การศึกษาการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาคในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมจำลอง MATPOWER

Study on the Installation of Capacitors by Particle Swarm Optimization Technique in the Electricity Distribution System using MATPOWER Simulator

สุรพงษ์ แก่นมณี[1*], นรินทร์ กุลนภาดล[2], และ อภิชาติ สังข์ทอง[3]

Surapong Keanmanee[1*], Narin Koolnapadol[2],Apichart Sungthong[3]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลยานยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

[3]สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

[2]Department of Automotive Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

[3]Department of Applied Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

*Email: Keanmanee16@gmail.com

Received: February 07, 2024; Revised: April 17, 2024; Accepted: April 18, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาคที่ช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โปรแกรม MATPOWER ถูกใช้ในการจำลองรูปแบบการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในเงื่อนไขจำนวนตัวเก็บประจุที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายปฐมภูมิที่ต่างกัน ผลของการจำลองพบว่า การติดตั้งตัวเก็บประจุจำนวน 3 ตัวในตำแหน่งบัสที่ 9, 10 และ 13 มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียจาก 28.6 kW ลดลงอยู่ที่ 14.3 kW ซึ่งสามารถลดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียได้ต่ำที่สุดถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการติดตั้งตำแหน่งบัสที่เหมาะสมจะทำให้มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าได้เป็นจำนวนมาก

คำสำคัญ : ตัวเก็บประจุ, ระบบจำหน่ายไฟฟ้า, ฝูงอนุภาค, กำลังไฟฟ้าสูญเสีย

Abstract

The objective of this research is to study the installation of electrical capacitors using particle swarm optimization techniques that reduce the cost of electrical energy losses in the electrical distribution system. Case study: Rajabhat Rajanagarindra University. The MATPOWER program was used to simulate the location and optimal capacitance size of the capacitors. Compare the power losses in terms of the number of capacitors installed in different primary distribution systems. The results of the simulation found that with the intallation of three capacitors at BUS positions 9, 10, and 13, the power loss from 28.6 kW was

reduced to 14.3 kW, which can reduce the electrical power to 50 percent. Therefore, installing proper bus placement will allow Rajabhat Rajanagarindra University to significantly reduce electric energy costs.

Keywords : Capacitors, The Power distribution system, Particle swarm optimization, Power loss

1. บทนำ

เนื่องจากความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์มีแนวโน้มสูงขึ้น อันเป็นผลมาการขยายตัวของตึกและอาคารเรียน จึงส่งผลให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์การไหลของระบบไฟฟ้ากำลังของระบบจำหน่ายไฟฟ้าร่วมกับการหาค่าความจุไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียให้มีค่าต่ำที่สุด จึงมีความสำคัญสำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้า ในการออกแบบให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากขึ้น

สำหรับการออกแบบให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากขึ้นโดยการติดตั้งตัวเก็บประจุ มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดวางตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ใน [1] มีการใช้วิธีการกลุ่มอนุภาคเพื่อกำหนดตำแหน่งและขนาดของตัวเก็บประจุ อย่างไรก็ตามในวิธีการนี้เป็นการหาขนาดตัวเก็บประจุสำหรับระบบไฟฟ้าที่มีโหลดคงที่ ในงานวิจัย [2] มีการพิจารณาโหลดตามช่วงเวลาทำให้ตัวเก็บประจุมีความเหมาะสมมากกว่าที่เป็นแบบโหลดคงที่ อย่างไรก็ตามการพิจารณาเป็นลักษณะของพลังงานสูญเสียเพียงอย่างเดียว ไม่ได้พิจารณาคุณภาพของแรงดันร่วมด้วย [3] นำวิธีการ NSPSO มาใช้ในการหาตำแหน่งและขนาดของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยจะพิจารณาทั้งแรงดันไฟฟ้าและพลังงานสูญเสียในระบบจำหน่าย และมีการพิจารณาโหลดที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาด้วย งานวิจัยที่ [4] นำเสนอการจัดวางตัวเก็บประจุและการหาขนาดตัวเก็บประจุอย่างเหมาะสมเพื่อต่อเข้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ สำหรับโหลดที่พักอาศัย เทียบเคียงกับโหลดเฉลี่ย โดยใช้วิธีการพิจารณาหาค่าเหมาะสมหลายวัตถุประสงค์ ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบ และการเบี่ยงเบนของแรงดันเฉลี่ย โดยทำการทดลองในระบบ 33 บัส แบบเรเดียล ผลการทดสอบทำให้ระบบมีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียลดลงและปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น

