

การหาตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมของ AVR ในระบบจำหน่ายด้านปฐมภูมิด้วย PSO

สาริน ผาสุข¹ กฤตวิทย์ บัวใหญ่² และ กานนท์ เกิดชื่น²

¹ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา 30000 E-mail: p.satin@hotmail.co.th

² สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ : 044-252659

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอวิธีการหาตำแหน่งติดตั้งและปรับแก้ของเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Voltage Regulator , AVR) ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้านปฐมภูมิด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization, PSO) มีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับแรงดันให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยทำการทดสอบกับระบบจำหน่าย 33 บัส เปรียบเทียบกับการคำนวณซ้ำไหลดโฟลว์ (Repetitive Load Flow, RLF) บทความดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผลจาก PSO นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการคำนวณซ้ำไหลดโฟลว์ ซึ่งใช้วิธีในการปรับเปลี่ยนแก้ที่ละชั้น หรือหากมี AVR มากกว่า 1 ตัว ก็จะทำให้การคงตำแหน่งของ AVR ที่ได้ทำการติดตั้งไปก่อนหน้านี้ ซึ่งมีข้อดีอยู่ในการประสานการทำงานระหว่าง AVR แต่ละตัวพร้อมๆกัน

คำสำคัญ เครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ, เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค, ระบบจำหน่าย

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบจำหน่ายเป็นแบบเรเดียล มีระยะของสายส่งยาวและความต้องการจากผู้บริโภคมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาแรงดันปลายสายตก (ต่ำกว่า $\pm 5\%$ ของระดับอ้างอิง) [1] ซึ่งปกติแล้วในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีการแก้ปัญหาด้วยการติดตั้ง AVR [2] บริเวณก่อนถึงจุดที่เกิดแรงดันตก แต่เนื่องจากปัจจุบันปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตำแหน่ง AVR จึงต้องมีการย้ายจุดติดตั้งเพื่อแก้ปัญหให้กับกลุ่มผู้ใช้ไฟที่ได้รับผลกระทบจากแรงดันต่ำกว่าเกณฑ์ การเคลื่อนย้าย AVR มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงต้องพิจารณาจุดติดตั้งที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับระดับแรงดันปลายสาย และเกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

สายส่งที่มีระยะการจ่ายไฟไกล ส่งผลกระทบต่อระดับแรงดันด้านปลายสาย วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีการนำเสนอหลากหลายวิธี เช่น S. Kongtripop และคณะ [3,4] เสนอการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DG) และอุปกรณ์ควบคุมระดับแรงดันอัตโนมัติ (AVR) ติดตั้งระหว่างสายส่ง ทำให้แรงดันปลายสายถูกยกระดับให้กลับมาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน กฤตวิทย์ บัวใหญ่ และคณะ [5] ได้ศึกษาวิธีการติดตั้งตัวเก็บ

ประจุ โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม PSO เปรียบเทียบกับการซ้ำโหลดโพล์ เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย และช่วยลดปัญหาแรงดันปลายสายตก

บทความนี้จึงได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์หาจุดติดตั้ง AVR ที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายด้านปฐมภูมิ โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม PSO (Partical Swarm Optimization) [6] เปรียบเทียบกับวิธีรันซ้ำโหลดโพล์ (Repeatitive Load Flow) [5] มีเป้าหมายในการยกระดับแรงดันไฟฟ้าให้ใกล้เคียงกำลัง หรือมีค่าความเบี่ยงเบนแรงดันที่โหลดบัส (Load Voltage Deviation, LVD) ต่ำที่สุด บทความประกอบด้วยการกำหนดปัญหาในการติดตั้ง AVR เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาคสำหรับการติดตั้งและปรับแก้ AVR ผลการทดสอบ และบทสรุป

2. การกำหนดปัญหาการติดตั้ง AVR

การกำหนดปัญหาการติดตั้ง AVR ในระบบจำหน่ายเขียนให้อยู่ในรูปแบบทั่วไปได้ดังสมการที่ (1)

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

เมื่อ $f(x,u)$ คือ ฟังก์ชันเป้าหมาย

$F(x,u)$ และ $G(x,u)$ คือ เงื่อนไขข้อจำกัด

2.1 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function)

