

TỐI ƯU HÓA VỊ TRÍ VÀ CÔNG SUẤT CỦA CÁC MÁY PHÁT PHÂN TÁN VÀ TỤ BÙ TRÊN LƯỚI PHÂN PHỐI

Trần Văn Hải, Trần Trọng Hiếu*

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

**Email: hieutt@hufi.edu.vn*

Ngày gửi bài: 03/6/2022; Ngày chấp nhận đăng: 13/7/2022

TÓM TẮT

Bài báo này sử dụng thuật toán bầy đàn (PSO) để tối ưu hóa vị trí và công suất của các máy phát phân tán và tụ bù trên lưới phân phối nhằm giảm tổn thất công suất tác dụng và nâng cao ổn định điện áp tại các nút. Để đảm bảo lưới điện vận hành an toàn, hiệu quả và kinh tế, ngoài các điều kiện ràng buộc về phương trình cân bằng công suất của nguồn, tải, máy phát phân tán (DG), tụ bù và tổn thất công suất trên đường dây, thì các ràng buộc về bất phương trình như giới hạn phát công suất của DG, tụ bù, giới hạn điện áp nút được xem xét đưa vào bài toán này. Kết quả thử nghiệm trên lưới điện phân phối IEEE 33 nút với hàm mục tiêu cực tiểu tổn thất công suất tác dụng đã làm sáng tỏ tính hiệu quả của phương pháp đề xuất.

Từ khóa: Lưới phân phối, máy phát phân tán (DG), tụ bù, giảm tổn thất, tối ưu hóa bầy đàn (PSO).

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, việc sản xuất điện từ năng lượng hóa thạch đã và đang gây ra nhiều tác động tiêu cực như ô nhiễm không khí, nước và tăng nhiệt độ môi trường. Vì vậy, giảm sử dụng năng lượng hóa thạch là cần thiết.

Trên thực tế, ở Việt Nam cũng như nhiều nước trên thế giới, các máy phát điện phân tán như điện mặt trời và gió đang được sử dụng phổ biến như là một nguồn năng lượng tái tạo chính bởi vì các lợi ích về kinh tế, kỹ thuật và môi trường của chúng [1].

Tuy nhiên, sự xâm nhập cao của điện mặt trời và gió trong hệ thống phân phối điện dẫn đến một số thách thức đối với lưới điện phân phối như sự ổn định và an toàn của lưới điện, vận hành hệ thống, tổn thất công suất, sóng hài và kinh tế thị trường [2].

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng vị trí và công suất của nguồn phát điện phân tán ảnh hưởng trực tiếp đến lợi ích đạt được từ việc tích hợp chúng vào hệ thống phân phối [3, 4]. Khi vị trí và công suất phát của nguồn phát phân tán không được lựa chọn phù hợp, chúng sẽ gây ra nhiều vấn đề như tăng tổn thất, sụt áp, quá áp, sóng hài cao, chi phí vận hành cao và nhiều vấn đề không mong muốn khác [5, 6]. Do đó, để tối đa hóa được lợi ích kinh tế và đồng thời thỏa mãn vấn đề kỹ thuật thì vị trí và công suất của các nguồn phát tích hợp hệ thống phải được nghiên cứu để lựa chọn và lắp đặt phù hợp. Ngoài ra, để nâng cao chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật cho lưới phân phối có nguồn năng lượng tái tạo thì vấn đề tụ bù cũng được nghiên cứu để lắp đặt ở vị trí thích hợp và chọn dung lượng phù hợp với mạng lưới phân phối điện. Chính vì vậy “Tối ưu hóa vị trí và công suất máy phát phân tán và tụ bù trên lưới phân phối” trở nên cần thiết.

2. THÀNH LẬP BÀI TOÁN

2.1. Cơ sở lý thuyết

2.1.1. Tổn thất công suất tác dụng

Tổn thất công suất tác dụng được tính toán bằng phương trình (1) [7]:

$$PL = \sum_{k=1}^N |I_k|^2 R_k \quad (1)$$

Trong đó: PL là tổn thất công suất tác dụng, I_k và R_k dòng điện và điện trở của nhánh k tương ứng.