การจัดการกำลังไฟฟ้าเสมือน (Reactive Power) สำหรับการวางแผนและดำเนินงานในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นงานสำคัญอย่างหนึ่งของผู้ให้บริการไฟฟ้าเพื่อลดกำลังไฟฟ้าเสมือนและควบคุมขนาดแรงดันบัส การจัดการกำลังไฟฟ้าเสมือน ประกอบด้วยปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุและปัญหาการควบคุม แรงดัน/กำลังไฟฟ้าเสมือน [5] ปัญหาทั้งสองเป็นปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงการจัดซึ่งมีลักษณะเฉพาะบางประการที่ทำให้วิธีการหาค่าเหมาะที่สุดทั่วไปขาดประสิทธิภาพในการหาผลเฉลี่ยเหมาะที่สุด วิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยกลุ่มอนุภาค (หรือเรียกอย่างย่อว่า วิธีกลุ่มอนุภาค) เพื่อแก้ปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุและปัญหาการ ควบคุมแรงดัน/กำลังไฟฟ้าเสมือน [5] ในงานวิจัยนี้ได้เห็นความสำคัญของการหาขนาดและตำแหน่งของการติดตั้งตัวเก็บประจุ เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า จึงได้นำเสนอวิธีการติดตั้งตัวเก็บประจุโดยหาทั้งขนาดและตำแหน่ง ด้วยวิธีการเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (particle swarm optimization : PSO) เปรียบเทียบผลคำตอบโดยการหาตัวเก็บประจุหนึ่งตัว ตัวเก็บประจุสองตัว ตัวเก็บประจุสามตัว ด้วยการใช้โปรแกรม Matpower โดยมีเป้าหมายในการลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ให้มากที่สุด [6] การลดค่าสนามไฟฟ้านั้นสามารถใช้มุมเฟสในการปรับปรุงและหาค่าเหมาะสมที่สุดร่วมกับวิธีการ PSO ในการค้นหาคำตอบ จะทำให้เห็นได้การพิจารณาตัวแปร คือ มุม เฟส และวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด แบบ วิธีการ PSO จะสามารถส่งผลให้คำตอบมีค่าที ค่าที่เหมาะสมที่สุด จะส่งผลต่อการหาคำตอบไม่ว่าจะเป็นเวลาในการหาตำแหน่งคำตอบ หรือความถูกต้องในหาคำตอบ จากที่กล่าวข้างต้น ทั้งหมดนี้โดยใช้วิธีการ PSO ร่วมกับการปรับมุมเฟส โดยการนำค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดจากการจัดเรียงเฟสมาปรับปรุงเพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุด ของคำตอบให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจากการศึกษาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าวิธีการ PSO นั้นสามารถ นำมาใช้ได้จริง

และประสบผลสำเร็จอย่างน่าพอใจในการนำมาใช้เพื่อหาคำตอบเพื่อให้ได้คำ ตอบที่มีค่าที่เหมาะสมที่สุด

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1. เพื่อศึกษาการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาคที่ช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมจำลอง MATPOWER กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

