

CẢI TIẾN THUẬT TOÁN ĐIỀU CHỈNH ĐỘ RỘNG XUNG SIR ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

IMPROVE ALGORITHMS ON PULSE WIDTH MODULATION METHODS SIR TO CONTROL THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTORS

Lê Đức Tiếp¹, Đỗ Thị Loan², Dương Quốc Dũng¹, Đặng Tiến Trung²

¹Học viện Kỹ thuật quân sự, ²Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 29/05/2020, Ngày chấp nhận đăng: 16/03/2021, Phản biện: TS. Phan Đình Hiếu

Tóm tắt:

Bài báo trình bày thuật toán cải tiến phương pháp điều chỉnh độ rộng xung SIR để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha. Các kết quả được khảo sát đánh giá bằng mô hình mô phỏng trên phần mềm Matlab-Simulink. Mô hình cho phép đánh giá so sánh chất lượng điện áp được điều chế giữa phương pháp cải tiến và cổ điển, đồng thời chỉ ra rằng với luật chuyển mạch cầu nghịch lưu ba pha của thuật toán cải tiến đã loại bỏ được dòng trùng dẫn họ thứ nhất trong các nhánh của cầu nghịch lưu so với thuật toán cổ điển.

Từ khóa:

Cầu nghịch lưu, điều chế độ rộng xung SIR, động cơ không đồng bộ.

Abstract:

The paper presents an algorithm to improve pulse width modulation method SIR to control three-phase asynchronous motors. The results were surveyed and evaluated by simulation model on Matlab-Simulink software. The model allows a comparative evaluation of the modulated voltage quality between the improved and classical methods, and concurrently shows that with the three-phase inverting switch rule of the improved algorithm, the fundamental leakage current in the branches of the inverter is eliminated, comparing to the classical algorithms.

Keywords:

Inverter, modulation pulse mode SIR, asynchronous motor.

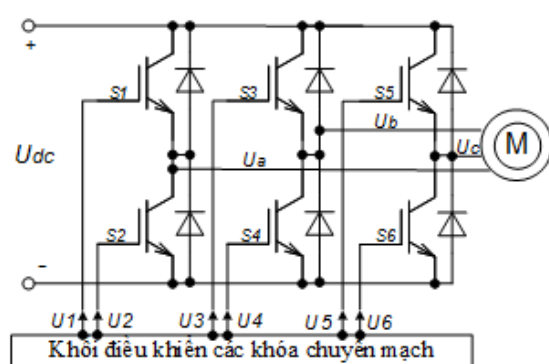
1. MỞ ĐẦU

Một trong những phương pháp cho phép đảm bảo điều chỉnh các thông số điện áp ở một dải rộng được ứng dụng trong các bộ biến đổi của các hệ thống và tổ hợp kỹ thuật điện là chế độ điều chế độ rộng xung. Kỹ thuật này ngày nay được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp

và sản xuất để đảm bảo chất lượng điều khiển các hệ thống điện cơ khác nhau. Kỹ thuật phát triển hiện đại của các thiết bị mạch lực bán dẫn biến đổi năng lượng điện được đặc trưng bởi tính ứng dụng rộng rãi của các bộ điều khiển số và vi điều khiển. Những ứng dụng này cho phép nâng cao các hiệu ứng làm việc của

các tổ hợp kỹ thuật điện hàng không, công nghiệp hay dân dụng khi điều chỉnh các tham số điện áp đầu ra.

Để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha theo phương pháp điều chỉnh tần số - điện áp, có nhiều phương án sử dụng các bộ nghịch lưu có dạng khác nhau. Tuy nhiên, sử dụng cầu nghịch lưu áp ba pha có nhiều ưu điểm vượt trội so với các bộ nghịch lưu còn lại, vì vậy trong giới hạn nội dung nghiên cứu này chúng ta sẽ phân tích phương pháp điều chế độ rộng xung SIR với cầu nghịch lưu áp ba pha để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha có dạng như hình 1 [1, 2, 5].



Hình 1. Sơ đồ đấu nối nghịch lưu cầu ba pha

Tồn tại nhiều phương pháp điều chế độ rộng xung khác nhau như: luật chuyển mạch 180° hoặc 120° , điều chỉnh rộng xung SIR, điều chế độ rộng xung theo luật sin SPWM, điều chế độ rộng xung với tiền xử lý hài bậc ba... SIR là phương pháp đơn giản để tạo ra ba xung điện áp lệch pha nhau 120° đảm bảo đủ điều kiện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha theo phương pháp điều chỉnh tần số - điện áp [5, 6]. Nghiên cứu cải tiến thuật toán chuyển mạch của phương pháp

SIR cho cầu nghịch lưu để loại bỏ dòng trùng dẫn cho phép đơn giản hóa quá trình lập trình và nâng cao chất lượng điều chế điện áp, tăng mức độ tin cậy khi hệ thống làm việc và đảm bảo sự an toàn cũng như tiết kiệm năng lượng cho hệ thống điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha.