2.1.2. Hàm mục tiêu

Hàm mục tiêu của bài báo này là giảm tổn thất công suất tác dụng [7]:

$$f = \min(PL) \quad (2)$$

2.1.3. Điều kiện ràng buộc

Các điều kiện ràng buộc phương trình bao gồm công suất tác dụng và công suất phản kháng của nguồn, tải, máy phát phân tán (DG), tụ bù và tổn thất công suất trên đường dây:

$$P_{SS}^{total} + \sum_{a=1}^{ndg} P_{DG(a)} - \sum_{i=2}^{N_{bus}} P_{load(i)} - PL = 0 \quad (3)$$

$$Q_{SS}^{total} + \sum_{a=1}^{ndg} Q_{DG(a)} + \sum_{b=1}^{ncap} Q_{Cap(b)} - \sum_{i=2}^{N_{bus}} Q_{load(i)} - \Delta Q_{loss}^{total} = 0 \quad (4)$$

Trong đó: P_{SS}^{total} và Q_{SS}^{total} là tổng công suất tác dụng và phản kháng được bơm vào tại nút 1 từ hệ thống điện; $P_{DG(a)}$ và $Q_{DG(a)}$ là công suất tác dụng và phản kháng được cung cấp từ máy phát phân tán (DG) thứ a; $Q_{Cap(b)}$ là công suất phản kháng được cung cấp từ tụ điện thứ b; ndg và ncap tương ứng là tổng số DG và tụ điện lắp đặt trên lưới phân phối; N_{bus} là tổng số nút trong lưới phân phối; ΔQ_{loss}^{total} là tổng tổn thất công suất phản kháng trong lưới điện.

Các điều kiện ràng buộc về bất phương trình [7]:

$$P_{DGj}^{\min} \leq P_{DGj} \leq P_{DGj}^{\max}; \quad (5)$$

$$Q_{DGj}^{\min} \leq Q_{DGj} \leq Q_{DGj}^{\max}; \quad (6)$$

$$|V_i^{\min}| \leq |V_i| \leq |V_i^{\max}| \quad (7)$$

$$Q_{ci}^{\min} \leq Q_{ci} \leq Q_{ci}^{\max}; \quad (8)$$

$$S_{ij} \leq S_{ij}^{\max} \quad (10)$$

Trong đó: $P_{DGj}^{\min}, P_{DGj}^{\max}$ là các giới hạn dưới và trên công suất tác dụng của DG thứ j; $Q_{DGj}^{\min}, Q_{DGj}^{\max}$ là các giới hạn dưới và trên công suất phản kháng của DG thứ j; V_i^{\min}, V_i^{\max} là các

giới hạn dưới và trên của điện áp nút thứ i ; Q_{ci}^{\min} , Q_{ci}^{\max} là các giới hạn dưới và trên của tụ bù ở nút i ; S_{ij}^{\max} là công suất biểu kiến lớn nhất của nhánh ij .

Trong nghiên cứu này, các máy phát phân tán (DG) như điện mặt trời và gió được sử dụng, giới hạn công suất phát của DG: $0 \leq P_{DGj} \leq 2MW$; công suất phản kháng tụ bù: $0 \leq Q_{ci} \leq 2MVar$; điện áp tại các nút: $0.95(pu) \leq |V_i| \leq 1.05(pu)$ [8].

2.2. Thuật toán PSO

2.2.1. Giới thiệu

Thuật toán PSO (Particle Swarm Optimization) – tối ưu bầy đàn (tạm dịch) là một trong những thuật toán xây dựng dựa trên khái niệm trí tuệ bầy đàn để tìm kiếm lời giải cho các bài toán tối ưu hóa trên một không gian tìm kiếm nào đó. PSO là một dạng của các thuật toán tiến hóa quần thể đã được biết đến trước đây như giải thuật di truyền (GA), thuật toán đàn kiến (ACO). Tuy vậy PSO khác với GA ở chỗ nó thiên về sử dụng sự tương tác giữa các cá thể trong một quần thể để khám phá không gian tìm kiếm. PSO là kết quả của sự mô hình hóa việc đàn chim bay đi tìm kiếm thức ăn cho nên thường được xếp vào loại thuật toán có sử dụng trí tuệ bầy đàn. PSO được giới thiệu vào năm 1995 tại một hội nghị IEEE bởi James Kennedy và Russell C. Eberhart [9].

