บทที่ 4

วิธีการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้จะเป็นการวิเคราะห์และศึกษาระบบไฟฟ้ากำลัง และหากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังในสภาวะปกติ สำหรับเป็นข้อมูลในการวางแผนการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเพื่อทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลังมีค่าต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขการดำเนินการของระบบไฟฟ้ากำลัง ทั้งนี้จะทำการศึกษาระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล จากนั้นจะศึกษาถึงผลของจำนวนของโรงไฟฟ้าชีวมวล ที่มีต่อกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลัง

4.1 วิธีการศึกษา

ในการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล วิธีการค้นหาเป็นการจำลองการทำงานบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE เพื่อให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ต่ำที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ทำการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย ในระบบสายส่งกำลังไฟฟ้า ของระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE ก่อนทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยใช้โปรแกรม Power World Simulator ในการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย โดยการพิจารณาของระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสจะทำการศึกษาที่ความต้องการกำลังไฟฟ้าที่ 80 % 100 % 105 % 110 % 115 % และ 120 % ตามลำดับ

4.1.2 ทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยการกำหนดขนาด 5 % 10 % และ 15 % เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE

4.1.3 ทำการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมดของระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE หลังการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลที่กำหนดไว้

4.1.4 ทำการหาตำแหน่งและจำนวนของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เหมาะสมที่สุด ที่สามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัส 30 บัสและ 118 บัสของ IEEE

4.2 ขั้นตอนการศึกษา

4.2.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ในการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

4.2.2 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE ที่มีการกำหนดขนาด 5 % 10 % และ 15 % ของความต้องการกำลังไฟฟ้า และพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบไฟฟ้ากำลัง

4.2.3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัสของ IEEE ที่มีการกำหนดขนาด 5 % 10 % และ 15 % ของความต้องการกำลังไฟฟ้า และพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบไฟฟ้ากำลัง

4.2.4 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบไฟฟ้ากำลัง 118 บัสของ IEEE ที่มีการกำหนดขนาด 5 % 10 % และ 15% ของความต้องการกำลังไฟฟ้า และพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบไฟฟ้ากำลัง

4.2.5 ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้ โดยทำเป็นตารางเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ ในขณะที่ยังไม่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล และในขณะที่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ และประเมินผลเพื่อหาข้อสรุปของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ในตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม

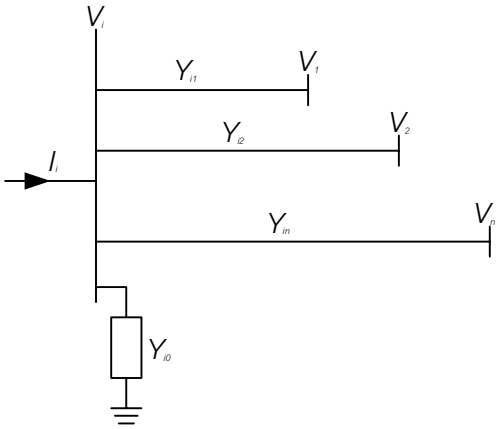
4.2.6 สรุปผลที่ได้และจัดทำรูปเล่มรายงานวิทยานิพนธ์

4.3 Problem formulation

ในการพิจารณาหากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายเมื่อทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเข้ากับระบบไฟฟ้ากำลัง สามารถคำนวนหากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลโดย พิจารณาชนิดบัสของระบบไฟฟ้ากำลังดังภาพที่ 4-1 เพื่อคำนวณในรูปของ Y_{bus} จากกฎของกระแสไฟฟ้า Kirchoff Current Law สามารถเขียนได้ในสมการที่ 4-1 และสมการที่ 4-2

ภาพที่ 4.1

วงไฟฟ้ากำลังในรูปของ Y_{bus}



$$I_i = Y_{i0} V_i + Y_{i1} (V_i - V_1) + Y_{i2} (V_i - V_2) + ... + Y_{in} (V_i - V_n) \quad (4\text{-}1)$$

$$= (Y_{i0} + Y_{i1} + Y_{i2} + ... + Y_{in}) V_i - Y_{i1} V_1 - Y_{i2} V_2 - ..... - Y_{in} V_n \quad (4\text{-}2)$$

