

ỨNG DỤNG GIẢI THUẬT PSO ĐỂ TỐI ƯU HÓA CÁC THÔNG SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN TRONG HỆ THỐNG BỘ NGHỊCH LƯU ĐỘC LẬP

Nguyễn Ngọc Minh Đoàn, Văn Tấn Lượng*, Trần Hoàn

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

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

Ngày nhận bài: 17/4/2019; Ngày chấp nhận đăng: 05/6/2019

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp điều khiển điện áp ngõ ra bộ nghịch lưu áp (VSI) ba pha bốn dây trong điều kiện tải phi tuyến và không cân bằng. Với phương pháp đề xuất, giải thuật tối ưu hóa bầy đàn (PSO) được áp dụng để tối ưu hóa thông số bộ điều khiển tích phân tỷ lệ (PI) thay vì sử dụng bộ điều khiển PI thông thường. Các kết quả mô phỏng dùng phần mềm PSIM ở các trường hợp khác nhau được kiểm chứng để chứng minh rằng phương pháp đề xuất cho kết quả vận hành tốt hơn so với trường hợp dùng bộ điều khiển PI thông thường.

Từ khóa: Bộ nghịch lưu áp, tải phi tuyến, hệ thống điện độc lập, giải thuật tối ưu hóa bầy đàn PSO.

1. MỞ ĐẦU

Những năm gần đây, nhu cầu sử dụng nguồn AC cung cấp cho các ứng dụng độc lập tăng một cách nhanh chóng. Đó là những ứng dụng ngoài lưới điện như: hệ thống quang điện độc lập, trạm vệ tinh mặt đất, hệ thống phát sóng... [1, 2]. Một hệ thống cung cấp điện AC độc lập cơ bản bao gồm: máy phát, bộ chuyển đổi AC/DC (bộ chỉnh lưu), bộ tăng áp DC/DC, bộ chuyển đổi DC/AC (bộ nghịch lưu), phụ tải. Trong trường hợp này, phụ tải rất dễ rơi vào tình trạng không cân bằng do tải ba pha không cân bằng. Để duy trì điện áp ngõ ra cân bằng, bộ nghịch lưu áp ba pha phải tạo ra ba điện áp đầu ra độc lập tương ứng với dòng điện ở mỗi pha. Do đó, cần phải tạo một điểm trung tính phía nguồn kết nối với điểm trung tính phía tải [3].

Để tạo điểm trung tính cho nguồn có 3 cách. Trong đó, bộ nghịch lưu áp ba pha có thể kết nối với một biến áp ngõ ra đầu Δ/Y , điểm trung tính được lấy từ điểm giữa của kết nối hình sao [3, 4]. Tuy nhiên, khi kết nối với máy biến áp làm cho hệ thống thêm công kênh và mất thêm nhiều chi phí nên phương pháp này không được sử dụng trong các hệ thống di động. Do đó, các bộ nghịch lưu áp bốn dây mà không có máy biến áp cách ly được sử dụng phổ biến như: bộ nghịch lưu bốn nhánh hoặc bộ nghịch lưu chia tụ DC. Bộ nghịch lưu thông thường bao gồm 6 linh kiện công suất, để điều khiển điện áp trung tính và dẫn dòng trung tính một nhánh chứa 2 linh kiện công suất sẽ được thêm vào. Lợi thế của nó là có thể sử dụng được điện áp DC-link cao, tuy nhiên việc thêm hai transistor có cực điều khiển cách ly (IGBT) vào làm tăng chi phí và việc điều khiển các linh kiện công suất sẽ phức tạp hơn. Bộ nghịch lưu ba pha chia tụ DC bao gồm mạch chỉnh lưu ba pha kết nối với hai tụ mắc nối tiếp ở phía DC-link. Đây là một sơ đồ mạch đơn giản dễ thực hiện, không cần kết nối với biến áp ngõ ra hay sử dụng thêm linh kiện công suất như 2 trường hợp đã trình bày. Vì vậy,

bộ nghịch lưu áp ba pha bốn dây chia tụ DC được ưu tiên sử dụng hơn 2 phương pháp còn lại.

Có rất nhiều nghiên cứu với mục tiêu ổn định điện áp ngõ ra của bộ nghịch lưu ba pha chia tụ DC trong trường hợp tải không cân bằng. Dưới sự ảnh hưởng của tải không cân bằng làm cho các dòng điện tải ở các pha không cân bằng sinh ra dòng điện thứ tự nghịch và thứ tự không chạy giữa bộ nghịch lưu và tải. Do đó, chúng làm cho điện áp tải ba pha bị mất cân bằng. Mặt khác, tải phi tuyến sinh ra những họa tần dòng điện làm cho điện áp ngõ ra bị méo dạng [5, 6]. Đối với cấp điện áp dưới 1 kV, độ méo hài tổng (THD) được quy định nhỏ hơn 8% theo tiêu chuẩn hạn chế họa tần IEEE-519 [7].

