที่ 2 ลักษณะรูปแบบของสายส่ง

2.3 อิมพีแดนซ์ไดอะแกรม

อิมพีแดนซ์ไดอะแกรม หมายถึง ไดอะแกรมแบบวงจรสมมูลเฟสเดียว (Single phase equivalent circuit) ที่ประกอบด้วยเส้นแสดงเส้น 3 เฟสเส้นหนึ่งและสายนิวทรัลบัส (neutral bus) อีกเส้นหนึ่งที่เชื่อมต่อแหล่งจ่ายและค่าอิมพีแดนซ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไดอะแกรมเส้นเดียว จะใช้ในการคำนวณสมรรถนะของระบบไฟฟ้ากำลังเนื่องจากง่ายต่อการคำนวณ



รูปที่ 3 อิมพีแดนซ์ไดอะแกรมจากแผนภาพเส้นเดียว

จากรูปที่ 3 เขียนแทนด้วยความต้านทานอนุกรมกับรีแอกแตนซ์เนื่องจากโหลดที่มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ล้าหลัง สำหรับเครื่องกำเนิดในไดอะแกรมเส้นเดียวจะต่อแบบวายมีนิวทรัลต่อลงดินผ่านความต้านทานและรีแอกแตนซ์ ในอิมพีแดนซ์ไดอะแกรมจะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากระบบไฟฟ้าที่สมดุลจะไม่มีการแสไหลในนิวทรัลจึงไม่ต้องเขียนอิมพีแดนซ์ไดอะแกรม

3. วิธีการคำนวณ

3.1 โหลดโพลีในระบบจำหน่ายแบบเบเรเดียล

โดยปกติทั่วไปความยาวในระบบจำหน่ายส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของสายส่งระยะสั้น (มีความยาวของสายส่งไม่เกิน 80 กิโลเมตร) และแรงดันในระบบจำหน่ายของสายส่งระยะสั้นจะมีค่าน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับสายส่งในรูปวงจร π แต่เนื่องจากรูปแบบของสายส่งระยะสั้นนั้นจะไม่พิจารณาค่าตัวเก็บประจุที่ต่อขนานอยู่กับสายส่ง แต่ในระบบจำหน่ายที่เป็นสายส่งระยะสั้นจะพิจารณาเฉพาะค่าอิมพีแดนซ์ที่ต่ออนุกรมในสายส่งคุณกับความยาวของสายส่งตั้งรูปที่ 3 รูปแบบของวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวในระบบจำหน่ายโดยสายส่งที่ระบบจำหน่ายจะไม่นำค่านึงถึงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต่อขนานเข้ากับสายส่ง แต่จะพิจารณา

ถึงค่ากำลังไฟฟ้าในสายส่งมีค่ากำลังไฟฟ้าจริงกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏที่โหนด i ไปยังบัส j ดังสมการที่ 1 และ 2

$$P_{ij} = \frac{V_i^2}{R_{ij}} - \frac{V_i V_j}{R_{ij}} \cos \theta_{ij} + \frac{V_i V_j}{X_{ij}} \sin \theta_{ij} \quad (1)$$

$$Q_{ij} = \frac{V_i^2}{X_{ij}} - \frac{V_i V_j}{X_{ij}} \cos \theta_{ij} - \frac{V_i V_j}{R_{ij}} \sin \theta_{ij} \quad (2)$$

จากสมการที่ 1 และ 2 สามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดโพลาร์ของสายส่งรูปแบบเบเรเดียมในระบบจำหน่าย[1] เมื่อให้ N เป็นจำนวนของบัสในระบบจำหน่ายและให้บัสที่หนึ่งคือบัสที่เชื่อมต่อไปยังสถานีจ่ายกำลังไฟฟ้าและทำการพิจารณาแรงดันไฟฟ้าที่โหนดต่างๆ เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าที่จะนำมาเชื่อมต่อในการเชื่อมต่อต่อกำลังไฟฟ้าควรเชื่อมตั้งแต่บัสที่สองเป็นต้นไป ($i=2, \dots, N$) ตามสมการที่ 3 และ 4

$$P_{Li} = -\frac{V_i^2}{R_{ij}} + \left(\frac{V_i V_j}{R_{ij}} \cos \theta_{ij} - \frac{V_i V_j}{X_{ij}} \sin \theta_{ij} \right) \quad (3)$$

$$Q_{Li} = -\frac{V_i^2}{X_{ij}} + \left(\frac{V_i V_j}{X_{ij}} \cos \theta_{ij} + \frac{V_i V_j}{R_{ij}} \sin \theta_{ij} \right) \quad (4)$$