Như đã biết, với cầu nghịch lưu ba pha tồn tại $2^6 = 64$ trạng thái khác nhau, tuy nhiên số lượng trạng thái làm việc là nhỏ hơn [5, 6, 7, 8, 87-92]. Ký hiệu các trạng thái này là V_x và V_{xy} .

Trong đó:

V_x ($x=0, 1...7$) là các trạng thái mà mã nhị phân của các khóa bán dẫn S_1, S_3, S_5 đảo với mã nhị phân các khóa bán dẫn S_2, S_4, S_6 , trong đó x là giá trị thập phân của mã nhị phân các khóa bán dẫn S_1, S_3, S_5 ;

V_{xy} là các trạng thái làm việc còn lại của cầu nghịch lưu ba pha; x là giá trị thập phân của mã nhị phân các khóa bán dẫn S_1, S_3, S_5 , y là giá trị thập phân của mã nhị phân các khóa bán dẫn S_2, S_4, S_6 .

2. PHÂN TÍCH PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ ĐỘ RỘNG XUNG SIR CỔ ĐIỂN

Phương pháp điều chỉnh độ rộng xung SIR hình thành trên cơ sở tạo ra các xung điện áp có độ rộng bằng nhau. Điều chỉnh biên độ và tần số điện áp ra được thực hiện bằng cách thay đổi độ rộng của các xung điều chế và chu kỳ sóng mang. Để tiến hành điều chế độ rộng xung SIR ở đầu vào mô đun tạo xung ba pha, ở mỗi pha thiết lập các tín hiệu điều khiển

U_{opfazA} , U_{opfazB} , U_{opfazC} có dạng như sau:

$$U_{opfazA} = K_P U_m \frac{\sin(x)}{|\sin(x)|}; \quad (1)$$

$$U_{opfazB} = K_P U_m \frac{\sin(x + \frac{2\pi}{3})}{|\sin(x + \frac{2\pi}{3})|}; \quad (2)$$

$$U_{opfazC} = K_P U_m \frac{\sin(x + \frac{4\pi}{3})}{|\sin(x + \frac{4\pi}{3})|}; \quad (3)$$

trong đó $x = 2\pi f_{out}t$; U_m – biên độ cực đại cho phép của tín hiệu điều khiển, $0 \leq K_p \leq 1$ – hệ số điều chỉnh giá trị điện áp trung bình. Các tín hiệu điều khiển này được so sánh với tín hiệu sóng mang có dạng răng cưa được xác định theo hàm sau:

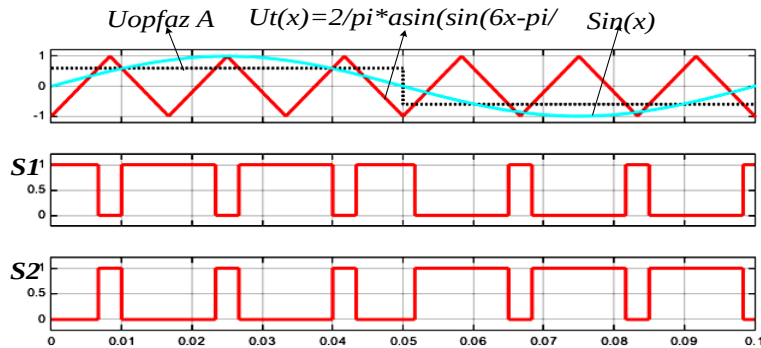
$$U_t(x) = \frac{2}{\pi} \cdot a \sin\left\{\sin(3 \cdot n \cdot x) - \frac{\pi}{2}\right\}; n = 1, 2, 3, \dots, (4)$$

trong đó n là số xung điện áp trên mỗi 1/6 chu kỳ.

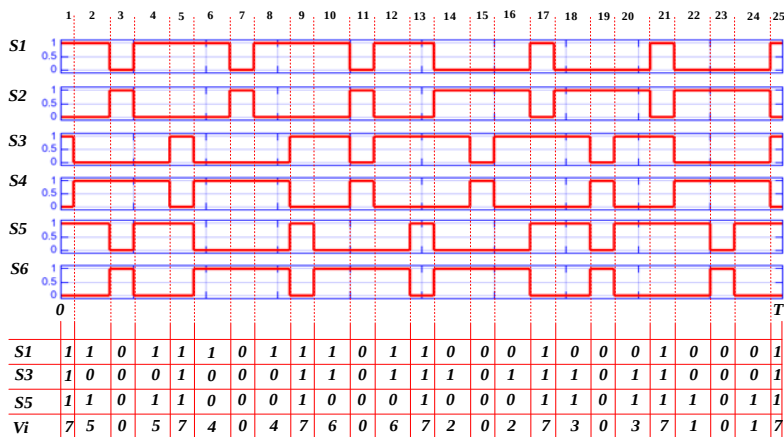
Không mất tính tổng quát, ta xét dạng các xung điều khiển các khóa chuyển mạch S_1, S_3, S_5 của cầu nghịch lưu ba pha khi $K_p = 0.7, n = 2, U_m = 1$.