Việc sử dụng bộ điều khiển PI cho dòng điện và điện áp đã được áp dụng để điều chỉnh các điện áp đầu ra của hệ thống cung cấp điện AC độc lập. Tuy nhiên, đáp ứng quá độ của hệ thống và sự ổn định có thể bị suy giảm do sự trì hoãn và sai số được tạo ra trong quá trình phân tách thành các thành phần thứ tự thuận và nghịch [8].

Bài báo này trình bày phương pháp điều khiển điện áp ngõ ra bộ nghịch lưu áp ba pha bốn dây (chia tụ DC) cung cấp điện cho hệ thống độc lập. Các thành phần dòng điện và điện áp được chuyển đổi sang hệ quy chiếu xoay $dq0$. Giải thuật PSO được áp dụng để xác định các thông số tối ưu của bộ điều khiển PI trong trường hợp tải phi tuyến cân bằng và không cân bằng. Các kết quả mô phỏng dùng phần mềm PSIM ở các trường hợp này đã được kiểm chứng.

2. MÔ HÌNH BỘ CHỈNH LƯU BA PHA BỐN DÂY

Trong sơ đồ mạch nghịch lưu áp ba pha bốn dây chia tụ DC (Hình 1), điểm giữa của tụ DC-link và điểm trung tính của tải được kết nối với nhau thông qua dây trung tính. Các bộ lọc LC được kết nối ở ngõ ra của bộ nghịch lưu được dùng để loại bỏ thành phần sóng mang của dạng sóng điều chế độ rộng xung. Cuộn cảm L_n có nhiệm vụ lọc ra các thành phần tần số cao từ tụ điện và dòng tải phi tuyến. Điện áp ngõ ra bộ lọc LC cung cấp cho tải.

Các dòng điện và điện áp của bộ nghịch lưu áp ba pha bốn dây trong hệ quy chiếu xoay $dq0$ được cho bởi các phương trình [3, 4]:

$$\dot{i}_d = \frac{1}{L_f} v_d - \frac{1}{L_f} v_{ld} + \omega i_q \quad (1)$$

$$\dot{i}_q = \frac{1}{L_f} v_q - \frac{1}{L_f} v_{lq} - \omega i_d \quad (2)$$

$$\dot{i}_0 = \frac{1}{(L_f + 3L_n)} v_0 - \frac{1}{(L_f + 3L_n)} v_{l0} \quad (3)$$

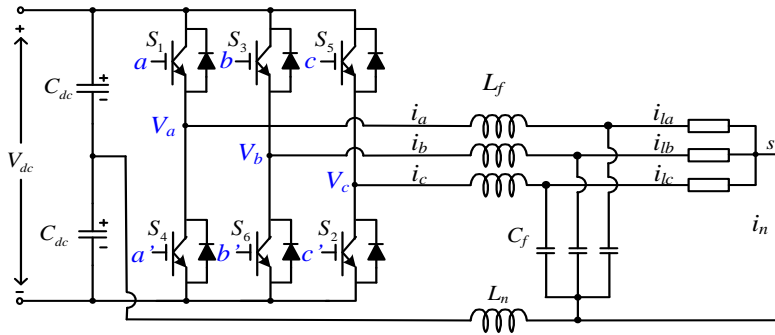
$$\dot{v}_{ld} = \frac{1}{C_f} i_d - \frac{1}{C_f} i_{ld} + \omega v_{lq} \quad (4)$$

$$\dot{v}_{lq} = \frac{1}{C_f} i_q - \frac{1}{C_f} i_{lq} - \omega v_{ld} \quad (5)$$

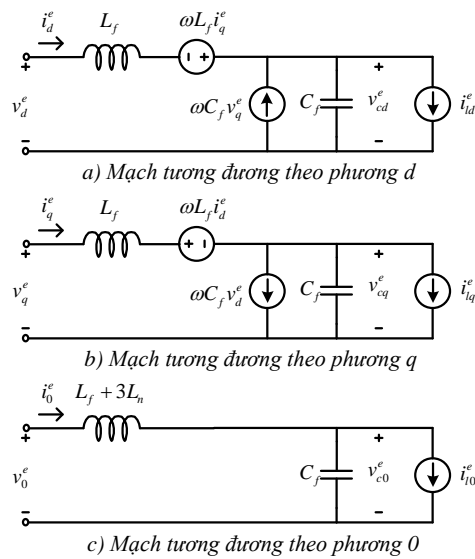
$$\dot{v}_{l0} = \frac{1}{C_f} i_0 - \frac{1}{C_f} i_{l0} \quad (6)$$

Trong đó v_d, v_q và v_0 là điện áp ngõ ra bộ nghịch lưu; v_{ld}, v_{lq} và v_{l0} là điện áp tải ở mỗi pha; i_d, i_q và i_0 dòng điện ngõ ra bộ nghịch lưu; i_{ld}, i_{lq} và i_{l0} dòng điện trên tải; ω là tần số góc của nguồn.