3.2 การคำนวณหากระแสและแรงดันในระบบเบเรเดียม

ในการคำนวณหาค่าของโหลดโพลาร์มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีหลักคือ 1.วิธีแพร่กระจายถอยหลัง Backward sweep และ 2.วิธีแพร่กระจายเดินหน้า forward sweep หลังจากทำการคำนวณจะทำการคำนวณจะตรวจสอบค่าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายในระบบเบเรเดียม เพื่อตรวจค่าของแรงดันไฟฟ้าที่โหนดต่างๆ หลังจากการคำนวณหาค่าของโหลดโพลาร์และผลที่ได้เป็นค่าของกำลังไฟฟ้าสูญเสียของค่ากำลังไฟฟ้าจริงและค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏในระบบจำหน่ายเมื่อใช้กระบวนการดังกล่าว

$$I_i^k = \left(\frac{S_i}{V_i^{(k-1)}} \right) - Y_i V_i^{(k-1)} \quad (5)$$

การคำนวณค่ากระแสในแต่ละสาขาโดยวิธีแพร่กระจายถอยหลังดังสมการที่ 5 การคำนวณกระแสที่เราจะเริ่มให้ขนาดแรงดันเป็น 1 pu. และมุมแรงดันเป็นศูนย์ ที่ทุกๆ โหนดส่วนของการคำนวณกระแสในสายจะเริ่มจากการคำนวณที่เรียกว่าการแพร่กระจายถอยหลัง โดยที่รอบคำนวณที่ k เราจะคำนวณกระแส J ในสายที่สุดท้ายเรื่อยเข้าสู่โหนด (Root node) หรือรูตบัส (Rootbus)

$$V_{L2}^{(k)} = V_{L1}^{(k)} - Z_L J_L^{(k)} \quad (6)$$

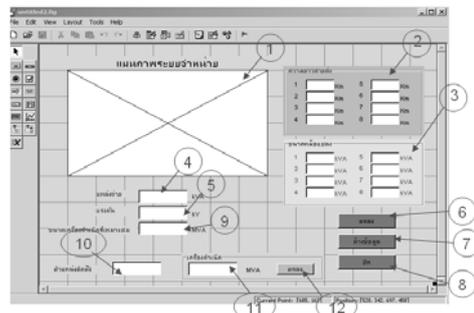
$$V_{ijk} = V_i - I_n \times Z_{ijk} \quad (7)$$

การคำนวณแรงดันจะมีลักษณะการแพร่กระจายแบบเดินหน้า เริ่มต้นจากบัสอ้างอิงหรือรูตโหนดหรือรูตบัส โดยที่ค่าแรงดันกำหนดให้มีค่าคงที่และมุมเฟสเป็นศูนย์ ส่วนค่าแรงดันและมุมเฟสของแรงดันที่บัสอื่นๆ ถัดไปจากบัสอ้างอิงในรอบคำนวณที่ k จะถูกคำนวณค่าแรงดันที่บัสเรื่อยไปสู่บัสสุดท้ายด้วยสมการที่ 6 และ 7