Thuật toán có nhiều ứng dụng quan trọng trong tất cả các lĩnh vực mà ở đó đòi hỏi phải giải quyết các bài toán tối ưu hóa. Để hiểu rõ thuật toán PSO ta hãy xem một ví dụ đơn giản về quá trình tìm kiếm thức ăn của một đàn chim. Không gian tìm kiếm thức ăn lúc này là toàn bộ không gian ba chiều mà chúng ta đang sinh sống. Tại thời điểm bắt đầu tìm kiếm cả đàn bay theo một hướng nào đó, có thể là rất ngẫu nhiên. Tuy nhiên sau một thời gian tìm kiếm một số cá thể trong đàn bắt đầu tìm ra được nơi có chứa thức ăn. Tùy theo số lượng thức ăn vừa tìm kiếm, mà cá thể gửi tín hiệu đến các cá thể đang tìm kiếm ở vùng lân cận, tín hiệu này nhanh chóng lan truyền trên toàn quần thể. Dựa vào thông tin nhận được mỗi cá thể sẽ điều chỉnh hướng bay và vận tốc theo hướng về nơi có nhiều thức ăn nhất. Cơ chế này giúp cả đàn chim tìm ra nơi có nhiều thức ăn nhất trên không gian tìm kiếm vô cùng rộng lớn. Như vậy đàn chim đã dùng trí tuệ, kiến thức và kinh nghiệm của cả đàn để nhanh chóng tìm ra nơi chứa thức ăn.

2.2.2. Lưu đồ giải thuật

Lưu đồ giải thuật thuật toán PSO ở hình 1 được giải thích qua 8 bước tương ứng như sau:

Bước 1: Chọn thông số bài toán như: hệ số phạt, giới hạn trên và dưới của biến phụ thuộc, giới hạn trên và dưới của biến điều khiển, xác định số biến điều khiển. Chọn thông số thuật toán bao gồm: dân số, số vòng lặp lớn nhất, thông số của thuật toán PSO, hệ số gia tốc của PSO.

Bước 2: Khởi tạo vị trí nghiệm phải thỏa giới hạn ràng buộc trên và dưới của các biến, xác định vận tốc.

Bước 3: Hàm đánh giá nghiệm (Fitness): tính biến phụ thuộc cho con thứ i , tính giá trị hàm phạt cho con thứ i , tính khoảng giá trị biến phụ thuộc vượt ra khỏi giới hạn, tính giá trị hàm mục tiêu cho con thứ i , tính hàm Fitness cho con thứ i .

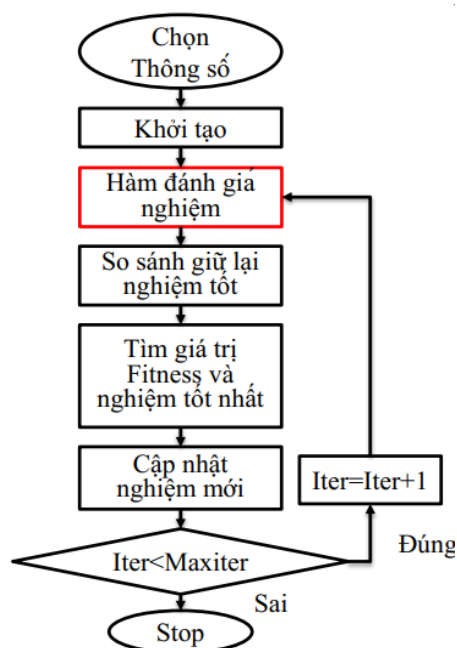
Bước 4: So sánh giữ lại nghiệm tốt: cập nhật nghiệm tốt nhất cho con thứ i tới thời điểm hiện tại, cập nhật giá trị tốt nhất của con thứ i tới thời điểm hiện tại.

Bước 5: Tìm giá trị Fitness và vị trí nghiệm tốt nhất, cập nhật nghiệm tốt nhất, lưu lại đặc tính hội tụ.