Hình 2 chỉ ra cách xác định tín hiệu điều khiển cho khóa bán dẫn S_1 và S_2 . Các tín hiệu điều khiển các khóa bán dẫn còn lại được xác định tương tự.

Hình 3 chỉ ra dạng các tín hiệu điều khiển thu được, từ đó xác định tất cả các trạng thái của bộ nghịch lưu và thứ tự dịch chuyển của nó ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR trong mỗi chu kỳ xung điện áp.

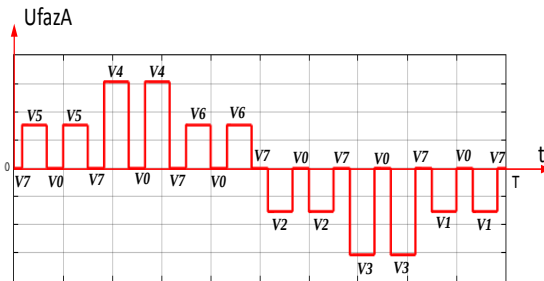


Hình 2. Xác định các xung điều khiển khóa chuyển mạch S_1, S_2



Hình 3. Thứ tự dịch chuyển các trạng thái cầu nghịch lưu ba pha ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR

Hình 4 biểu diễn dạng điện áp pha A thu được với sự phân bố vị trí các trạng thái cầu nghịch lưu ba pha với từng xung điện áp tương ứng.



Hình 4. Dạng điện áp pha A

Quan sát hình thấy rằng trên mỗi chu kỳ điện áp xung pha A xuất hiện các khoảng dừng với điện áp bằng 0, điều này cho phép ta có thể thay đổi điện áp tác dụng trung bình bằng cách thay đổi tỷ lệ giữa độ rộng xung điện áp và độ rộng khoảng dừng 0, nó được thực hiện thông qua việc thay đổi hệ số điều chỉnh điện áp K_P . Phương thức điều chỉnh tần số - điện áp để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha hoàn toàn được thực hiện thông qua việc điều khiển các khóa chuyển mạch cầu nghịch lưu ba pha. Ở trường hợp riêng này, phương pháp điều chỉnh độ rộng xung SIR thực hiện tất cả 24 phép chuyển trạng thái cầu nghịch lưu ba pha từ 8 trạng thái làm việc của các khóa chuyển mạch cầu nghịch lưu, trong đó gồm 6 trạng thái khác không và 2 trạng thái dừng 0 như hình 3 và 4.

Như vậy, luật chuyển mạch cầu nghịch lưu trên một chu kỳ điện áp ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR có dạng như sau:

$$(V_7 \rightarrow V_5 \rightarrow V_0 \rightarrow V_5 \rightarrow \dots) \rightarrow$$

$$(V_7 \rightarrow V_4 \rightarrow V_0 \rightarrow V_4 \rightarrow \dots) \rightarrow$$

$$(V_7 \rightarrow V_6 \rightarrow V_0 \rightarrow V_6 \rightarrow \dots) \rightarrow$$

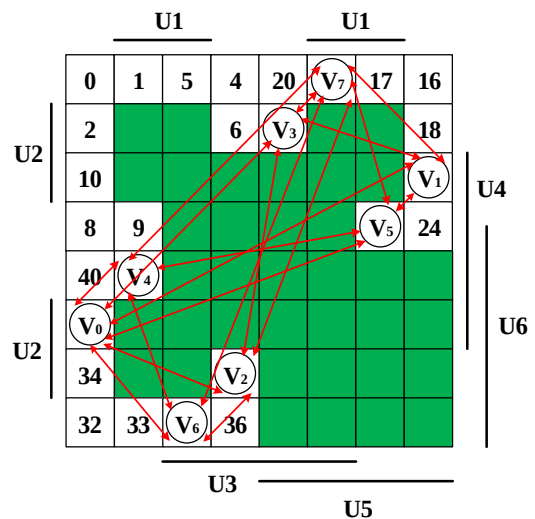
$$(V_7 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots) \rightarrow$$

$$(V_7 \rightarrow V_3 \rightarrow V_0 \rightarrow V_3 \rightarrow \dots) \rightarrow$$

$$(V_7 \rightarrow V_1 \rightarrow V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow \dots) \rightarrow V_7.$$

3. TỐI ƯU THUẬT TOÁN CHUYỂN MẠCH NHỜ BẢNG CÁNÔ

Như đã phân tích ở trên, luật chuyển mạch ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR bao gồm các chuyển đổi hai chiều giữa các trạng thái $V_0, V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$ của cầu nghịch lưu ba pha. Biểu diễn các chuyển đổi hai chiều này trên bảng Cánô [3, 5, 7] được thể hiện như hình 5. Trong đó, các chuyển đổi hai chiều giữa các trạng thái $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ xảy ra khi thời gian lưu giữ các điểm dừng 0 bằng 0.