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_d \\ \dot{i}_q \\ \dot{i}_0 \\ \dot{v}_{ld} \\ \dot{v}_{lq} \\ \dot{v}_{l0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \omega & 0 & -\frac{1}{L_f} & 0 & 0 \\ -\omega & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{L_f} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{L_f + 3L_n} \\ \frac{1}{C_f} & 0 & 0 & 0 & \omega & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_f} & 0 & -\omega & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{C_f} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_0 \\ v_{ld} \\ v_{lq} \\ v_{l0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_f} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_f} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{L_f + 3L_n} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \\ v_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{i_d}{C_f} \\ -\frac{i_q}{C_f} \\ -\frac{i_0}{C_f} \end{bmatrix} \quad (7)$$



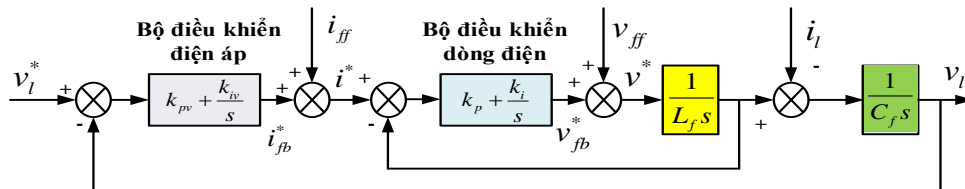
Hình 1. Sơ đồ bộ nghịch lưu cấp điện cho tải độc lập



Hình 2. Mạch tương đương của bộ nghịch lưu ba pha bốn dây

Mạch tương đương của bộ nghịch lưu ba pha bốn dây với bộ lọc LC ở ngõ ra trong hệ tọa độ $dq0$ được thể hiện trong Hình 2.

3. ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO TẢI ĐỘ LẬP DÙNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PI

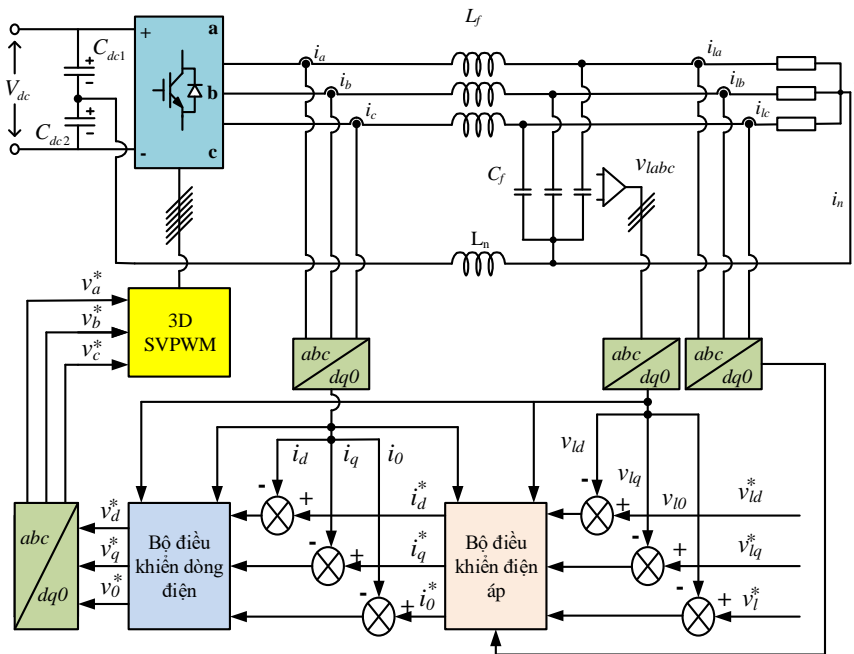


Hình 3. Bộ điều khiển PI cho hệ thống

Kỹ thuật điều khiển PI sử dụng trong bài báo này bao gồm vòng lặp bộ điều khiển điện áp ở ngoài và vòng lặp bộ điều khiển dòng điện bên trong được thể hiện trong Hình 3. Hàm truyền của hệ thống được cho bởi phương trình [3]:

$$\frac{v_l}{v_l^*} = \frac{\sigma s^2 + k_{iv}k_p s + k_{iv}k_i}{L_f C_f s^4 + k_p C_f s^3 + k_{iv}k_p s + k_{iv}k_i} \quad (8)$$

Trong đó: $\rho = k_i C_f + k_{pv}(k_p + k_i)$ và $\sigma = k_{pv}(k_p + k_i)$.