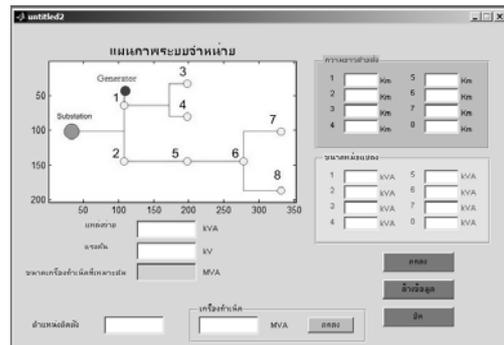
3.3 หลักการวิเคราะห์การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ปัญหาในการหาตำแหน่ง จำนวนและขนาดกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อลดกำลังการสูญเสียในระบบจำหน่ายภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดจำนวนที่มากที่สุดของการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและค่ากำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟารวมสูงสุด มีขอบเขตการวิเคราะห์ปัญหาดังนี้ 1.ขนาดกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำหนดให้มีค่าเป็นจำนวนเต็ม และเครื่องกำเนิดดังกล่าวทำงานเต็มพิกัด 2.เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก 1 ตัวสามารถติดตั้งได้ 1 ตำแหน่ง 3.กำหนดจำนวนสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ 4.กำหนดกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟารวมสูงสุด

4. โปรแกรมที่ออกแบบ



รูปที่ 4 หน้าโปรแกรมที่ออกแบบ



รูปที่ 5 หน้าโปรแกรมที่ทำงานสมบูรณ์

ในรูปที่ 4 อธิบายการใช้งานส่วนต่างๆ ของโปรแกรมโดยมีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้เป็นค่าข้อมูลความยาวของสายส่ง(km) หมายเลข 2 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้เป็นค่าข้อมูลขนาดของหม้อแปลง(kVA) หมายเลข 3 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้เป็นค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย(kVA) หมายเลข 4 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (kV) หมายเลข 5 แสดงรูปแบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในพื้นที่ที่ศึกษา หมายเลข 6 ปุ่มกดสำหรับรันโปรแกรมหาขนาดของเครื่องกำเนิดที่เหมาะสม และพอดกราฟแรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่โหลดใช้งาน กำลังไฟฟ้าจริงที่บัสหม้อแปลงก่อนขนานเครื่องกำเนิด หมายเลข 7 ส่งค่า Output ค่าที่ได้เป็นค่าขนาดของเครื่องกำเนิดที่เหมาะสม (MVA) หมายเลข 8 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้ตำแหน่งติดตั้งเครื่องกำเนิด หมายเลข 9 รับค่าข้อมูล Input จากผู้ใช้ในส่วนนี้เป็นขนาดเครื่องกำเนิดที่จะขนานเข้ากับระบบส่งจ่ายของการไฟฟ้า (MVA) หมายเลข 10 ปุ่มกดสำหรับรันโปรแกรมหาขนาดของเครื่องกำเนิดที่เหมาะสมและพอดกราฟแรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่

โหลดใช้งาน กำลังไฟฟ้าจริงที่บัสหม้อแปลงหลังขนานเครื่องกำเนิด หมายเลข 11 ปุ่มกดสำหรับลบข้อมูลทั้งหมดในหน้าโปรแกรม หมายเลข 12 ปุ่มกดสำหรับปิดหน้าต่างโปรแกรมทั้งหมด ส่วนรูปที่ 5 เป็นหน้าโปรแกรมที่เตรียมพร้อมใช้งานสำหรับพื้นที่การศึกษา ต้นทางบ้านฝั่งแดงปลายทางบ้านสงเปลือย อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร และรูปแสดงพื้นที่ของกรณีศึกษารูปที่ 1

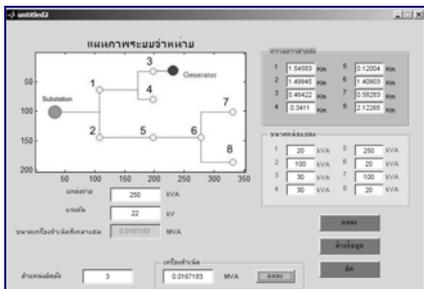
4. ผลการทดลอง

หลังจากที่เขียนโปรแกรมจำลองการหาขนาดและตำแหน่งติดตั้งเครื่องกำเนิดที่เหมาะสม ต้นทางบ้านฝั่งแดง ปลายทางบ้านสงเปลือยในระบบเรเดียล (Radial System) เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยในขั้นตอนต่อไปนี่คือขั้นตอนการทดลองเพื่อจะทดสอบว่าการจำลองการหาขนาดและตำแหน่งติดตั้งเครื่องกำเนิดที่เหมาะสมต้นทางบ้านฝั่งแดง ปลายทางบ้านสงเปลือย ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองตามในตารางที่ 1