ในบทความนี้มีฟังก์ชันเป้าหมายสำหรับการติดตั้ง AVR ในระบบจำหน่ายด้านปฐมภูมิเพื่อลดแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัส (Load Voltage Deviation, LVD) ดังสมการ (2)

$$\min f(x,u) = LVD \quad (2)$$

เมื่อ $f(x,u)$ คือ ฟังก์ชันเป้าหมาย

x คือ สถานะของระบบจำหน่าย

u คือ ตำแหน่งติดตั้งและแท็ปของ AVR

$$\text{และ } LVD = \sqrt{\frac{NB}{\sum_{i=1}^{NB} (V_i - V_{ref})^2}} \quad (3)$$

เมื่อ LVD คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดบัส (p.u.)

V_{ref} คือ แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง (1 p.u.)

V_i คือ แรงดันไฟฟ้าที่บัสต่างๆ (p.u.)

2.2 เงื่อนไข (constraints)

- สมการโหลดโพล์ของระบบไฟฟ้า

$$P_G = \sum_{i=1}^n P_{LDi} + P_L \quad (4)$$

เมื่อ P_G คือ กำลังไฟฟ้าจริงของระบบจำหน่าย, P_{LDi} คือ กำลังไฟฟ้าจริงที่โหลดบัส, P_L คือ กำลังไฟฟ้าจริงสูญเสีย

$$Q_G = \sum_{i=1}^n Q_{LDi} + Q_L \quad (5)$$

เมื่อ Q_G คือ กำลังไฟฟัรืแอกทีฟของระบบจำหน่าย, Q_{LDi} คือ กำลังไฟฟัรืแอกทีฟที่โหลดบัส, Q_L คือ กำลังไฟฟัรืแอกทีฟสูญเสีย

- ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด-สูงสุดที่บัส

$$|v_i|_{\min} \leq |v_i| \leq |v_i|_{\max} : v_i \text{ คือ แรงดันไฟฟ้า} \quad (6)$$

- พิกัดกำลังของสาย

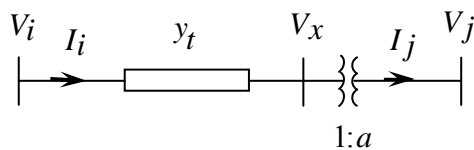
$$|P_{bi}| \leq P_{bi, \max} : P_{bi} \text{ คือ กำลังไฟฟ้าในสายส่ง} \quad (7)$$

- ค่าปรับตั้งแท็ป ของ AVR

$$1 \leq tap \leq tap_{\max} : tap \text{ คือ แท็ปของ AVR} \quad (8)$$

2.3 แบบจำลองของ AVR

AVR [2] เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่สามารถควบคุมแรงดันอัตโนมัติ สามารถเปลี่ยนแท็ปได้ขณะมีโหลด ซึ่งจะควบคุมแรงดันด้านโหลดให้คงที่ แม้แรงดันต้นกำลังจะเปลี่ยนแปลงก็ตาม



รูปที่ 1 แบบจำลองของ AVR

จากรูปที่ 1 แบบจำลองของ AVR แสดงแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากต้นกำลังไหลผ่าน AVR ซึ่งภายในมีพารามิเตอร์ในตัวอุปกรณ์เอง เมื่อทำการติดตั้ง AVR ในสายส่งจะต้องรวมพารามิเตอร์ของ AVR และของสายส่งเข้าด้วยกัน

$$\text{โดยที่} \quad V_x = \frac{1}{a} V_j \quad ; a = \frac{V_j}{V_x} \quad (9)$$

$$I_i = a I_j \quad ; a = \frac{I_i}{I_j} \quad (10)$$

- เมื่อ V_x คือ แรงดัน ไฟฟ้าด้านต้นกำลัง (Volt)
 V_j คือ แรงดัน ไฟฟ้าด้านโหลด (Volt)
 I_i คือ กระแสไฟฟ้าด้านต้นกำลัง (Amp)
 I_j คือ กระแสไฟฟ้าด้านโหลด (Amp)
 a คือ อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของหม้อแปลง
 y_t คือ ค่าแอมิตแดนซ์ของ AVR (p.u.)

3. เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization: PSO)

เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (PSO) [6] ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี 1995 โดย Kennedy และ Eberhart เป็นวิธีค้นหาแบบสุ่มโดยอาศัยหลักการการเลียนแบบพฤติกรรมของสัตว์สังคม วิธีการดังกล่าวถูกศึกษาพัฒนาอย่างต่อเนื่อง Yao และ Chen [7] ได้นำเสนอ APSO (Adaptive particle swarm optimization) อัลกอริทึมที่สำคัญในการปรับตำแหน่งให้เหมาะสม แสดงได้ตามสมการ (11) และสมการ (12) โดยสมการ (11) แสดงถึงความเร็วในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค (V) และสมการที่ (12) แสดงถึงตำแหน่งใหม่ของอนุภาค (x) หลังปรับเปลี่ยนตำแหน่ง

$$V^{new} = W \times V^{old} + c_1 \times \text{rand}() \times (p^{local} - p^{old}) + \dots \\ c_2 \times \text{rand}() \times (p^{local} - p^{old}) \quad (11)$$

$$x^{new} = x^{old} + V^{new} \quad (12)$$

โดยที่ V^{new} คือ ความเร็วในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค

c_1 และ c_2 คือ ค่าคงที่ความเร่ง มีค่าระหว่าง 0 กับ 4

p^{local} คือ ตำแหน่งที่ดีที่สุดของอนุภาคที่ถูกพบ

p^{old} คือ ตำแหน่งเดิมของอนุภาคที่ถูกพบ

x^{new} และ x^{old} คือ ตำแหน่งใหม่และตำแหน่งเดิมของอนุภาค

W คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก ขอบเขตจะถูกกำหนดอยู่ระหว่าง 0.4 กับ 0.9 ค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะทำให้คำตอบมีความหลากหลาย โดยสมการในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักนี้ แสดงได้ดังสมการ (13)

$$W = W_{\max} - \frac{W_{\max} - W_{\min}}{k} t \quad (13)$$

โดยที่ w_{\min} และ w_{\max} คือ ขอบเขตบนและล่างของค่าถ่วงน้ำหนัก

t คือ รอบการคำนวณปัจจุบัน

k คือ รอบการคำนวณทั้งหมด

3.1. การหาค่าตำแหน่งติดตั้ง AVR ด้วยโปรแกรม PSO

การหาค่าตำแหน่งติดตั้งและแท็ป AVR ด้วยโปรแกรม PSO โดยกำหนดตัวแปร 2 ตัว (u_1 , u_2) และจำนวนซ้ำ 1000 รอบโดยให้

u_1 แทนตำแหน่งติดตั้ง มีขอบเขตอยู่ที่ สาขาที่ 2 ถึง สาขาที่ N

$$2 \leq u_1 \leq N \quad ; \quad N = 32$$

u_2 แทนค่าของแท็ป AVR มีขอบเขตอยู่ที่ 1 ถึง tap_{max}

$$1 \leq u_2 \leq tap_{max} \quad ; \quad tap_{max} = 21$$

มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นที่ 1: รับข้อมูลสาขา ข้อมูลบัส และขอบเขตของแรงดันที่บัส

ขั้นที่ 2: คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเพื่อหาค่าแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัส (LVD) ของระบบจำหน่าย

ขั้นที่ 3: สุ่มประชากรเริ่มต้นของอนุภาคกับสุ่มตำแหน่งและสุ่มความเร็วในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของอนุภาค โดยตั้งค่ารอบตัวนับซ้ำ $k = 0$

ขั้นที่ 4: แต่ละอนุภาคหากแรงดันบัสอยู่ในขอบเขตที่กำหนดของการคำนวณค่าแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัส (LVD) ดังสมการ (2)

ขั้นที่ 5: แต่ละอนุภาคเปรียบเทียบค่าเป้าหมายกับอนุภาคที่ดีที่สุดถ้าค่าเป้าหมายต่ำกว่า p_{best} ให้กำหนดค่าปัจจุบันนี้เป็น g_{best} และบันทึกตำแหน่งของอนุภาคที่สอดคล้อง

ขั้นที่ 6: เก็บค่าที่ดีที่สุดของแต่ละอนุภาคไว้ในตัวแปร p_{best} และเก็บค่าที่ดีที่สุดของอนุภาคทั้งหมดไว้ในตัวแปร g_{best}