Hình 4. Sơ đồ khối điều khiển toàn bộ hệ thống

Sơ đồ điều khiển toàn hệ thống được trình bày trong Hình 4. Các tín hiệu điện áp và dòng điện được lấy từ các cảm biến sau đó được chuyển từ hệ tọa độ abc sang $dq0$ để điều khiển. Điện áp tải v_{ldq0} được so sánh với tín hiệu điện áp ngõ ra mong muốn v_{ldq0}^* sau đó được điều khiển bởi bộ điều khiển điện áp để tạo ra dòng điện i_{dq0}^* . Dòng điện ngõ ra của bộ

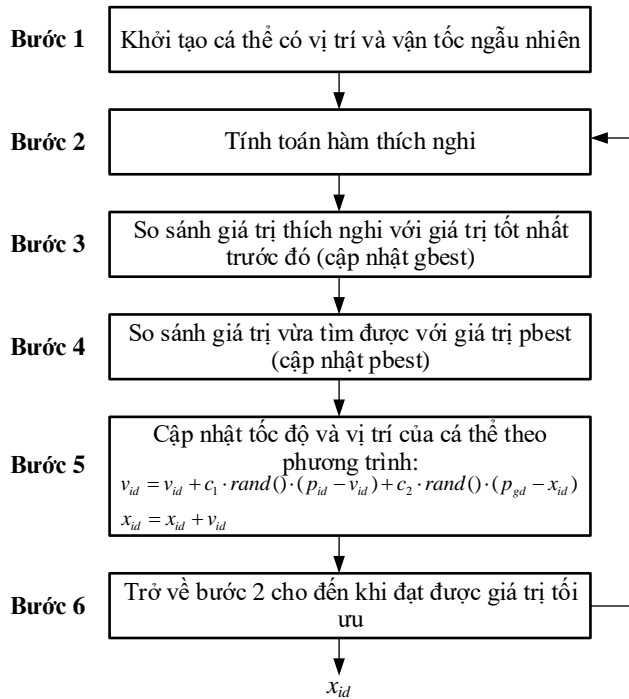
điều khiển điện áp này tiếp tục được so sánh với dòng điện ngõ ra bộ chỉnh lưu i_{dq0} và qua bộ điều khiển dòng điện để tạo ra điện áp tham chiếu v_{dq0}^* . Các giá trị điện áp tham chiếu sau khi được chuyển đổi về hệ tọa độ abc thông qua kỹ thuật điều chế độ rộng xung vector không gian 3D (3D-SVPWM) để điều khiển đóng ngắt các IGBT [9].

4. TỐI ƯU THÔNG SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN PI DỰA VÀO GIẢI THUẬT PSO

Tối ưu hóa theo nhóm bầy đàn là một kỹ thuật tối ưu hóa ngẫu nhiên dựa trên một quần thể được phát triển bởi Kennedy J. và Eberhart R. vào năm 1995, phỏng theo hành vi của các bầy chim hay các đàn cá [10]. Một số công trình nghiên cứu đã trình bày hiệu quả của ứng dụng PSO trong việc điều khiển cải thiện vận hành công suất phản kháng, điều khiển điện áp và điều khiển động cơ [11-13].

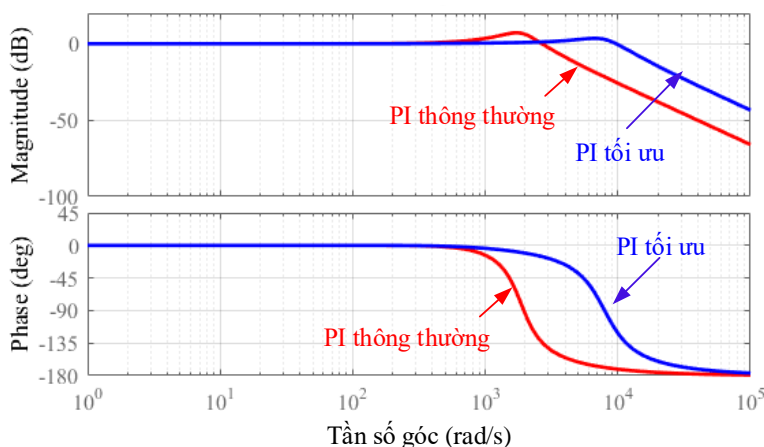
Quy trình tối ưu các thông số PI bằng giải thuật tối ưu hóa bầy đàn được thực hiện như Hình 5. Phương pháp điều khiển này sử dụng 2 bộ điều khiển PI cho dòng điện và điện áp. Mục đích áp dụng giải thuật PSO là để tìm được thông số tối ưu cho bộ điều khiển PI nhằm giảm sai số giữa điện áp ngõ ra và giá trị tham chiếu. Như vậy, hàm thích nghi cho hệ thống sẽ là sai số giữa điện áp ngõ ra và điện áp tham chiếu được cho bởi:

$$IAE = \int_0^{\infty} |e(t)| dt \quad (9)$$



Hình 5. Giải thuật PSO cho bộ điều khiển PI tối ưu

Trong mô phỏng, giá trị ban đầu được chọn là: $c_1 = 2,0$; $c_2 = 2,1$; $w_{max} = 1,2$; $w_{min} = 0,1$; vòng lặp là 2000.