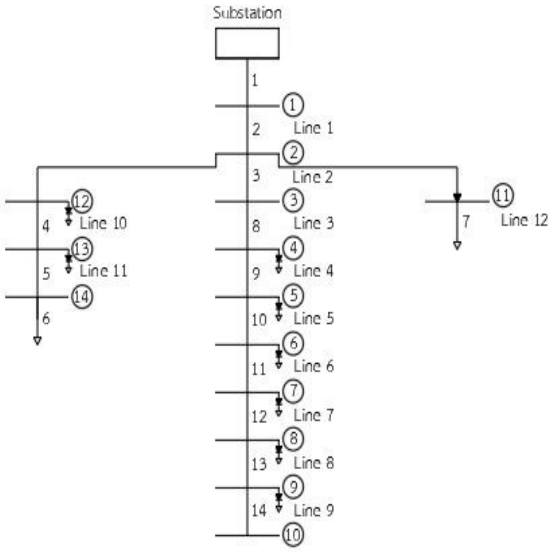
2.2. เพื่อศึกษาผลของการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในกรณีที่จำนวนตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายปฐมภูมิต่างกัน

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ศึกษาแบบแปลนหลักระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

โดยการป้อนระบบข้อมูลเพื่อจำลองระบบจำหน่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์เสมือนจริง มี Base kV = 22 kV. และ Base MVA. = 10 MVA. กำลังไฟฟ้ารวมของโหลด 6.15 MW. และ 4.61 MVar. ตามลำดับ บัสที่ 1 เป็นบัสอ้างอิงและมีการเชื่อมต่อไปยังบัสต่างๆ แสดงการเชื่อมต่อระบบกรณีต่อเป็นแบบลูปปิด แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

3.1.2 โปรแกรม MATPOWER

MATPOWER เป็นชุดโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับ MATLAB โดยเขียนอยู่ในรูปของ M-file ใช้สำหรับวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าและการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม ซึ่งทั้งสองกรณีเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการและวางแผนด้านพลังงานในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โดยเป็นชุดโปรแกรมที่ได้มีการใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า และใช้เพื่อบูรณาการในการวิเคราะห์และการออกแบบในการวิเคราะห์ระบบต่างๆ เพื่อใช้ในงานวิจัยโครงงานของนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งบัสและขนาดพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ทั้งหมดเพื่อป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรมจำลอง MATPOWER

ฟังก์ชันที่ใช้ในการจำลองพลังงานไฟฟ้าและการติดตั้งตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายเขียนให้อยู่ในรูปแบบทั่วไปได้ดังสมการที่ (1)

$$\begin{cases} \min\ f(x,u) \\ st.\quad F(x,u)=0 \\ \qquad G(x,u)\le 0 \end{cases} \tag{1}$$

เมื่อ $f(x,u)$ คือ ฟังก์ชั่นเป้าหมาย x คือ สถานะของระบบจำหน่าย u คือ ตำแหน่งติดตั้งและขนาดของตัวเก็บประจุ

3.2.2 ฟังก์ชันเป้าหมาย (objective function)

ในบทความนี้มีฟังก์ชั่นเป้าหมายสำหรับการหาตำแหน่งติดตั้งและขนาดของพลังงานไฟฟ้าและตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายเพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียและลดแรงดันตกที่ปลายสายของระบบ ดังสมการที่ (2) ซึ่งกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบต่ำสุด (Power loss) หาได้จาก

$$\min f_1(u,x) = P_L \quad (2)$$

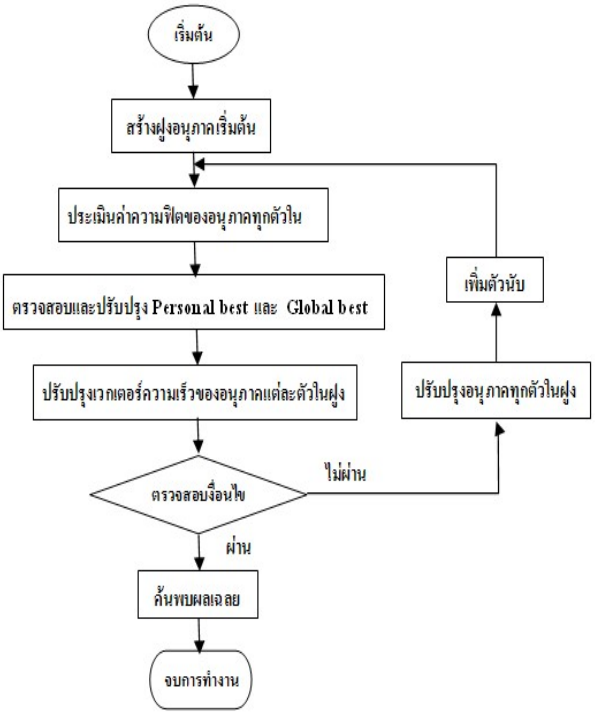
เมื่อ P_L คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่าย (kW)