หรือ

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^{n} Y_{ij} - \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j \qquad j \neq i \quad (4\text{-}3)$$

ค่ากำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าเสมือนที่บัส i คำนวณได้ในสมการที่ 4-3 และสมการที่ 4-4

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \quad (4\text{-}4)$$

หรือ

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} \quad (4\text{-}5)$$

แทนค่า I_i ในสมการที่ 4-3 ได้

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^{n} Y_{ij} - \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j \qquad j \neq i \tag{4-6}$$

ในการแก้ไขปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าที่ไม่เป็นสมการเส้นตรงสามารถแก้ไขได้หลายวิธีโดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีของนิวตัน–ราฟสันในการแก้ไขปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้า จากสมการที่ 4-2 สามารถเขียนเป็นสมการที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์ดังสมการที่ 4-7

$$I_i = \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j \tag{4-7}$$

จากสมการจะได้

$$I_i = \sum_{j=1}^{n} \left|Y_{ij}\right|\left|V_j\right| \angle \theta_{ij} + \delta_j \tag{4-8}$$

แทนค่า I_i จากสมการที่ 4-8 ในสมการที่ 4-3 จะได้

$$P_i - jQ_i = \left|V_i\right| \angle -\delta_i \sum_{j=1}^{n} \left|Y_{ij}\right|\left|V_j\right| \angle \theta_{ij} + \delta_j \tag{4-9}$$

ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าชีวมวล มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียมีค่าต่ำที่สุด ตามสมการที่ 4-10 ภายใต้เงื่อนไขตามสมการ 4-11 ถึง 4-16 ดังนี้

$$\text{Minimize } P_{Loss} = \sum_{i=1}^{N} P_{Gi} - \sum_{i=1}^{N} P_{Di} \tag{4-10}$$

เงื่อนไขสมการ

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} \left|V_i\right|\left|V_j\right|\left|Y_{ij}\right| \cos(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \tag{4-11}$$

$$Q_i = -\sum_{j=1}^{n}|V_i||V_j|Y_{ij}\sin(\theta_{ij}-\delta_{ij}) \quad (4\text{-}12)$$

$$P_{Gi,min} \le P_{Gi} \le P_{Gi,max}, \forall i \in NG \quad (4\text{-}13)$$

$$Q_{Gi,min} \le Q_{Gi} \le Q_{Gi,max}, \forall i \in NG \quad (4\text{-}14)$$

$$|Sl_i| \le Sl_{i,max}, \forall i \in N_l \quad (4\text{-}15)$$

$$V_{i,min} \le V_i \le V_{i,max}, \forall i \in N \quad (4\text{-}16)$$

เมื่อ

P_L : กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ
P_{Gi} : กำลังไฟฟ้าที่ผลิต
P_{Di} : กำลังไฟฟ้าที่ต้องการใช้
P_{Lk} : กำลังไฟฟ้าสูญเสียของสายส่ง k,
g_k : ความนำไฟฟ้าของสายส่ง k ,
θ_i : มุมเฟสของแรงดันที่บัส i,
θ_j : มุมเฟสของแรงดันที่บัส j ,
N_l : เซตดัชนีระบบบัส,
P_i : กำลังไฟฟ้าจริงที่บัส i,
Q_i : กำลังไฟฟ้าเสมือนที่บัส i,
$|V_i|$: ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส i,
$|V_j|$: ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส j ,
Q_{Gi} : กำลังไฟฟ้าเสมือนที่ผลิตจากบัส i,
P_{Gi} : กำลังไฟฟ้าจริงที่ผลิตจากบัส i,
Sl_i : กำลังไฟฟ้าปรากฏที่ไหลในสายส่งไฟฟ้าเส้นที่ i,
θ_{ij} : ขนาดมุมขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,

Y_{ij} : ขนาดขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,

δ_{ij} : ขนาดแรงดันต่างเฟสระหว่างบัส i และบัส j ,

NG : เซตของดัชนีระบบบัสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า,

N : เซตของดัชนีของระบบบัส.