Hình 6. Biểu đồ Bode của hệ thống ứng với 2 bộ điều khiển

Hình 6 thể hiện biểu đồ Bode của hàm truyền từ phương trình (8) ứng với bộ điều khiển PI thông thường và bộ điều khiển PI tối ưu dùng PSO.

5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

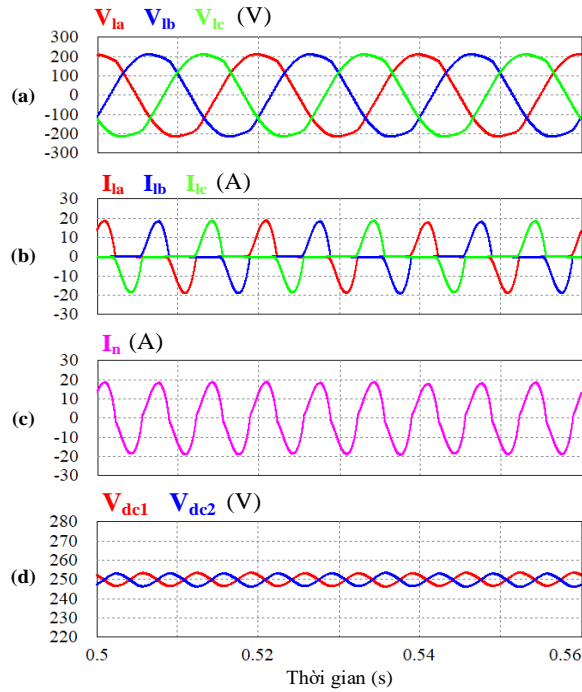
Hệ thống được mô phỏng bằng phần mềm PSIM, ngõ ra sẽ được kết nối với tải trong 2 trường hợp: phi tuyến cân bằng và phi tuyến không cân bằng. Thông số hệ thống được cho bởi Bảng 1.

Bảng 1. Thông số hệ thống

Thông số	Giá trị
Biên độ điện áp ngõ ra bộ nghịch lưu	220 V
Tần số	50 Hz
Tải phi tuyến cân bằng	$L = 1 \text{ mH}$, $C = 4,7 \text{ mF}$, $R_{dca} = R_{dcb} = R_{dcc} = 50 \Omega$
Tải phi tuyến không cân bằng	$L = 1 \text{ mH}$, $C = 4,7 \text{ mF}$, $R_{dca} = 1 \text{ k}\Omega$ $R_{dcb} = R_{dcc} = 50 \Omega$
Điện áp DC (V_{dc})	500 V
Tụ DC ($C_{dc1} = C_{dc2} = 2C_{dc}$)	3,3 mF
Cuộn cảm ngõ ra (L_f)	1 mH
Tụ điện ngõ ra (C_f)	100 μF
Cuộn cảm trung tính (L_n)	0,5 mH
Tần số chuyển mạch (f_s)	10 kHz

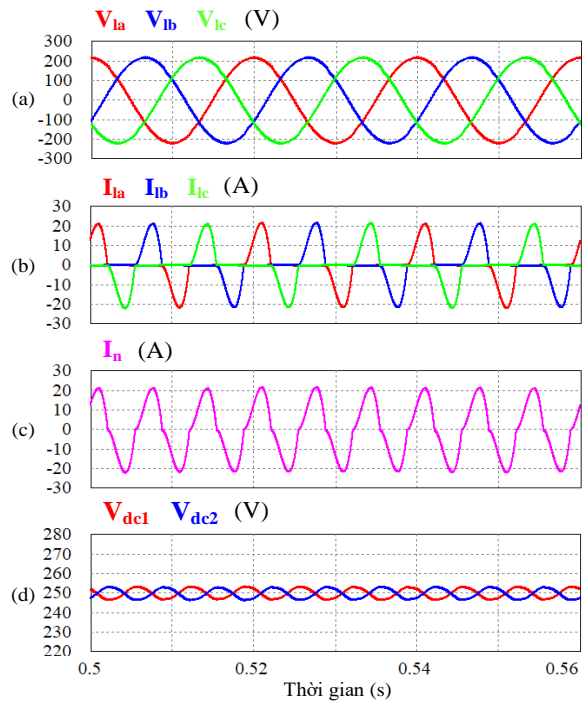
5.1. Kết quả mô phỏng đối với tải phi tuyến cân bằng

Trường hợp 1: Sử dụng bộ điều khiển PI thông thường



Hình 7. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến cân bằng sử dụng bộ điều khiển PI thông thường. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

Trường hợp 2: Sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu



Hình 8. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến cân bằng sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