Hình 5. Các chuyển đổi hai chiều trạng thái cầu nghịch lưu ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR

Hình 5 chỉ ra rằng, tất cả các chuyển đổi hai chiều này đều là chuyển đổi nguy

Trên bảng Cacnô hình 6, chuyển đổi hai chiều giữa các trạng thái của bộ nghịch lưu với các trạng thái bổ sung đều là các đường thẳng song song với một trong các cạnh của bảng Cacnô, vì vậy đây là các chuyển đổi hai chiều an toàn và không

Figure 1 consists of two diagrams, (a) and (b), illustrating the mapping of a 2D grid to a 1D array. Both diagrams show a 10x10 grid of nodes, labeled V_{ij} where i is the row index (0 to 9) and j is the column index (0 to 9). The nodes are grouped into sets U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 and U_6 (in diagram b). Arrows indicate the mapping from 2D coordinates to 1D indices.

Diagram (a) shows a mapping where nodes are grouped into sets U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 . The mapping is as follows:

- U_1 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$
- U_2 : $V_{04}, V_{24}, V_3, V_{14}, V_{06}, V_{02}, V_{42}, V_5, V_{12}, V_{03}, V_4, V_0, V_{05}, V_2, V_{01}, V_{41}, V_6, V_{21}$
- U_3 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$
- U_4 : $V_{04}, V_{24}, V_3, V_{14}, V_{06}, V_{02}, V_{42}, V_5, V_{12}, V_{03}, V_4, V_0, V_{05}, V_2, V_{01}, V_{41}, V_6, V_{21}$
- U_5 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$

Diagram (b) shows a mapping where nodes are grouped into sets $U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6$. The mapping is as follows:

- U_1 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$
- U_2 : $V_{04}, V_{24}, V_3, V_{14}, V_{06}, V_{02}, V_{42}, V_5, V_{12}, V_{03}, V_4, V_0, V_{05}, V_2, V_{01}, V_{41}, V_6, V_{21}$
- U_3 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$
- U_4 : $V_{04}, V_{24}, V_3, V_{14}, V_{06}, V_{02}, V_{42}, V_5, V_{12}, V_{03}, V_4, V_0, V_{05}, V_2, V_{01}, V_{41}, V_6, V_{21}$
- U_5 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$
- U_6 : $V_{00}, V_{40}, V_{60}, V_{20}, V_{30}, V_{70}, V_{50}, V_{10}$

Từ dạng điện áp pha A thu được (hình 6) ta thấy rằng các trạng thái dừng 0 được thực hiện bởi hai trạng thái V_0 và V_7 . Không làm ảnh hưởng tới vai trò lưu giữ trạng thái dừng 0, ta có thể chỉ sử dụng một trong hai trạng thái này làm trạng thái

lưu giữ trạng thái dừng 0 khi thực hiện thuật toán chuyển mạch cầu nghịch lưu. Tương ứng với sử dụng trạng thái dừng V_0 hoặc V_7 mà số chuyển đổi hai chiều giữa các trạng thái ở thuật toán chuyển mạch cầu nghịch lưu cải tiến loại bỏ dòng trùng dẫn sẽ biểu diễn như hình 6a) hoặc hình 6b).

Với trường hợp chỉ sử dụng trạng thái V_0 để lưu giữ các điểm điện áp về 0 thì thuật toán chuyển mạch cải tiến trên một chu kỳ điện áp sẽ có dạng như sau:

$$\begin{aligned} &[(V_0 \rightarrow V_{02} \rightarrow V_5 \rightarrow V_{02}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{02} \rightarrow V_5 \rightarrow V_{02}) \rightarrow \dots] \rightarrow \\ &[(V_0 \rightarrow V_{03} \rightarrow V_4 \rightarrow V_{03}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{03} \rightarrow V_4 \rightarrow V_{03}) \rightarrow \dots] \rightarrow \\ &[(V_0 \rightarrow V_{01} \rightarrow V_6 \rightarrow V_{01}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{01} \rightarrow V_6 \rightarrow V_{01}) \rightarrow \dots] \rightarrow \\ &[(V_0 \rightarrow V_{05} \rightarrow V_2 \rightarrow V_{05}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{05} \rightarrow V_2 \rightarrow V_{05}) \rightarrow \dots] \rightarrow \\ &[(V_0 \rightarrow V_{04} \rightarrow V_3 \rightarrow V_{04}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{04} \rightarrow V_3 \rightarrow V_{04}) \rightarrow \dots] \rightarrow \\ &[(V_0 \rightarrow V_{06} \rightarrow V_1 \rightarrow V_{06}) \rightarrow (V_0 \rightarrow V_{06} \rightarrow V_1 \rightarrow V_{06}) \rightarrow \dots]. \end{aligned}$$

Với trường hợp sử dụng trạng thái V_7 hoặc cả hai trạng thái V_0 và V_7 để lưu giữ các điểm điện áp về 0 thì thuật toán chuyển mạch cải tiến trên một chu kỳ điện áp được xác định tương tự như trên.