การกำหนดเงื่อนไขในการจำลอง ประกอบด้วยสมการโหลดโฟล์วของระบบไฟฟ้า และขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าเสมือนของตัวเก็บประจุ ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด-สูงสุดในระบบจำหน่าย และพิกัดกำลังของสายดังสมการที่ (3)

$$\begin{cases} P_G = \sum_{i=1}^{n} P_{LDi} + P_L \\ Q_G = \sum_{i=1}^{n} Q_{LDi} + Q_L \\ Q_{Ci,\min} \le Q_{Ci} \le Q_{Ci,\max} \\ |V_i|_{\min} \le |V_i| \le |V_i|_{\max} \\ |P_{bi}| \le P_{bi,\max} \end{cases} \quad (3)$$

3.3 เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization)

เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยฝูงอนุภาคหรือที่รู้จักกันในนาม Particle Swarm Optimization (PSO) [1] เป็นการจำลองระบบหรือโครงสร้างทางสังคมของกลุ่มสิ่งมีชีวิตอย่างง่าย การรวมกลุ่มทางสังคมของสิ่งมีชีวิตเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะบางประการ เช่น การหาอาหารเพื่อการอยู่รอดของกลุ่ม เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยผลักดันให้ประชากรส่วนใหญ่ในกลุ่มหรือสังคม มีพฤติกรรมที่สอดคล้องกัน ซึ่งมีแผนผังการทำงานของการหาค่าที่เหมาะสมด้วยฝูงอนุภาคดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของการหาค่าที่เหมาะสมด้วยฝูงอนุภาค

Basic PSO เป็นพื้นฐานของ PSO ซึ่งมีอัลกอริทึมที่สำคัญในการปรับตำแหน่งแสดงได้ตามสมการที่ (4) และสมการที่ (5) ส่วนสมการที่ (6) แสดงถึงความเร็วในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค (V) และสมการที่ (8) แสดงถึงตำแหน่งใหม่ของอนุภาค (x) หลังปรับเปลี่ยนตำแหน่งแล้ว

$$V^{new} = W \times V^{old} - c_1 \times \text{rand}() \times (p^{local} - p^{old}) + \ldots \quad (4)$$
$$c_2 \times \text{rand}() \times (p^{global} - p^{old})$$

$$x^{new} = x^{old} + V^{new} \quad (5)$$

ค่าคงที่ความเร่ง c_1 และ c_2 มีผลต่อความเร็วในการลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีที่สุดของตำแหน่งในปัจจุบัน โดยปกติจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 ค่าถ่วงน้ำหนัก $\mathbf{W}$ ทั่วไปค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะถูกกำหนดอยู่ที่ 0.5

$$V^{new} = C \times \left[W \times V^{old} + c_1 \times \text{rand}() \times \left(p^{local} - p^{old} \right) + ... \right.$$
$$\left. c_2 \times \text{rand}() \times \left(p^{global} - p^{old} \right) \right] \quad (6)$$

PSO with Time-Varying Inertia Weight (TVIW) ซึ่งความเร็วในการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค แสดงตามสมการที่ (7)

$$C = \frac{2}{\left| 2 - \phi - \sqrt{\phi^2 - 4\phi} \right|}, where 4.1 \le \phi \le 4.2 \quad (7)$$

ค่าถ่วงน้ำหนัก w ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 0.9 กับ 0.4 และเพิ่มค่า Constriction factor (C) ในสมการความเร็วในการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค แสดงดังสมการที่ (8)

$$w = (w_{max} - w_{min}) \times \left(\frac{k_{max} - k}{k_{max}} \right) + w_{min} \quad (8)$$