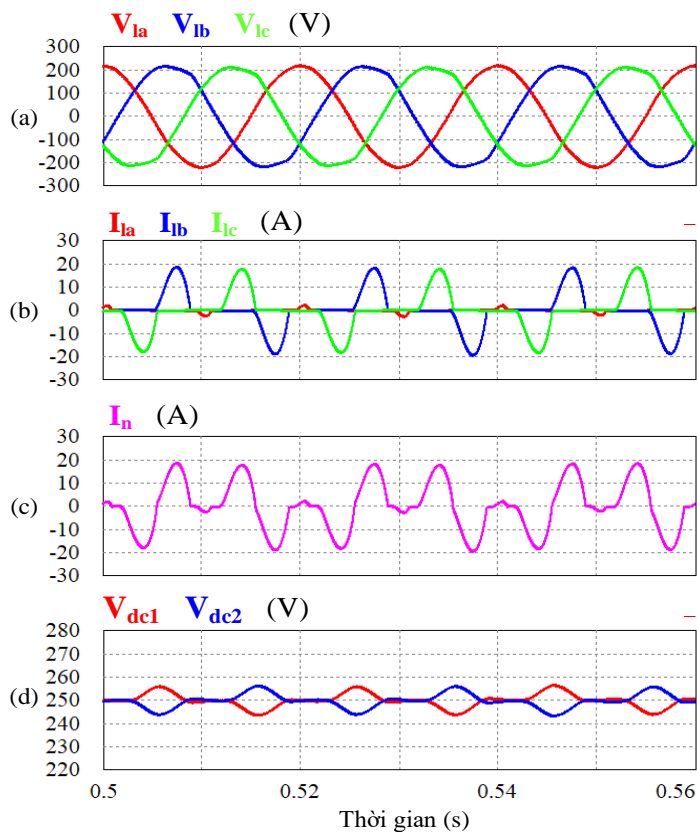
Ở trường hợp 1 và 2 được thể hiện lần lượt trong Hình 7 và 8, do tải phi tuyến nên dòng điện tải bị méo dạng, điện áp tải vẫn giữ được dạng hình sin. Tuy nhiên, ở trường hợp 1 dạng sóng điện áp ngõ ra vẫn chưa hoàn toàn hình sin (Hình 7(a)), trong khi đó nhờ sử dụng giải thuật PSO để tối ưu các thông số bộ điều khiển PI, dạng sóng điện áp ra được điều khiển tốt hơn, gần như hoàn toàn hình sin. Thông qua Bảng 2 có thể thấy được méo hài tổng (THD) khi sử dụng bộ điều khiển thông thường cao hơn khi dùng bộ điều khiển tối ưu.

Bảng 2. Độ méo hài tổng điện áp trên tải trong trường hợp 1 và 2

	THD-pha A	THD-pha B	THD-pha C
Trường hợp 1	4,35%	4,23%	4,39%
Trường hợp 2	1,19%	1,18%	1,18%

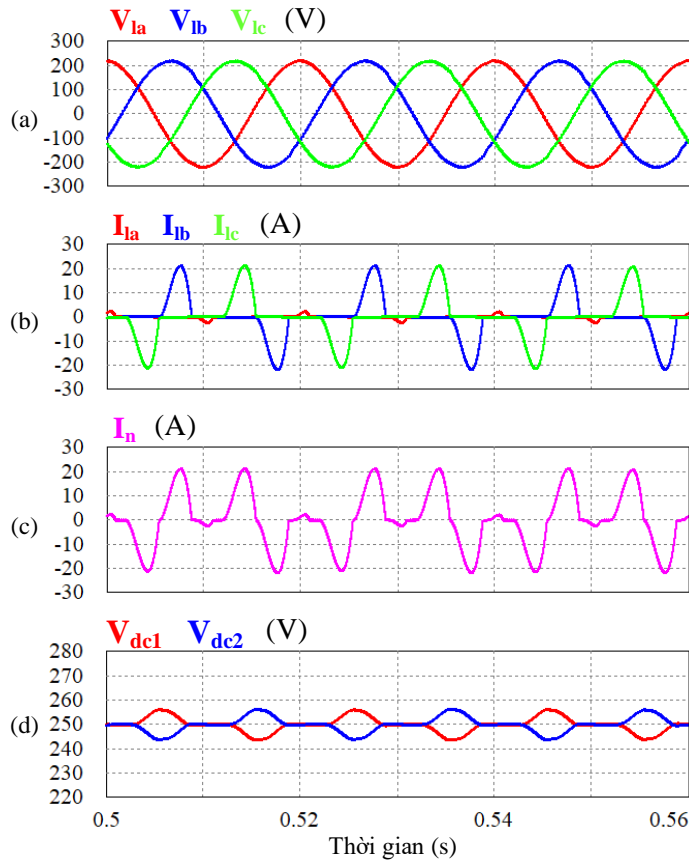
5.2. Kết quả mô phỏng đối với tải phi tuyến không cân bằng

Trường hợp 3: Sử dụng bộ điều khiển PI thông thường



Hình 9. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến không cân bằng sử dụng bộ điều khiển PI thông thường. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

Trường hợp 4: Sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu



Hình 10. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến không cân bằng sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