Bước 6: Cập nhật nghiệm mới: cập nhật vận tốc cho con thứ i, kiểm tra và sửa lại vận tốc để thỏa giới hạn, cập nhật vị trí mới cho con thứ i, kiểm tra và sửa lại vị trí (biến điều khiển) để thỏa giới hạn.

Bước 7: Nếu điều kiện ngừng lặp thỏa mãn (thông thường là số lượng vòng lặp tối đa), thoát khỏi vòng lặp.

Bước 8: Kết thúc vòng lặp.



Hình 1. Lưu đồ giải thuật thuật toán PSO

2.3. Hàm đánh giá

Hàm đánh giá của các giải pháp có vai trò rất quan trọng để tìm ra các giải pháp tiềm năng cho bài toán tìm vị trí và công suất tối ưu của tụ bù trên lưới phân phối. Nó được thành lập bởi sử dụng hàm mục tiêu và hệ số phạt [10]:

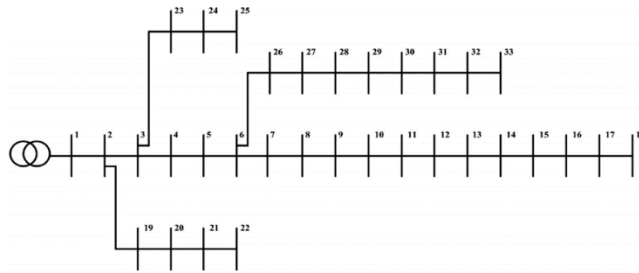
$$Fitness_k = Objective_k + Penalty_k \quad (11)$$

Trong đó: $Fitness_k$ là hàm đánh giá của giải pháp k; $objective_k$ là hàm mục tiêu của giải pháp k; $Penalty_k$ là hệ số phạt (HSP) đối với các biến phụ thuộc (BPT) của giải pháp k khi BPT vi phạm các ràng buộc. Nếu BPT nhỏ hơn BPT dưới (BPT_min) thì $HSP=BPT_min-BPT$; nếu BPT lớn hơn BPT trên (BPT_max) thì $HSP = BPT-BPT_max$; nếu $BPT_min \leq BPT \leq BPT_max$ thì $HSP = 0$.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ BÀN LUẬN

3.1. Thông số hệ thống điện phân phối 33 nút

Sơ đồ hệ thống điện phân phối IEEE 33 nút cho ở Hình 2. Hệ thống có 32 nhánh, 33 nút, và điện áp định mức của hệ thống là 12.66 kV. Thông số đường dây và tải cho ở Bảng 1 [11, 12].



Hình 2. Sơ đồ hệ thống điện phân phối IEEE 33 nút.

Bảng 1. Thông số đường dây và tải của hệ thống điện phân phối IEEE 33 nút

Nhánh số	Từ nút	Tới nút	Điện trở (Ω)	Điện kháng (Ω)	Tải định mức	
					P(kW)	Q(kVAr)
1	1	2	0,0922	0,0477	100	60
2	2	3	0,4930	0,2511	90	40
3	3	4	0,3660	0,1864	120	80
4	4	5	0,3811	0,1941	60	30
5	5	6	0,8190	0,7070	60	20
6	6	7	0,1872	0,6188	200	100
7	7	8	1,7114	1,2351	200	100
8	8	9	1,0300	0,7400	60	20
9	9	10	1,0400	0,7400	60	20
10	10	11	0,1966	0,0650	45	30
11	11	12	0,3744	0,1238	60	35
12	12	13	1,4680	1,1550	60	35
13	13	14	0,5416	0,7129	120	80
14	14	15	0,5910	0,5260	60	10
15	15	16	0,7463	0,5450	60	20
16	16	17	1,2890	1,7210	60	20
17	17	18	0,7320	0,5740	90	40
18	2	19	0,1640	0,1565	90	40
19	19	20	1,5042	1,3554	90	40
20	20	21	0,4095	0,4784	90	40
21	21	22	0,7089	0,9373	90	40
22	3	23	0,4512	0,3083	90	50
23	23	24	0,8980	0,7091	420	200
24	24	25	0,8960	0,7011	420	200
25	6	26	0,2030	0,1034	60	25
26	26	27	0,2842	0,1447	60	25
27	27	28	1,0590	0,9337	60	20
28	28	29	0,8042	0,7006	120	70
29	29	30	0,5075	0,2585	200	600
30	30	31	0,9744	0,9630	150	70
31	31	32	0,3105	0,3619	210	100
32	32	33	0,3410	0,5302	60	40