โดยที่ w_{min} คือ ขอบเขตล่างของค่าถ่วงน้ำหนัก

w_{max} คือ ขอบเขตบนของค่าถ่วงน้ำหนัก

k คือ รอบการคำนวณปัจจุบัน

k_{max} คือ รอบการคำนวณทั้งหมด

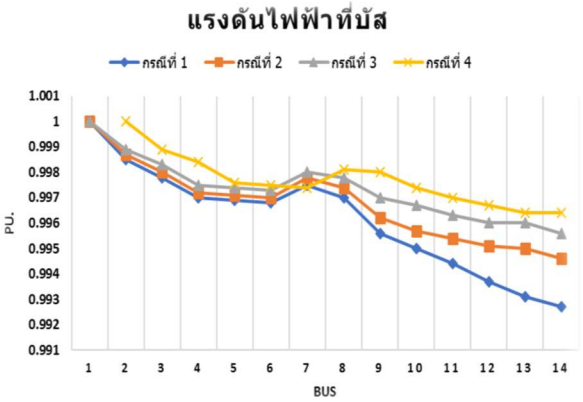
ค่าคงที่ความเร่ง c_1 และ c_2 ของ PSO-TVIW ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 เพื่อเพิ่มความเร็วในการลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีที่สุด PSO with Time-Varying Acceleration Coefficients (TVAC) ได้พัฒนาจาก PSO-TVIW โดยการค่าปรับค่าคงที่ความเร่ง c_1 และ c_2 โดยกำหนดค่า c_1 จาก 2.5 ถึง 0.5 และกำหนดค่า c_2 จาก 0.5 ถึง 2.5 และค่าถ่วงน้ำหนัก w กำหนดให้อยู่ระหว่าง 0.9 กับ 0.4 ค่าคงที่ความเร่ง c_1 และ c_2 แสดงตามสมการที่ (9) และ (10)

$$c_1 = \left(c_{1f} - c_{1i} \right) \left(\frac{k}{k_{max}} \right) + c_{1i} \quad (9)$$

$$c_2 = \left(c_{2f} - c_{2i} \right) \left(\frac{k}{k_{max}} \right) + c_{2i} \quad (10)$$

4.ผลการวิจัย

จากการจำลองการหาตำแหน่งที่ติดตั้งและจำนวนของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมในระบบบัสภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์แบบเรเดียล เพื่อกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบให้มีค่าต่ำสุด (f_1) ด้วยโปรแกรม PSO เมื่อพิจารณาให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบต่ำสุด ได้พิจารณา กรณีที่ 1 คือ ระบบจำหน่ายไฟฟ้าขณะมีโหลดสูงสุด กรณีที่ 2 ติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าจำนวน 1 ตัว กรณีที่ 3 ติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าจำนวน 2 ตัว และกรณีที่ 4 ติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าจำนวน 3 ตัว ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PSO ได้ตำแหน่งและขนาดของกำลังไฟฟ้าแต่ละกรณี ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยกรณีที่ 2 ติดที่บัส 13 มีขนาด ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,500 kVar กรณีที่ 3 ติดที่บัส 10 และ 13 มีขนาดกำลังไฟฟ้า 1,500 kVar และกรณีที่ 4 ติดตั้งที่ตำแหน่งบัส 9,10,13 มีขนาดกำลังไฟฟ้า 1,500 kVar, 1,000 kVar และ 500 kVar จะเห็นได้ว่ากรณีที่ 4 สามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียได้มากที่สุดถึง 49.82 % สามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพระบบไฟฟ้าต่อไป