ขั้นที่ 7: ปรับปรุงความเร็วและตำแหน่งของอนุภาคโดยใช้สมการ (11) และ (12) ตามลำดับ

ขั้นที่ 8: ถ้าจำนวนรอบถึงขีดจำกัดสูงสุดให้ไปที่ขั้นตอนที่ 9 ถ้าไม่เช่นนั้นให้ตั้งค่ารอบ $k = k + 1$ และกลับไปยังขั้นตอนที่ 4

ขั้นที่ 9: แสดงผลลัพธ์ฟังก์ชันเป้าหมายที่ดีที่สุดสำหรับตำแหน่งติดตั้งและแท็ปของ AVR ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้สอดคล้องกับระบบให้มีค่าแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัสต่ำที่สุด

สำหรับการติดตั้ง AVR ด้วยโปรแกรม PSO จำนวน 2 ตัว จะทำการหาค่าตำแหน่งติดตั้งและแท็ปของ AVR ทั้ง 2 ตัวพร้อมกัน

3.2. การหาค่าตำแหน่งติดตั้ง AVR ด้วยการคำนวณซ้ำโหลดโฟลว์

การติดตั้ง AVR ด้วยวิธีการคำนวณซ้ำโหลดโฟลว์ (Repetitive Load Flow, RLF) มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

ขั้นที่ 1: วิเคราะห์โหลดโฟลว์ กรณีระบบปกติ (ไม่ติดตั้ง AVR)

ขั้นที่ 2: ติดตั้ง AVR ในระบบจำหน่าย

ขั้นที่ 3: เปลี่ยนแปลงการปรับแก้ AVR โดยเพิ่มทีละ step เพื่อคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดบัสรวม (LVD) โดยคำนวณโหลดโพลว์

ขั้นที่ 4: บันทึกขนาดและตำแหน่งติดตั้ง AVR ที่ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดบัส (LVD) ของแรงดันรวมต่ำที่สุด

ขั้นที่ 5: เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัส (LVD) แต่ละรอบการคำนวณ แทนค่าตำแหน่งและแท็ป AVR ด้วยค่าใหม่ ที่ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัสต่ำสุด

ขั้นที่ 6: จำนวนซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3 ถึงขั้นตอนที่ 5 ทุกสาขาจนถึงสาขาสุดท้าย

ขั้นตอนดังกล่าวนี้ใช้สำหรับติดตั้ง AVR 1 ตัว กรณีติดตั้ง AVR 2 ตัว จะกำหนดตำแหน่งและปรับตั้งแท็ปของ AVR ตัวที่ 1 คงที่ตามผลการคำนวณครั้งที่ 1 แล้วทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งและปรับตั้งแท็ปของ AVR ตัวที่ 2 ในลำดับถัดไป

4. ผลการดำเนินการติดตั้ง AVR

ระบบที่ทำการทดสอบเป็นระบบจำลองมาตรฐาน 33 บัส [8] มี Base kV = 12.66 kV. และ Base MVA = 10 MVA กำลังไฟฟ้ารวมของโหลด 3.72 MW และ 2.3 MVar

โปรแกรมโหลดโพลว์ใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน (Newton-Raphson) ใน MATPOWER [9] ร่วมกับ PSO เพื่อการวิเคราะห์หาตำแหน่งและแท็ปของ AVR ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งในระบบจำหน่าย ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณซ้ำโหลดโพลว์

ข้อกำหนดและเงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์หาตำแหน่งและแท็ป ของ AVR ที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

- ระบบทดสอบคือ 33 บัส แบบเรเดียล
- แท็ปของ AVR มีขอบเขตตั้งแต่ 1 ถึง tap_{max} ; $tap_{max} = 21$
- AVR มีขนาดแรงดันแต่ละแท็ปเท่ากับ 1.25% ของแหล่งจ่าย [2] โดยแท็ปที่ 1 มีค่า $a=1.023$ แท็ปที่ 21 มีค่า $a=0.770$
- พิกัดแรงดันมีขอบเขตอยู่ที่ 0.95 ถึง 1.05 p.u. ($\pm 5\%$)