3.2. Kết quả mô phỏng và bàn luận

Sử dụng phần mềm Matlab 2016 để lập trình, tính toán và mô phỏng kết quả, tổng công suất tác dụng tải là 3,7152 MW, tổng công suất phản kháng tải là 2,3 MVar, tổng tổn thất công suất tác dụng trước khi lắp đặt DG và tụ bù là 210,998 (kW). Kết quả tổn thất công suất tác dụng trên các nhánh trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù được thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 4 tương ứng. Kết quả này được kiểm chứng bằng phần mềm PowerWorld 19 và so sánh tổng tổn thất công suất tác dụng trước khi lắp đặt DG và tụ bù với kết quả bài báo [12] cho kết quả tương tự. Kết quả điện áp tại các nút trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù được thống kê ở Bảng 5.

Bảng 2. Tổn thất công suất tác dụng trên các nhánh trước khi đặt DG và tụ bù

Từ nút	Tới nút	Tổn thất công suất (MW)	Từ nút	Tới nút	Tổn thất công suất (MW)
1	2	0,012301	17	18	0,000054
2	3	0,052077	2	19	0,000161
3	4	0,020053	19	20	0,000832
4	5	0,018850	20	21	0,000101
5	6	0,038565	21	22	0,000044
6	7	0,001946	3	23	0,003182
7	8	0,011873	23	24	0,005144
8	9	0,004266	24	25	0,001288
9	10	0,003634	6	26	0,002602
10	11	0,000565	26	27	0,003330
11	12	0,000899	27	28	0,011305
12	13	0,002721	28	29	0,007836
13	14	0,000744	29	30	0,003897
14	15	0,000364	30	31	0,001594
15	16	0,000287	31	32	0,000213
16	17	0,000257	32	33	0,000013
Tổng tổn thất công suất (MW)					0,210998

Chạy thuật toán PSO với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất công suất tác dụng, vị trí và công suất tối ưu của các DG và tụ bù được xác định trong Bảng 3:

Bảng 3. Vị trí và công suất tối ưu của các DG và tụ bù trên lưới phân phối

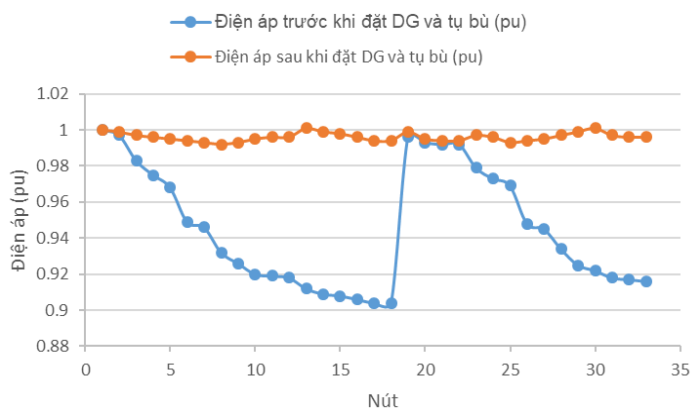
Vị trí	Công suất tụ bù (MVar)	Công suất DG (MW)
13	0,419	0,787
24		1,053
30	1,042	1,046