Với trường hợp các trạng thái V_0 và V_7 có thời gian lưu giữ bằng 0 thì thuật toán chuyển mạch cải tiến trên một chu kỳ điện áp sẽ biến đổi về dạng như sau:

$$\begin{aligned} &V_5 \rightarrow V_{42} \rightarrow V_4 \rightarrow V_{41} \rightarrow V_6 \rightarrow V_{21} \rightarrow V_2 \rightarrow \\ &V_{24} \rightarrow V_3 \rightarrow V_{14} \rightarrow V_1 \rightarrow V_{12}. \end{aligned}$$

4. MÔ PHÒNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

4.1. Xác định các thông số lập trình

Một trong những nhiệm vụ quan trọng để thực hiện phương pháp điều chỉnh độ rộng xung SIR cải tiến là cần xác định khoảng thời gian lưu giữ các trạng thái cầu nghịch lưu trên một chu kỳ điện áp xung tạo ra. Giá trị điện áp đầu ra được thay đổi theo tham số điều chỉnh sau: $\gamma = T_0 / T$; trong đó T_0 là tổng thời gian lưu giữ trạng thái điện áp bằng 0 trên một chu kỳ, T là chu kỳ điện áp cần điều chế. Bài báo sử dụng phương pháp điều chỉnh điện áp – tần số để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha theo luật $U/f = \text{const}$, khi đó giá trị γ được xác định như sau: $\gamma = 1 - K_p = 1 - f / f_{DM}$; trong đó f , f_{DM} lần lượt là tần số làm việc và định mức của động cơ [8]. Như vậy, khi biết tần số làm việc và tần số định mức của động cơ ta dễ dàng xác định được γ , T_0 và T , với $T = 1 / f_{DM}$. Gọi T_x , T_{tg} lần lượt là tổng thời gian lưu giữ các trạng thái điện áp khác không và trạng thái trung gian trong một chu kỳ, khi đó ta có biểu thức sau: $T = T_0 + T_{tg} + T_x$. Gọi t_x , t_0 lần lượt là thời gian lưu giữ từng trạng thái điện áp khác không và không, khi đó $t_x = T_x / 6 \cdot n$; $t_0 = T_0 / 6 \cdot n$. Cầu nghịch lưu sử dụng 6 khóa bán dẫn cùng loại, do đó thời gian lưu giữ mỗi trạng thái trung gian ta lấy giống nhau là

$$t_{tg} = T_{tg} / 6 \cdot 2 \cdot n = T_{tg} / 12 \cdot n, \text{ giá trị này được đặt phụ thuộc vào từng loại khóa}$$

bán dẫn được thiết kế. Từ các thông xác định trên, ta thành lập sơ đồ khối lập trình như hình vẽ 7.

4.2. Mô phỏng và đánh giá kết quả

Để kiểm tra, đánh giá so sánh thuật toán chuyển mạch điều chế độ rộng xung SIR cổ điển và thuật toán cải tiến ta sử dụng mô hình mô phỏng Matlab với tải là các cuộn cảm và điện trở mắc đối xứng hình sao như hình 8.

Mô hình mô phỏng bao gồm các khối sau:

InvectoriGBT - khối mô phỏng cầu nghịch lưu ba pha với các khóa chuyển mạch IGBT;

SIR_Caitien - khối mô phỏng thuật toán điều chế độ rộng xung SIR cải tiến;

SIR_Cu - khối mô phỏng thuật toán điều chế độ rộng xung SIR kinh điển;

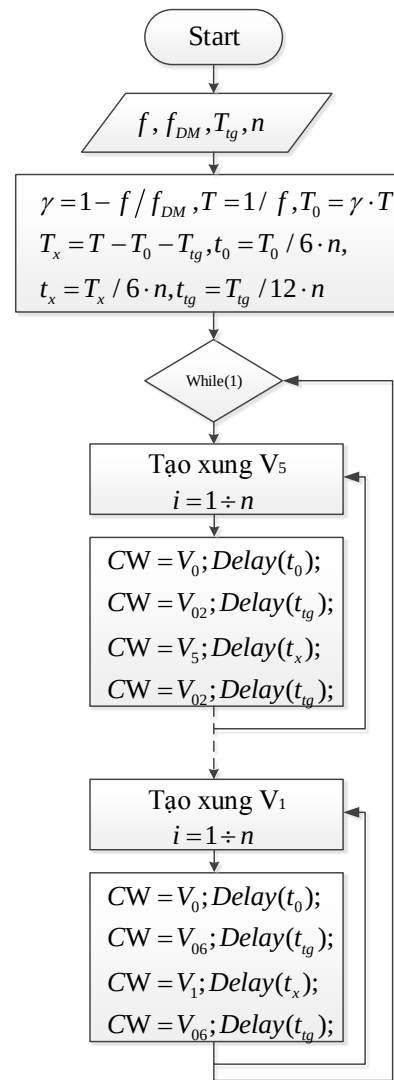
RLa, RLb, RLc - các khối điện trở - cuộn cảm với các giá trị lần lượt là 1Ω và $0,003H$;