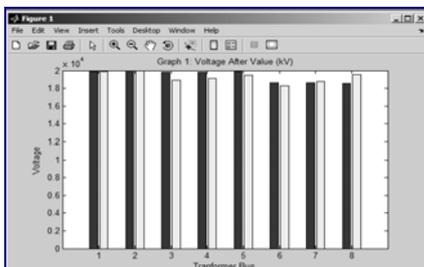
ตารางที่ 1 ขนาดของหม้อแปลงและความยาวของสายส่ง

ตำแหน่ง	หม้อแปลง (kVA)	ความยาวสาย (km)
1	20	1.54583
2	100	1.49945
3	30	0.46422
4	30	0.3411
5	250	0.12004
6	50	1.40903
7	100	0.58283
8	20	2.12265

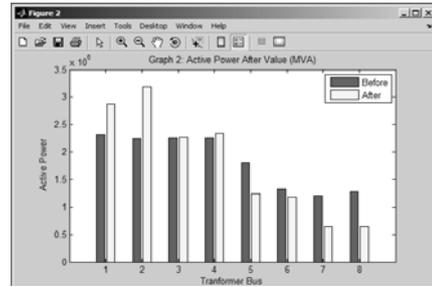
เมื่อทำการกรอกข้อมูลขนาดของหม้อแปลงและความยาวของสายส่งลงในโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการเลือกตำแหน่งติดตั้งเครื่องกำเนิดพร้อมกับสั่งให้โปรแกรมทำงานตามรูปที่ 6, 7, 8 และ 9



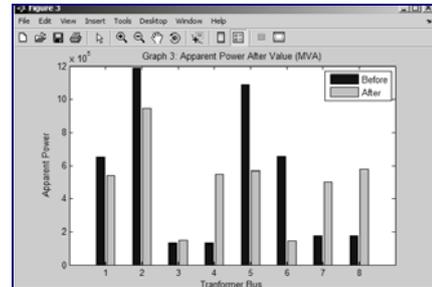
รูปที่ 6 ขนาดของเครื่องกำเนิดและตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม



รูปที่ 7 เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด



รูปที่ 8 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าจริงก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด



รูปที่ 9 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าใช้งานก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด

ในรูปที่ 6 แสดงการกรอกข้อมูลและเลือกตำแหน่งติดตั้งเครื่องกำเนิดที่บัส 3 เนื่องจากเป็นตำแหน่งติดตั้งที่เครื่องกำเนิดที่เหมาะสมที่สุด ส่วนที่รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด ส่วนในรูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าจริงก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด และในรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าใช้งานก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิด

5. สรุป

จากผลการจำลองการหาขนาดของเครื่องกำเนิดและตำแหน่งติดตั้งในระบบจำหน่ายกรณีศึกษา ต้นทางบ้านฝั่งแดง ปลายทางบ้านสงเปลือย อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร เมื่อพิจารณาที่เสถียรภาพด้านแรงดันไฟฟ้าหลังจากติดตั้งเครื่องกำเนิด โดยค่าความแตกต่างของแรงดันก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกำเนิดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยให้มีผลต่างไม่เกิน 10% พบว่า ขนาดที่เหมาะสมมากที่สุดคือบัสที่ 3 เนื่องจากเมื่อติดตั้งแล้วมีผลต่างของแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งในแต่ละบัสหม้อแปลงไม่เกิน 10% อีกทั้งยังเป็นจุดที่สามารถติดตั้งเครื่องกำเนิดที่มีขนาดเล็กที่สุดเพียงทำให้ประหยัดงบประมาณในการติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดและยังสามารถรักษาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าได้ดี

เอกสารอ้างอิง

1. Apapol Mahaveera, Paisan Boonchiam and Somchai Hiranvarodom, "Voltage Stability of Micro-grid Systems Generated by Renewable Energy System," Proceedings of the First Thailand Renewable Energy Community Configuration Conference (TREC), School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 15-16 December 2008, pp. 1-8, 2008.