Bảng 4. Tổng thất công suất tác dụng trên các nhánh sau khi lắp đặt DG và tụ bù

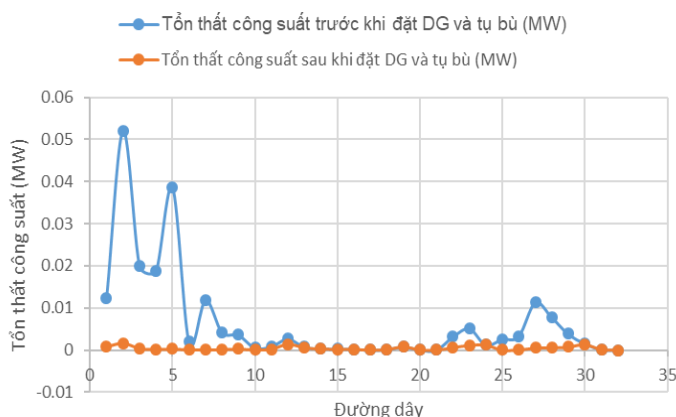
Từ nút	Tới nút	Tổng thất công suất (MW)	Từ nút	Tới nút	Tổng thất công suất (MW)
1	2	0,000826	17	18	0,000045
2	3	0,001669	2	19	0,000160
3	4	0,000429	19	20	0,000828
4	5	0,000209	20	21	0,000100
5	6	0,000275	21	22	0,000043
6	7	0,000111	3	23	0,000620
7	8	0,000091	23	24	0,001161
8	9	0,000150	24	25	0,001228
9	10	0,000292	6	26	0,000029
10	11	0,000091	26	27	0,000083
11	12	0,000250	27	28	0,000522
12	13	0,001442	28	29	0,000592
13	14	0,000616	29	30	0,000737
14	15	0,000301	30	31	0,001350
15	16	0,000238	31	32	0,000181
16	17	0,000212	32	33	0,000011
Tổng tổn thất công suất (MW)					0,014892

Bảng 5. Điện áp tại các nút trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù

Nút	Điện áp trước khi lắp đặt DG và tụ bù (pu)	Điện áp sau khi lắp đặt DG và tụ bù (pu)	Nút	Điện áp trước khi lắp đặt DG và tụ bù (pu)	Điện áp sau khi lắp đặt DG và tụ bù (pu)
1	1,000	1,000	18	0,904	0,994
2	0,997	0,999	19	0,996	0,999
3	0,983	0,997	20	0,993	0,995
4	0,975	0,996	21	0,992	0,994
5	0,968	0,995	22	0,992	0,994
6	0,949	0,994	23	0,979	0,997
7	0,946	0,993	24	0,973	0,996
8	0,932	0,992	25	0,969	0,993
9	0,926	0,993	26	0,948	0,994
10	0,920	0,995	27	0,945	0,995
11	0,919	0,996	28	0,934	0,997
12	0,918	0,996	29	0,925	0,999
13	0,912	1,001	30	0,922	1,001
14	0,909	0,999	31	0,918	0,997
15	0,908	0,998	32	0,917	0,996
16	0,906	0,996	33	0,916	0,996
17	0,904	0,994			



Hình 3. Đồ thị điện áp trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù.



Hình 4. Đồ thị tổn thất công suất tác dụng trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù.

Từ Bảng 5 và đồ thị điện áp Hình 3 cho thấy điện áp tại các nút trước khi lắp đặt DG và tụ bù có sự dao động lớn về điện áp: nút có điện áp thấp nhất là nút 17 và 18 đều bằng 0,904 (pu), trong khi đó nút 1 có điện áp cao nhất là 1 (pu). Sau khi lắp đặt DG và tụ bù, điện áp tại các nút trong lưới điện phân phối được cải thiện tốt hơn, nút có điện áp thấp nhất trong lưới điện là nút 8 đạt 0,992 (pu), các nút có điện áp cao nhất đạt 1,001 (pu) là nút 13 và 30. Hình 4 thể hiện rõ ưu điểm về giảm tổn thất công suất tác dụng trên tất cả các nhánh trước và sau khi lắp đặt DG và tụ bù.

Như vậy, sau khi lắp đặt DG và tụ bù, tổn thất công suất tác dụng trên hệ thống điện giảm từ 210,998 (kW) xuống còn 14,892 (kW), tương ứng giảm 92,94% so với tổng tổn thất công suất tác dụng ban đầu; điện áp tại các nút được cải thiện đáng kể, nút có điện áp thấp nhất tại nút 17 và 18 ban đầu là 0,904 (pu) được nâng lên 0,994 (pu), cải thiện 9,05% so với ban đầu.