4.4 การใช้วิธีการอบเหนียวในการหาตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

ขั้นตอนการทำงานจะเป็นการทำงานแบบวนซ้ำโดยในแต่ละรอบจะประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มจากคำตอบปัจจุบันเพื่อสร้างคำตอบใหม่ที่ใกล้เคียง(Neighborhood) กับคำตอบปัจจุบัน (Current solution)เมื่อคำตอบใหม่ถูกสร้างขึ้นจะคำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมายหรือฟังก์ชันต้นทุน เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับให้เป็นคำตอบปัจจุบันหรือไม่ หากคำตอบใหม่ดีกว่าคำตอบปัจจุบันก็จะถูกยอมรับให้เป็นคำตอบปัจจุบันแทน แต่ถ้าคำตอบใหม่ไม่ดีกว่าคำตอบในปัจจุบันก็อาจจะถูกยอมรับได้โดยใช้กฎบนพื้นฐานความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ (Boltzman's probability) คือ จะมีการสุ่มตัวเลข δ ในช่วง 0-1 ขึ้นมาและถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta C/T)}$ ก็จะยอมรับคำตอบใหม่ (เมื่อ ΔC คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันต้นทุนของคำตอบทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และ T คือ อุณหภูมิและ δ คือค่าความน่าจะเป็นของโบสต์ซมันน์ซึ่งมีค่าในช่วง 0-1)

หากนำวิธีการอบเหนียวมาแก้ปัญหาการหาตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เหมาะสม อาจจะสามารถพิจารณาว่ามีวัตถุประสงค์ที่ต้องพิจารณาตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เป็นไปได้อยู่จำนวนหนึ่ง โดยเป้าหมายคือต้องการหาตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ทำให้ได้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายที่ต่ำสุดตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลเริ่มต้นก็จะถูกสร้างขึ้นโดยการสุ่มจากตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่เป็นไปได้ตามวัตถุประสงค์ ส่วนค่าเริ่มต้นของฟังก์ชันต้นทุน (C_O) และอุณหภูมิ (T_O) จะถูกคำนวณค่าออกมา ลำดับต่อไปก็จะมีการสร้างตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลใหม่โดยวิธีสุ่มตามวัตถุประสงค์ แล้วทำการสลับที่การจัดเรียงจากนั้นทำการคำนวณค่าฟังก์ชันต้นทุนที่เปลี่ยนไป (ΔC) ถ้า $\Delta C \leq 0$ ตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลใหม่ก็จะถูกยอมรับ อย่างไรก็ตาม ถ้า $C \leq e^{(-\Delta C/T)}$ และทำการสุ่มค่าตัวเลข δ ในช่วง 0 – 1 ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta C/T)}$ ตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลใหม่จะถูกยอมรับและหลังจากดำเนินการสลับที่ในตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวลปัจจุบัน อุณหภูมิก็จะลดลงด้วยอัตราการลดอุณหภูมิที่กำหนด r โดย $T_k = T_{k-1} * r$ เมื่อ $0 \leq r < 1$ และ k เป็นเลขจำนวนจริง

การกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial)

ทำการสุ่มหาผลคำตอบเริ่มต้นจากคำตอบที่เป็นไปได้ กำหนดให้เป็นผลคำตอบปัจจุบันและนำผลไปเก็บเป็นผลคำตอบที่ดีที่สุด และกำหนดค่า k =1 (เมื่อ k คือดัชนีจำนวนรอบ) โดยคำตอบจะถูกเก็บไว้ในรูปเวกเตอร์ ดังแสดงตามภาพที่ 4.2 ทั้งนี้ในแต่ละตำแหน่งของคำตอบจะแสดงตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวลและขนาดของคำตอบแสดงจำนวนโรงไฟฟ้าชีวมวล

ภาพที่ 4.2
แสดงภาพการสุ่มหาผลคำตอบเริ่มต้น

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ 10 \\ 14 \end{pmatrix}$$

การลดอุณหภูมิ (Cooling schedule)