ทดสอบการหาตำแหน่งติดตั้งและแท็ปของ AVR ในระบบจำหน่าย IEEE 33-bus เพื่อหาแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัสต่ำที่สุดด้วยโปรแกรม PSO เปรียบเทียบกับการคำนวณซ้ำโหลดโพลว์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณี มีผลการทดลองดังตารางที่ 1 และ 2 ดังนี้

กรณีที่ 1 ติดตั้ง AVR 1 ตัว การหาตำแหน่งติดตั้งด้วย PSO และ RLF ได้ตำแหน่งติดตั้ง AVR ในสาขา 5 และแท็ป 12

กรณีที่ 2 ติดตั้ง AVR 2 ตัว การหาตำแหน่งติดตั้งด้วย PSO ได้ตำแหน่งติดตั้ง AVR ตัวที่ 1 ติดตั้งสาขา 5 แท็ป 12 และ AVR ตัวที่ 2 ติดตั้ง สาขา 9 แท็ป 5 ส่วนวิธี RLF ได้ตำแหน่งติดตั้ง AVR ตัวที่ 1 ติดตั้งสาขา 5 แท็ป 12 และ AVR ตัวที่ 2 ติดตั้ง สาขา 32 แท็ป 6

ตารางที่ 1 ผลการหาค่าตำแหน่งติดตั้ง AVR ที่เหมาะสมที่สุดจากทุกกรณี

Method	AVR 1		AVR 2		Vmax	Vmin
	branch	AVR tap	branch	AVR tap		
Base case					1.00@1	0.90@18
กรณี:1 ติดตั้ง AVR 1 ตัว ในระบบจำหน่าย IEEE 33-bus						
PSO	5	12			1.018@6	0.96@5
RLF	5	12			1.018@6	0.96@5
กรณี:2 ติดตั้ง AVR 2 ตัว ในระบบจำหน่าย IEEE 33-bus						
PSO	5	12	9	5	1.018@6	0.96@5
RLF	5	12	32	6	1.027@33	0.96@5

หมายเหตุ @ หมายถึง ตำแหน่งบัส

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัสและกำลังไฟฟ้าสูญเสีย ก่อน-หลัง การติดตั้ง AVR

Method	LVD (p.u.)	Ploss (MW)	Voltage improvement (%)	Loss reduction (%)
Base case	0.134	0.211		
กรณี:1 ติดตั้ง AVR 1 ตัว ในระบบจำหน่าย IEEE 33-bus				
PSO	0.009	0.2055	93.28	2.61
RLF	0.009	0.2055	93.28	2.61
กรณี:2 ติดตั้ง AVR 2 ตัว ในระบบจำหน่าย IEEE 33-bus				
PSO	0.006	0.2067	95.52	2.04
RLF	0.009	0.2056	93.28	2.56

จากตารางที่ 1 พบว่าก่อนการติดตั้ง AVR แรงดันไฟฟ้าในระบบต่ำสุด 0.90 p.u. ที่บัส 18 และสูงสุด 1.0 p.u. ที่บัส 1 หลังจากการติดตั้ง AVR จำนวน 1 ตัว ที่บัส 5 ปรับตั้งแท็ป 12 ทำให้มีระดับแรงดันต่ำสุด 0.96 p.u. ที่บัส 5 และแรงดันไฟฟ้ามียุคสูงสุด 1.018 p.u. ที่บัส 6

สำหรับกรณีติดตั้ง AVR 2 ตัว ด้วยโปรแกรม PSO แรงดันต่ำสุด 0.96 p.u. อยู่ที่บัส 5 และสูงสุด 1.018 p.u. ที่บัส 6 ส่วนวิธีการคำนวณซ้ำโหลดโพลว์ (RLF) แรงดันต่ำสุด 0.90 p.u. ที่บัส 5 และสูงสุด 1.027 p.u. ที่บัส 33

และจากตารางที่ 2 พบว่าการติดตั้ง AVR มีผลต่อการลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยมาก ทั้งกรณีติดตั้ง โดย PSO และ RLF