รูปที่ 3 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งบัสต่างๆ

จากรูปที่ 3 แสดงผลจากการทดลองทั้ง 4 แบบ จากการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้า 14 ตำแหน่ง แรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุดในตำแหน่งบัสที่ 1 และเริ่มลดลงจนกระทั่งมีค่าต่ำที่สุดในตำแหน่งบัสที่ 14 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันทั้ง 4 รูปแบบในการทดลอง สาเหตุจากการติดตั้งเก็บตัวเก็บประจุในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ซึ่งในกรณีการติดตั้งตัวเก็บประจุ 3 ตัวจะมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำที่สุดทั้งนี้ มีขนาดแรงดันไฟฟ้าในตำแหน่งบัสที่ 1 ที่ 1 pu. และตำแหน่งที่ 7 ที่ 0.9975

pu. และตำแหน่งที่ 8 มีค่าเพิ่มขึ้นที่ 0.998 pu. หลังจากนั้นจะค่อยลดลงในตำแหน่ง BUS ที่ 14 มีแรงดันที่ 0.9964 pu.

ตารางที่ 1 ตำแหน่งและขนาดของกำลังไฟฟ้าในแต่ละเงื่อนไขในการจำลองการติดตั้ง

กรณีที่	จำนวนตัวเก็บประจุไฟฟ้า(ตัว)	ตำแหน่ง BUS	ขนาด (kVar)	Ploss (kW)	Loss Reduction (%)
1	-	-	-	28.5	
2	1	13	1,500	22.7	20.35
3	2	10,13	1,500,1,000	16.5	42.11
4	3	9,10,13	1,500,1,000, 500	14.3	49.82

5.สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการติดตั้งตัวเก็บประจุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (particle swarm optimization : PSO) เปรียบเทียบผลคำตอบโดยการหาตัวเก็บประจุหนึ่งตัว ตัวเก็บประจุสองตัว ตัวเก็บประจุสามตัว ด้วยการใช้โปรแกรม Matpower ในการหาตำแหน่งและขนาดเพื่อติดตั้งในระบบจำหน่ายด้านปฐมภูมิมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าและลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์เพื่อให้มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุด การทดลองเพื่อหาตำแหน่งขนาดและตำแหน่งของตัวเก็บประจุไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์สำหรับการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากระบบการติดตั้งสรุปดังนี้ แบบไม่มีตัวเก็บประจุไฟฟ้ามีการสูญเสียโหลดไฟฟ้าสูงสุดทั้งนี้เพราะระบบจำหน่ายได้มีการส่งจ่ายในระยะทางที่ยาวไกลจากแหล่งผลิตไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายต้นทางไปยังแหล่งใช้งาน โดยไม่มีการเสริมกำลังส่งในระบบทำให้เกิดค่าสูญเสียในระบบส่งจ่ายที่ค่อนข้างสูงทำให้ประสิทธิภาพของกำลังไฟฟ้าในการส่งจ่ายเกิดค่าภาวะสูญเสียที่ค่อนข้างมาก กรณีศึกษาที่ 2 ระหว่างสถานีที่อยู่ห่างไกลกันแบบมีตัวเก็บประจุไฟฟ้า 1 ตัวติดตั้งอยู่ในระบบเพื่อเสริมกำลังในระบบส่งจ่ายทำให้ประสิทธิภาพและกำลังไฟฟ้าในระบบเกิดค่าความสูญเสียน้อยลงจากกรณีที่ 1 ประมาณ 20.35 % ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย ลดลงเหลือ 22.7 kW และกรณีศึกษาที่ 3 ระหว่างสถานีที่อยู่ห่างไกลกันแบบมีตัวเก็บประจุไฟฟ้า 2 ตัวติดตั้งอยู่ในระบบเพื่อเสริมกำลังในระบบส่งจ่ายทำให้ประสิทธิภาพและกำลังไฟฟ้าในระบบเกิดค่าความสูญเสียน้อยลงจากกรณีศึกษาที่ 2 ประมาณ 42.11 % ค่า Ploss ลดลงเหลือ 16.5 kW กรณีศึกษาที่ 4 ระหว่างสถานีที่อยู่ห่างไกลกันแบบมีตัวเก็บประจุไฟฟ้า 3 ตัวติดตั้งอยู่ในระบบเพื่อเสริมกำลังในระบบส่งจ่ายทำให้ประสิทธิภาพและกำลังไฟฟ้าในระบบเกิดค่าความสูญเสียน้อยลงจากกรณีศึกษาที่ 3 ประมาณ 49.82 % ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียลดลงเหลือ 14.3 kW ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ระบบกำลังไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ขนาด จำนวนของตัวเก็บประจุและตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายจะช่วยลดค่าความสูญเสียในการจ่ายกำลังไฟฟ้าและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพแก่ระบบส่งจ่ายมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นจากกราฟในการวิเคราะห์กรณีศึกษาแบบที่ 4 ขนาดแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.9964 pu. ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรพงษ์ [7] การให้ระบบชดเชยค่ารีแอคตีฟของระบบควบคุมด้วยคาปาซิเตอร์ทำงาน ซึ่งได้ใช้โปรแกรมการใช้โปรแกรม Matpower ในการหาตำแหน่งคาปาซิเตอร์จะคำนวณหาค่ารีแอคตีฟเพาเวอร์ที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้าที่ต้องการใช้งาน และเมื่อได้ทดลองจำลองการทำงานเพื่อคำนวณค่ารีแอคตีฟเพาเวอร์ได้แล้วจะทำการชดเชยค่ารีแอคตีฟที่ค่าเหมาะสมกับค่ารีแอคตีฟที่ต้องการใช้ในระบบไฟฟ้าถ้าคาปาซิเตอร์สเต็ปที่ 1 ปิดหรือไม่พร้อมใช้งานระบบก็ประมวลผลในการหาค่าชดเชยรีแอคตีฟเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมของในการใช้คาปาซิเตอร์เพื่อติดตั้งในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่ารีแอคตีฟที่เพียงพอต่อระบบไฟฟ้าในการใช้งาน การติดตั้งคาปาซิเตอร์เพื่อชดเชยกำลังไฟฟ้าสูญเสีย คือสิ่งที่จำเป็นในการวางแผนในระบบจำหน่ายเนื่องจากเป็นลดความสูญเสียของกำลังไฟฟ้าซึ่งมีข้อคำนึงในการพิจารณาที่เกี่ยวกับตัวเก็บประจุ ที่จะต้องคำนึงถึงคือ ตำแหน่งการติดตั้ง ชนิด จำนวน และขนาดของตัวเก็บประจุ เพราะมีส่วนสำคัญต่อระดับของแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายด้วย