การลดอุณหภูมิเป็นขั้นตอนช่วยให้คำตอบวิ่งเข้าหาจุดเหมาะสม โดยขั้นตอนการลดอุณหภูมิจะต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งที่จะทำการหาคำตอบในรอบนั้นๆ เมื่อครบจำนวนก็จะลดค่าอุณหภูมิลงตาม ดังแสดงในสมการที่ (4-9)

$$T_k = r^k T_1 \qquad (4\text{-}9)$$

เมื่อ

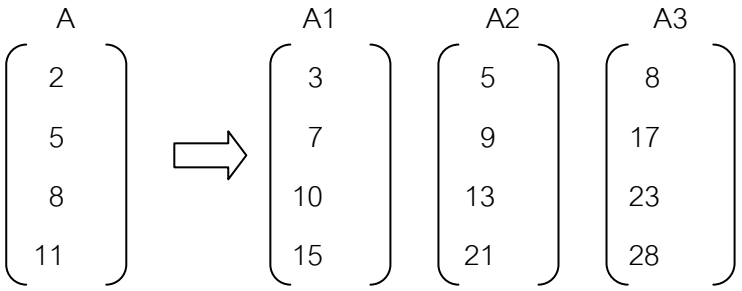
T_k : อุณหภูมิของรอบที่ k,
r : อัตราการลดของอุณหภูมิ
T_1 : ค่าอุณหภูมิเริ่มต้น

การสร้างคำตอบใกล้เคียง (Perturbation)

เป็นขั้นตอนการสุ่มเพื่อสร้างผลคำตอบใกล้เคียงให้กับผลคำตอบปัจจุบัน โดยนำผลคำตอบใกล้เคียงที่ได้จากการสุ่มมาคำนวณค่าฟังก์ชันเป้าหมายเปรียบเทียบกับผลคำตอบปัจจุบัน ถ้าผลคำตอบใกล้เคียงมีค่าน้อยกว่าผลคำตอบปัจจุบัน ให้แทนเป็นผลคำตอบปัจจุบันแล้วเก็บเป็นผลคำตอบที่ดีที่สุด ถ้าผลคำตอบใกล้เคียงมีค่ามากกว่าผลคำตอบปัจจุบัน ให้คงผลคำตอบปัจจุบันไว้ ตัวอย่างเช่น เมื่อกำหนดค่า A เป็นผลคำตอบปัจจุบันและ A1,A2 และ A3 เป็นผลคำตอบใกล้เคียงที่ได้จากการสุ่ม เมื่อผลคำตอบใกล้เคียงมาคำนวณฟังก์ชันเป้าหมาย ถ้าผลคำตอบใกล้เคียงมีค่าน้อยกว่าให้นำไปเป็นผลคำตอบปัจจุบัน จากภาพที่ 4.3 ถ้า A1 ที่ได้จากการสุ่มมีค่าน้อยกว่า A ให้นำไปเป็นผลคำตอบปัจจุบันและให้เป็นผลคำตอบที่ดีที่สุด และตรวจสอบค่า k_T ครบตามจำนวนหรือไม่ ถ้าไม่ครบตามจำนวนให้ทำการสุ่มต่อ (เมื่อ k_T คือดัชนีผลคำตอบใกล้เคียง)

ภาพที่ 4.3

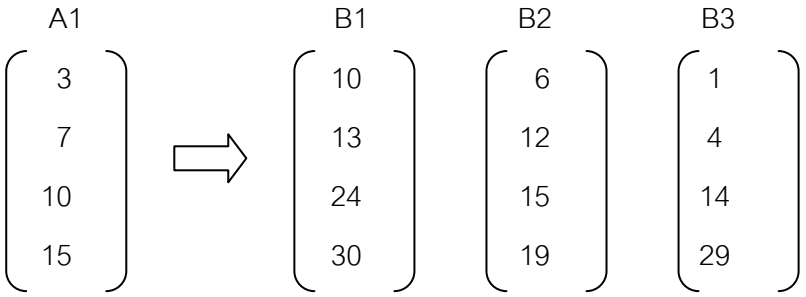
แสดงภาพการสุ่มหาผลคำตอบใกล้เคียงตัวอย่างที่ 1