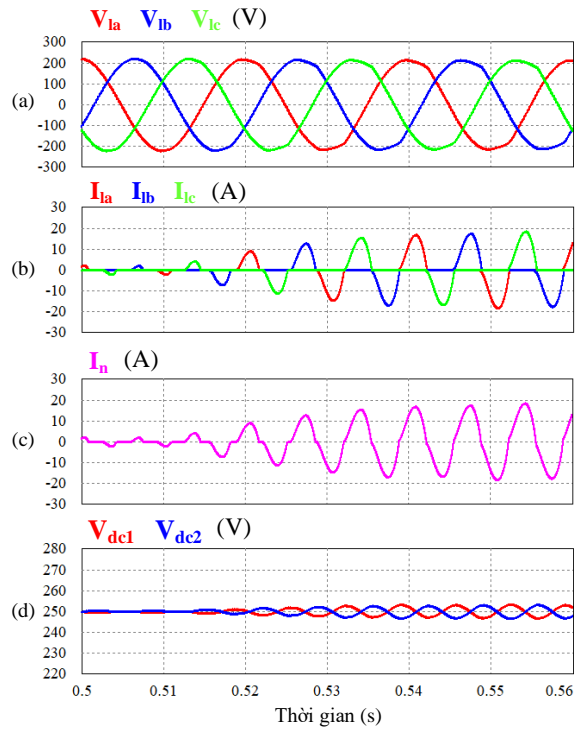
Trong trường hợp 3 và 4, do tải không cân bằng nên dòng điện tải ở mỗi pha có giá trị khác nhau. Điều này làm ảnh hưởng nhiều đến điện áp tải. Cụ thể, độ méo hài tổng trong trường hợp 3 được thể hiện ở Bảng 3 cho thấy điện áp trên tải bị méo dạng nhiều hơn so với trường hợp 1 (ở pha C). Tuy nhiên, khi sử dụng bộ điều khiển tối ưu, điện áp trên tải có độ méo hài tổng ở mức thấp. Điều này chứng tỏ rằng điện áp ngõ ra trong trường hợp này vẫn được điều khiển tốt.

Bảng 3. Độ méo hài tổng điện áp trên tải trong trường hợp 3 và 4

	THD-pha A	THD-pha B	THD-pha C
Trường hợp 3	1,54%	3,96%	5%
Trường hợp 4	1,19%	1,19%	1,17%

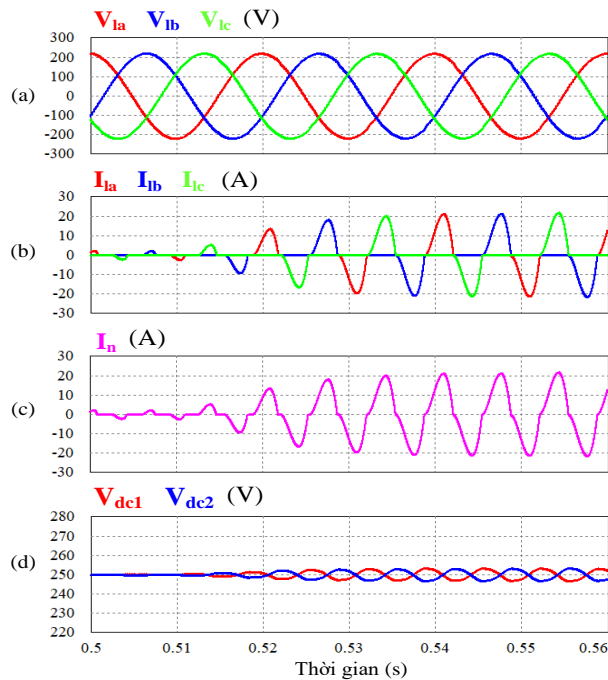
5.3. Trường hợp tải thay đổi

Trường hợp 5: Sử dụng bộ điều khiển PI thông thường



Hình 11. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến thay đổi sử dụng bộ điều khiển PI thông thường. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

Trường hợp 6: Sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu



Hình 12. Kết quả mô phỏng trong trường hợp tải phi tuyến thay đổi sử dụng bộ điều khiển PI tối ưu. (a) Điện áp trên tải. (b) Dòng điện tải. (c) Dòng điện trung tính. (d) Điện áp DC trên C_1 và C_2 .

Trong trường hợp này, giá trị điện trở của bộ chỉnh lưu ở tải được thay đổi từ 1 kΩ đến 50 Ω tại thời điểm 0,51 s. Hình 11 thể hiện các kết quả của trường hợp 5, qua đó có thể thấy từ 0,5 s đến 0,51 s do tải lớn dẫn đến dòng điện nhỏ nên điện áp trên tải trong khoảng thời gian đó không bị ảnh hưởng nhiều và giữ được dạng sin. Tuy nhiên, khi tải thay đổi đến giá trị thấp hơn làm cho dòng điện trên tải tăng, kể từ thời điểm 0,51 s điện áp trên tải xuất hiện những méo dạng. Trong trường hợp 6, tuy có sự thay đổi dòng điện trên tải nhưng điện áp trên tải vẫn được điều khiển tốt và giữ được dạng sin. Bảng 4 thể hiện độ méo hài tổng của các điện áp pha trong trường hợp 5 và 6 đã chứng tỏ rằng ở trường hợp 6 điện áp tải được điều khiển tốt hơn so trường hợp 5.