Va, Vab - các vôn kế;

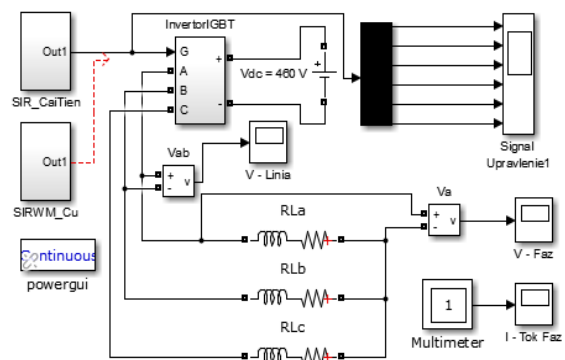
Vdc = 460 V - nguồn điện một chiều cấp cho cầu nghịch lưu có giá trị 460V;

Signal Upravlenie1, V – Faz, I-Tok Faz là các máy hiện sóng hiển thị kết quả đo các tín hiệu điều khiển các khóa chuyển mạch của cầu nghịch lưu, điện áp pha và dòng điện pha.

Để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha ta sử dụng phương pháp điều chỉnh tần số - điện áp với luật $U/f = \text{const}$ ở chế độ điều chỉnh độ rộng xung SIR.

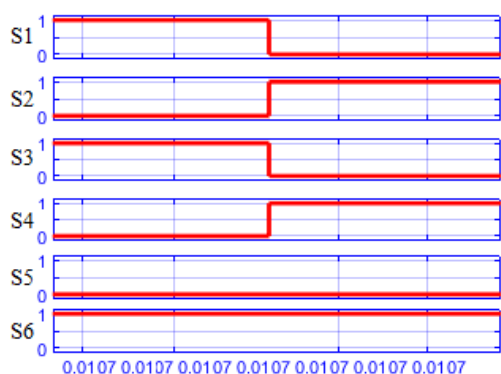


Hình 7. Sơ đồ khối thuật toán SIR

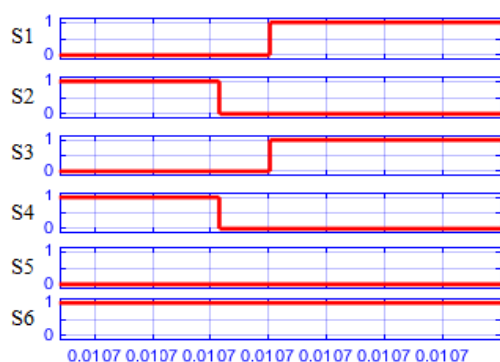


Hình 8. Mô hình mô phỏng Matlab điều chỉnh độ rộng xung SIR

Kết quả mô phỏng với trường hợp riêng khi tần số làm việc là 30 Hz và tần số định mức của động cơ cần điều khiển là 50 Hz được thể hiện như các hình vẽ dưới đây.



(a)

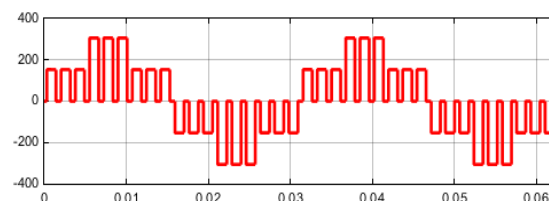


(b)

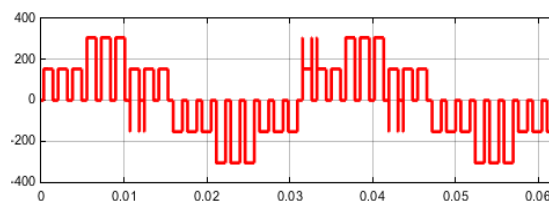
Hình 9. Tín hiệu điều khiển cầu nghịch lưu với thuật toán điều chỉnh độ rộng xung SIR (a) thuật toán cổ điển; (b) cải tiến

Hình 9a chỉ ra rằng với thuật toán chuyển mạch điều chỉnh độ rộng xung SIR cổ điển tại các thời điểm chuyển mạch giữa hai trạng thái cầu nghịch lưu khác nhau sẽ sinh ra dòng trùng dẫn, như ở hình 9a tại thời điểm này trên các cột 1 và 2 tính từ trái sang phải sẽ có dòng trùng dẫn. Hình vẽ 9b chỉ ra rằng ở các thời điểm chuyển mạch của cầu nghịch lưu với thuật toán chuyển mạch cải tiến sẽ không gây ra dòng trùng dẫn trên các cột của cầu

nghịch lưu.