จากภาพที่ 4.3 กำหนดให้ A เป็นผลคำตอบปัจจุบัน และ A1,A2,A3 เป็นผลคำตอบใกล้เคียงที่ได้จากการสุ่ม ให้นำผลของคำตอบใกล้เคียง A1 แทนลงในผลคำตอบปัจจุบัน แล้วทำการสุ่มหาคำตอบใกล้เคียงต่อดังนี้

ภาพที่ 4.4

แสดงภาพการสุ่มหาผลคำตอบใกล้เคียงตัวอย่างที่ 2



จากภาพที่ 4.4 กำหนดให้ A1 เป็นผลคำตอบปัจจุบัน และ B1,B2 ,B3 เป็นผลคำตอบใกล้เคียงที่ได้จากการสุ่ม และนำผลของคำตอบใกล้เคียงมาคำนวนฟังก์ชันเป้าหมาย ถ้าผลคำตอบใกล้เคียงมีค่าน้อยกว่าผลคำตอบปัจจุบัน ให้แทนลงในผลคำตอบปัจจุบัน

การยอมรับความน่าจะเป็น (Probability of acceptance)

เป็นขั้นตอนสำหรับพิจารณาความเป็นไปได้ในการยอมรับผลของคำตอบ ในกรณีผลคำตอบใกล้เคียงมีค่าไม่ดีกว่าผลคำตอบปัจจุบัน หลักการหาจะคำนวณโดยใช้การกระจายความเป็นไปได้ของโบลต์ซมันน์ ซึ่งมีหลักการพิจารณาดังนี้

1. สุ่มค่า δ ในช่วง 0-1
2. ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta C/T)}$ จะยอมรับผลคำตอบใกล้เคียง และแทนลงในผลคำตอบปัจจุบัน
3. ถ้า $\delta > e^{(-\Delta C/T)}$ จะไม่ยอมรับผลคำตอบใกล้เคียง ให้คงผลคำตอบปัจจุบันไว้

การหยุดการค้นหา (Terminatation criteria)

ในขั้นตอนของการหยุดการค้นหาจะกำหนดเงื่อนไขได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. หยุดการค้นหาเมื่อไม่มีการปรับปรุงคำตอบที่ดีที่สุด เท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้
2. หยุดการค้นหาเมื่อรอบของการคำนวณครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4.5 ขั้นตอนการใช้วิธีการอบเหนียวหาตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

ในการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยใช้การค้นหาด้วยวิธีการอบเหนียวสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : สุ่มหาผลของตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าชีวมวล ตั้งค่าผลคำตอบเริ่มต้นของโรงไฟฟ้าชีวมวล เก็บไว้เป็นผลคำตอบปัจจุบันและผลคำตอบที่ดีที่สุด และกำหนด k เป็น 1

ขั้นตอนที่ 2 : ตั้งค่า k_T เป็น 1 และคำนวณ T_k จากสมการ 4-9

ขั้นตอนที่ 3 : สุ่มหาคำตอบใกล้เคียงจากคำตอบปัจจุบัน แล้วคำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย เพื่อเปรียบเทียบกับผลคำตอบปัจจุบัน ถ้าผลคำตอบใกล้เคียงดีกว่า ให้แทนผลที่ได้ลงในคำตอบปัจจุบัน แล้วข้ามไปขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 4 : กรณีผลคำตอบใกล้เคียงไม่ดีกว่าผลคำตอบปัจจุบัน ต้องคำนวณค่าความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ และทำการสุ่มตัวเลข δ ในช่วง 0-1

4.1 ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta_{C/T})}$ จะยอมรับคำตอบใกล้เคียง และแทนที่ลงในคำตอบปัจจุบัน

1.2 ถ้า $\delta > e^{(-\Delta_{C/T})}$ จะไม่ยอมรับคำตอบใกล้เคียง และให้คงคำตอบปัจจุบันไว้

เมื่อ Δc คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันเป้าหมายของคำตอบทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

ขั้นตอนที่ 5 : ตรวจสอบ k_T ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 6 ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k_T ขึ้น 1 แล้วกลับไปขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 6 : ตรวจสอบค่า k ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงาน ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k ขึ้น 1 และกลับไปที่ขั้นตอนที่ 2