Bảng 4. Độ méo hài tổng điện áp trên tải trong trường hợp 5 và 6

	THD-pha A	THD-pha B	THD-pha C
Trường hợp 5	4,09%	4,11%	4,11%
Trường hợp 6	1,19%	1,19%	1,18%

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu bộ nghịch lưu ba pha bốn dây và trình bày phương pháp điều khiển để giữ cho điện áp trên tải không bị ảnh hưởng bởi sóng hài bậc cao từ tải phi tuyến cân bằng và không cân bằng. Bên cạnh đó, việc tối ưu hóa thông số bộ điều khiển PI qua giải thuật tối ưu hóa bầy đàn (PSO) được áp dụng. Các kết quả mô phỏng có thể thấy việc sử dụng bộ điều khiển được tối ưu cho kết quả tốt hơn với bộ điều khiển thông thường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jeung Y. C., Lee D. C. - AC power supply system using vehicle engine-generator set with Battery, Proc. of IPEMC (ECCE-Asia) (2012) 1724-1728.
2. El-Barbari S., Hofmann W. - Digital control of a four leg inverter for standalone photovoltaic systems with unbalanced load, in Proc. of IEEE IECON (2000) 729-734.
3. Tan Luong Van, L. M. T. Huynh, T. T. Trang, D. C. Nguyen - Improved control strategy of three-phase four-wire inverters using sliding mode input-output feedback linearization under unbalanced and nonlinear load conditions, Lecture Notes in Electrical Engineering **371** (2015) 261-272.
4. Marwali M. N., Dai M. and Keyhani A. - Robust stability analysis of voltage and current control for distributed generation systems, IEEE Trans. On Energy Convers **21** (2) (2006) 516-526.
5. Jang J. I., Lee D. C. - High Performance Control of Three-Phase PWM Converters under Nonideal Source Voltage, IEEE International Conference on Industrial Technology (2006).
6. Thanh Hai Nguyen, Lee D. C. - Control strategy for three-phase grid connected converters under unbalanced and distorted grid voltages using composite observers, Journal of Power Electronics **13** (3) (2013) 469-478.
7. 519-2014 – IEEE recommended practice and requirements for harmonic control in electric power systems, IEEE Standard 519-1992 (2014).
8. Mohd A., Ortjohann E., Hamsic N., Sinsukthavorn W., Lingemann M., Schmelter A., Morton D. - Control strategy and space vector modulation for three-leg four-wire

- voltage source inverters under unbalanced load conditions, IET Power Electronics **3** (3) (2010) 323-333.
9. Villalva M. G., E. Ruppert E. F. -3-D space vector PWM for three-leg four-wire voltage source inverters, Power Electronics Specialists Conference **5** (2004).
 10. Kennedy J. and Eberhart R. - Particle swarm optimization, in Proceedings of ICNN'95 International Conference on Neural Networks **4** (1995) 1942-1948.
 11. Liu C.H., Hsu Y.Y. - Design of a Self-Tuning PI Controller for a STATCOM Using Particle Swarm Optimization, IEEE Transactions on Industrial Electronics **57** (2) (2010) 702-715.
 12. Gaing Z.-L. - A particle swarm optimization approach for optimum design of PID controller in AVR system", IEEE Transactions on Energy Conversion **19** (2) (2004) 384-391.
 13. Mahmud Iwan Solihin, Lee Fook Tack and Moey Leap Kean - Tuning of PID controller using particle swarm optimization (PSO), Proceeding of the International Conference on Advanced Science, Engineering and Information Technology (2011) 458-461.

ABSTRACT

APPLICATION OF PSO ALGORITHMS TO OPTIMIZE CONTROLLER PARAMETERS FOR STANDALONE INVERTER SYSTEMS

Nguyen Ngoc Minh Doan, Van Tan Luong*, Tran Hoan
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: luongvt@hufi.edu.vn

This paper presents a method of controlling the output voltages of voltage source inverter (VSI) under the unbalanced and nonlinear load conditions. With proposed method, the particle swarm optimization (PSO) algorithm is used to optimize the proportional-integral (PI) controller parameters, instead of using the conventional PI controller. The simulation results using the PSIM software in the unbalanced and nonlinear load conditions are verified to prove that the proposed controller gives better performance, compared with conventional PI one.

Keywords: Voltage source inverter, nonlinear load, stand-alone power system, particle swarm optimization (PSO).