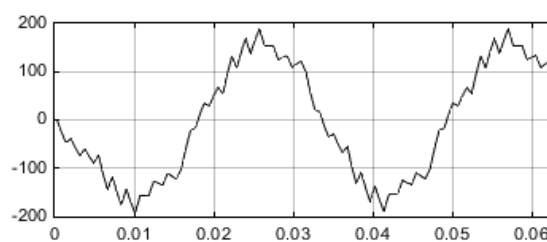


(a)

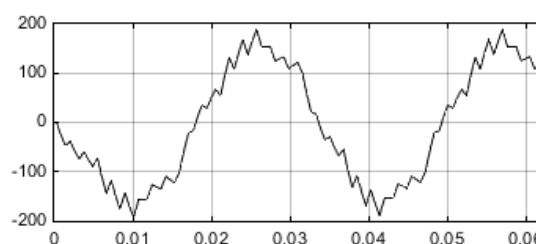


(b)

Hình 10. Điện áp pha A với thuật toán chuyển mạch điều chỉnh độ rộng xung SIR khi $n = 3$: (a) thuật toán cổ điển; (b) thuật toán cải tiến



(a)

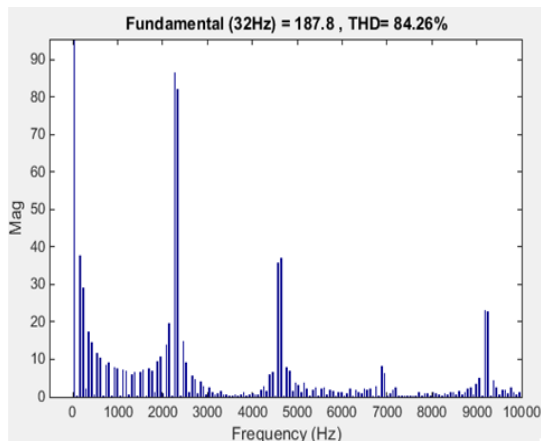


(b)

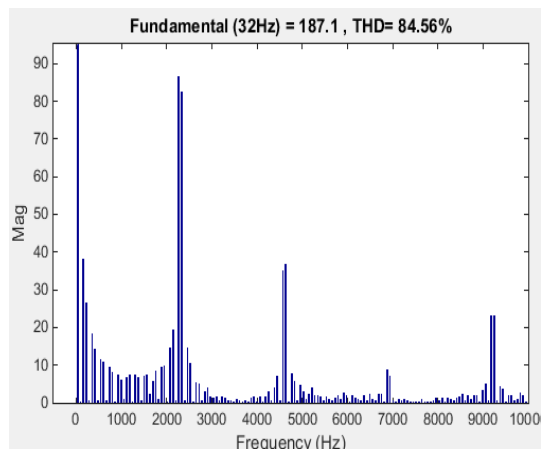
Hình 11. Dạng dòng điện stato pha A với thuật toán chuyển mạch điều chỉnh độ rộng xung SIR khi $n=3$, trong đó: (a) thuật toán cổ điển; (b) thuật toán cải tiến

Hình vẽ 10 và 11 thể hiện kết quả điện áp pha và dòng điện pha đo được theo các thuật toán điều chế độ rộng xung SIR cổ điển và cải tiến. Dựa theo hình ảnh ta thấy

rạng dạng dòng điện và điện áp pha thu được không có nhiều khác biệt, tuy nhiên ở dạng điện áp pha giữa hai phương pháp có một số khác biệt ở các thời điểm chuyển mạch giữa hai trạng thái cầu nghịch lưu. Để đánh giá chất lượng điện áp điều khiển các stato của động cơ không đồng bộ ba pha, ta phân tích phổ dạng điện áp thu được theo hai thuật toán như hình 12.



(a)



(b)

Hình 12. Phổ điện áp pha A với thuật toán chuyển mạch điều chỉnh độ rộng xung SIR, trong đó: (a) thuật toán cổ điển; (b) thuật toán cải tiến

Dựa theo phổ điện áp pha A thu được như

trên hình 12, ta thấy rằng chất lượng điện áp theo hai thuật toán chuyển mạch không khác biệt nhau nhiều, có thể coi là tương đương, vì vậy ta bỏ qua sự ảnh hưởng của các trạng thái cầu nghịch lưu bổ sung được đưa vào thuật toán chuyển mạch cải tiến.