4. KẾT LUẬN

Thuật toán PSO đã được đề xuất để tối ưu hóa vị trí và công suất lắp đặt của các DG và tụ bù trên lưới phân phối. Kết quả thử nghiệm trên lưới phân phối IEEE 33 nút đã chứng minh tính hiệu quả của giải thuật trong việc cực tiểu hóa tổn thất công suất tác dụng, nâng cao tính kinh tế của lưới phân phối; cải thiện đáng kể điện áp tại các nút góp phần nâng cao chất lượng điện năng. Thuật toán này có thể áp dụng cho các bài toán tối ưu khác như tối ưu vị trí và công suất lắp đặt các máy phát phân tán trên lưới truyền tải, phối hợp phát công suất của các tổ máy phát trong các nhà máy điện nhiệt điện, thủy điện, v.v...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kashyap M, Mittal A, and Kansal S. - Optimal placement of distributed generation using genetic algorithm approach, Proceeding of the Second International Conference on Microelectronics, Computing & Communication Systems (2017) 587-597.
2. Dinh, T.V., Vo, V.P., Duong, M. Q., & and Tran, Q. T. - Models for short-term wind power forecasting based on improved artificial neural network using particle swarm optimization and genetic algorithms, *Energies* **13** (11) (2020) 2873.
3. Ramavat, S. R., Jaiswal, S. P., Goel, N., & Shrivastava, V. - Optimal location and sizing of DG in distribution system and its cost–benefit analysis, *Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering* (2018) 103-112.
4. Ang, S., & Leeton, U. - Optimal placement and size of distributed generation in radial distribution system using whale optimization algorithm, *Suranaree J. Sci. Technol.* **26** (1) (2019) 1-12.
5. Ismael, S. M., Aleem, S. H. A., & Abdelaziz, A. Y. - Optimal sizing and placement of distributed generation in Egyptian radial distribution systems using crow search algorithm, *International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering (ITCE)* (2018) 332-337.
6. Ogunsina, A. A., Petinrin, M. O., Petinrin, O. O., Offornedo, E. N., Petinrin, J. O., & Asaolu, G. O. - Optimal distributed generation location and sizing for loss minimization and voltage profile optimization using ant colony algorithm, *Applied Sciences* **3** (2) (2021) 1-10.
7. Duong M.Q., Pham D.T., Nguyen T.T., Doan A.T. and Tran V.H. - Determination of optimal location and sizing of solar photovoltaic distribution generation units in radial distribution systems, *Energies* **12** (1) (2019) 174.
8. Prakash R, Lokeshgupta B, and Sivasubramani S. - Multi-objective bat algorithm for optimal placement and sizing of DG, *National Power Systems Conference (NPSC)*, 2018.
9. Kennedy J, Eberhart R. - Particle Swarm Optimization, *Proc.IEEE Int.Conf.on Neural Networks* (1995) 1942-1948.
10. Tran V.H., Pham T.V., Pham H.L., Le T.N., and Nguyen T.T. - Finding optimal reactive power dispatch solutions by using a novel improved stochastic fractal search optimization algorithm, *Telkomnika* **17** (5) (2019) 101~10x.
11. Vita V. - Development of a decision-making algorithm for the optimum size and placement of distributed generation units in distribution networks, *Energies* **10** (9) (2017) 1433.
12. Venkatesh B., Ranjan R. - Optimal radial distribution system reconfiguration using fuzzy adaptation of evolutionary programming, *Electrical Power and Energy Systems* **25** (10) (2003) 775–780.

ABSTRACT

**OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATIONS
AND SHUNT CAPACITOR BANKS ON DISTRIBUTION SYSTEMS**

Tran Van Hai, Tran Trong Hieu*

Ho Chi Minh City University of Food Industry

*Email: hieutt@hufi.edu.vn

This paper uses Particle Swarm Optimization to optimize the placement and sizing of distributed generations and capacitors on distribution networks to reduce the loss of active power and improve the voltage stability at the nodes. To ensure the safe, efficient and economic operation of distribution systems, in addition to the constraints on power balance equations of the source, load, distributed generator (DG), capacitors and power losses on line are studied, then the constraints of inequalities such as limit of power generation of DG, capacitor, and limit of bus voltage are considered in this problem. The experimental results on IEEE 33-bus distribution grid with the objective function of minimizing active power loss have proved the effectiveness of this proposed method.

Keywords: Distribution systems, distributed generation (DG), capacitor, loss reduction, Particle swarm optimization (PSO).