6.เอกสารอ้างอิง

[1] Falaghi H, Ramezani M, Elyasi H, M. Farhadi, Estebsari A. Risk-Based Capacitor Placement in Distribution Networks. 30 Sep 2022-Electronics-Vol. 11, Iss: 19, pp 3145-3145

[2] Poonklai T, Kongjeen Y, Kerdchuen K, Buayai K. Finding location and size for installing capacitors to reduce electrical energy loss in distribution systems with bus load values changing over a period of time. ESTATON. 2017;21.

[3] Hussain AN, R. Abed W, Yaqoob MM. Distribution System Performance Improvement by Optimal Capacitor Placement and Reconfiguration. Electrical Engineering, Institute of Technology, Technical 2022 International Conference on Data Science and Intelligent Computing (ICDSIC).

[4] NP. Choosakun, PS. Tamkeaw, K. Buayai and K Kerdchuen. Optimal Capacitor Placement in Primary Distribution System Using Load Profile Consideration. RMUTL. Eng. J 2018 ; 46-53

[5] S. Klinklai , Y.Kongchin , Kerdchuen K and Buayai K. Optimal operation setting for voltage controlling of power system. Proceedings of the 10 th Conference of Electrical Engineering Network 2018 (EENET 2018). 36-39

[6] Rankovic,A., Mijailovic, V., Rozgic, D., & Cetenovic, D. (2017). Optimization of electric and magnetic field emissions produced by independent parallel overhead power lines. Serbian Journal of Electrical Engineering, 14(2), 199-216.

[7] Boobpa. C,“Power Factor Correction by Reactive Power Control Method,”Master of Engineering Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Phra Nakhon,2018 (in Thai).