5. KẾT LUẬN

Bài báo giới thiệu phương pháp điều chế độ rộng xung SIR cổ điển, phân tích luật chuyển mạch giữa các trạng thái của cầu nghịch lưu ba pha từ đó sử dụng bảng Cacnô chỉ ra sự tồn tại dòng trùng dẫn họ thứ nhất trong các nhánh của cầu nghịch lưu khi xảy ra luật chuyển mạch này. Việc sử dụng bảng Cacnô cho phép đề xuất luật chuyển mạch cải tiến điều chế độ rộng xung SIR với việc sử dụng thêm các trạng thái cầu nghịch lưu bổ sung trung gian nhằm loại bỏ dòng trùng dẫn trong các nhánh. Trong đó thời gian lưu giữ các trạng thái bổ sung là rất nhỏ so với chu kỳ điều chế độ rộng xung. Qua kiểm tra, đánh giá so sánh kết quả mô phỏng thuật toán cổ điển và cải tiến trên Matlab – Simulink thấy rằng có thể bỏ qua sự ảnh hưởng của các trạng thái bổ sung lên chất lượng điện áp được điều chế, đồng thời khẳng định với luật chuyển mạch của thuật toán cải tiến đã loại bỏ được dòng trùng dẫn họ thứ nhất trên các nhánh cầu nghịch lưu ba pha. Điều này góp phần nâng cao độ tin cậy, sự an toàn và tuổi thọ cho các bộ biến đổi bán dẫn của biến tần trong các hệ thống điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ле Д.Т., Аверин С.В. Оптимизация алгоритмов коммутации в инверторах с векторной широтно-импульсной модуляцией. – Вестник Московского авиационного института, 2016, Т. 23, № 3, С. 155–164.
- [2] Ле Д.Т., Аверин С.В. Формирование векторной широтно-импульсной модуляции с исключением сквозных токов в трехфазном мостовом инверторе. – Вестник Московского авиационного института, 2016, Т. 23, № 4. С. 155–163.
- [3] Phạm Tuấn Thành. Điều khiển số truyền động điện. Giáo trình dùng cho đào tạo sau đại học, Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, 2012.
- [4] С.В. Аверин, Ле Дык Тъеп. Анализ алгоритмов перехода результирующих векторов при реализации векторной ШИМ. – Практическая силовая электроника, 2018, № 1 (69), С. 19–23.
- [5] Lê Đức Tiếp. Инверторы в режиме векторной шим для управления асинхронными двигателями // Диссертация на соискание степени кандидата технических наук. – Москва – МАИ 2018. – 175 с
- [6] Баховцев И.А. Анализ и синтез энергооптимальных способов управления инверторами с ШИМ. /Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Новоси-бирск: Н ГТУ, 2017. 452 с.
- [7] Б.Н. Попов – Цифровые устройства систем приводов летательных аппаратов – МАИ ПРИНТ – 2008.
- [8] Nguyen Huu Nam; Le Duc Tiep, Pham Tuan Thanh; Averin Sergey Vladimirovich. Improvement of Inverter Efficiency of Three-phase Induction Motor Control System by Space Vector Pulse-width Modulation Method - IEEE.org | IEEE Xplore Digital Library | IEEE-SA | IEEE Spectrum | More Sites.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Lê Đức Tiếp nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành tự động hóa tại Đại học Bách khoa Tomsk năm 20107; bảo vệ luận án Tiến sĩ năm 2018 tại Đại học Hàng không Matxcova. Tác giả hiện là giảng viên Bộ môn Kỹ thuật điện - Học viện Kỹ thuật quân sự.

Lĩnh vực nghiên cứu: điều khiển số và truyền động điện, tự động hóa, kỹ thuật chuyển mạch và điều chế độ rộng xung.



Tác giả Đỗ Thị Loan nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành thiết bị mạng và hệ thống điện tại Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên năm 2009. Tác giả hiện là giảng viên Khoa Kỹ thuật điện – Trường Đại học Điện lực.

Lĩnh vực nghiên cứu: các giải pháp vận hành tối ưu thiết bị điện nhằm nâng cao ổn định trong hệ thống điện.



Tác giả Dương Quốc Dũng tốt nghiệp đại học năm 2007, nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành tự động hóa năm 2010 tại Học viện Kỹ thuật quân sự, nhận bằng Tiến sĩ chuyên ngành điều khiển năm 2017 tại Đại học Công nghiệp Cáp Nhĩ Tân – Trung Quốc.

Lĩnh vực nghiên cứu: các hệ thống điều khiển hiện đại, xử lý tín hiệu số.



Tác giả Đặng Tiến Trung tốt nghiệp đại học chuyên ngành kỹ sư điện - tự động hóa năm 2004 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, bảo vệ luận án Tiến sĩ năm 2019 tại Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả hiện là giảng viên Khoa Kỹ thuật điện - Trường Đại học Điện lực.

Lĩnh vực nghiên cứu: ứng dụng các giải pháp điều khiển hiện đại trong hệ thống điện.