5. สรุป

การติดตั้ง AVR ในระบบจำหน่าย 33 บัส ด้วยโปรแกรม PSO เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณซ้ำ โหลดโพลว์ พบว่าค่าแรงดันเบี่ยงเบนรวมของโหลดบัสถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นจากสภาวะปกติก่อนการติดตั้ง AVR สำหรับกรณีการติดตั้ง AVR หลายตัว พบว่าผลจากโปรแกรม PSO มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีคำนวณซ้ำ โหลดโพลว์ ซึ่งใช้วิธีการปรับเปลี่ยนทีละ step หรือหากมี AVR มากกว่า 1 ตัว ก็จะทำให้การคงตำแหน่งของ AVR ตัวแรกไว้แล้วทำการหาตำแหน่งถัดไป ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณที่ต้องใช้เวลามาก ยุ่งยากและมีข้อด้อยในการประสานการทำงานระหว่าง AVR แต่ละตัวพร้อมๆกัน

ผลการทดลองพบว่าเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฝูงอนุภาค (PSO) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปรับปรุงระดับแรงดันในระบบจำหน่าย นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้สำหรับติดตั้ง AVR จำนวนหลายตัวร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ หรือ กรณีพิจารณาเป็นแบบวัตถุประสงค์หลายอย่าง (Multi-objective)

เอกสารอ้างอิง

- [1] The national energy policy committee, “Service standard of Provincial Electricity Authority”, 2 Nov 1999. <http://www.eppo.go.th/power/pw-QS-standardservice.html>
- [2] Provincial Electricity Authority, “Voltage Regulator Training Documents”,
- [3] S. Kongtrip, T. Kasirawat, C. Pongsriwat “Effect of Voltage Variation From Distributed Generation on Very Long Distribution Line with Multiple Voltage Regulators.” IEEE, 2009
- [4] S. Kongtrip, T. Kasirawat, C. Pongsriwat “Effect of Distributed Generation on Very Long Distribution Line with Automatic Voltage Regulator.” IEEE, 2009
- [5] กฤตวิทย์ บัวใหญ่, อิศริย์ วงศ์ศรีใส, ชัยเชษฐ ใหญ่โต, ภาคภูมิ พรหมรินทร์ “Optimal Capacitor Placement in 33-Bus Radial Distribution System by PSO” Electrical Engineering Network Conference of Rajamangala University of Technology, 3-5 April 2012, pp.257-260.
- [6] J. Kennedy and R. C. Eberhart, “Particle swarm optimization” Proc. IEEE international conf. on neural networks, pp. 1942-1948, Nov. 1995.
- [7] Y. Li, D. Yao, and W. Chen, “Adaptive Particle Swarm Optimizer for Beam Angle Selection in Radiotherapy Planning,” *IEEE International Conference on Digital Object Iden*, vol. 1, no. July, pp. 421-425, 2005.
- [8] M. Kasha, V. Ganapathy, G. Jasmon, and M. Buhari, “A novel method for loss minimization in distribution networks,” in *Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies, 2000. Proceedings. DRPT 2000. International Conference on*, 2000, no. 603, pp. 251–256.
- [9] A. Sekar, “MATPOWER-A MATLAB Power System simulation package,” *Computer Engineering*, pp. 230-233

สาธิต ผาสุข สำเร็จการศึกษา วศ.บ. (ไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง) จาก ม.อบ. และกำลังศึกษา วศ.ม. (ไฟฟ้า) ที่ มทร. อีสาน ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งวิศวกรที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 นครราชสีมา งานวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลัง

กฤตวิทย์ บัวใหญ่ สำเร็จการศึกษา วศ.บ. (ไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง) จาก รม. วศ.ม. (ไฟฟ้า) มข. และ D.Eng. (Energy , Electric Power System Management) จาก AIT ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มทร.อีสาน งานวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า คุณภาพไฟฟ้า และการจัดการระบบไฟฟ้ากำลัง

กานต์ เกิดชื่น สำเร็จการศึกษา วศ.บ. (ไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง) จาก รม. วศ.ม. (ไฟฟ้า) มข. และ D.Eng. (Energy , Electric Power System Management) จาก AIT ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มทร.อีสาน งานวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลัง การหาค่าที่เหมาะสม และการบริหารจัดการพลังงาน

บทความนี้คัดเลือกลงจากการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้าราชชมงคล EENET 2013 ดีพิมพ์ออนไลน์ ใน JPPE เมื่อ 24 กรกฎาคม 2556