

ỨNG DỤNG PSIM ĐỂ MÔ PHỎNG VÀ KHẢO SÁT MẠCH NGHỊCH LƯU 3 PHA

Trần Thị Thơm^{1,*}

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: tranthom208@gmail.com

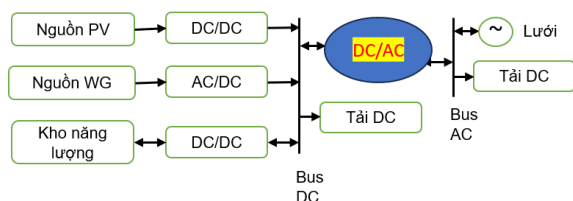
TÓM TẮT

Khi các nguồn năng lượng thay thế trở nên phổ biến thì nhu cầu kết nối các nguồn năng lượng và lưới điện hiện có sẽ tăng lên. Bộ nghịch lưu 3 pha thường được sử dụng để chuyển đổi năng lượng điện một chiều do các nguồn năng lượng thay thế tạo ra thành nguồn năng lượng điện xoay chiều tương thích với hệ thống tải[1]. Mục đích của bài báo là sử dụng phần mềm Psim – một công cụ mạnh trong mô phỏng mạch điện tử công suất để mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha với 2 phương pháp điều khiển là điều chế độ rộng xung SPWM và điều khiển 6 bước từ đó hiểu rõ hơn cho từng phương pháp và ưu nhược điểm của chúng.

Từ khóa: : Psim, mạch nghịch lưu 3 pha, bộ điều khiển, điều chế độ rộng xung SPWM, điều khiển 6 bước, dòng điện ra, điện áp ra.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế công nghệ cho thấy nhu cầu về nguồn năng lượng tái tạo càng cao. Các nguồn năng lượng tái tạo như tuabin gió, pin mặt trời thường tạo ra điện ở dạng DC. Do gió hoặc ánh nắng mặt trời không đều, các nguồn năng lượng tái tạo cũng thường cung cấp điện đầu ra không ổn định (do phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên không điều khiển được: sức gió, ánh nắng...). Để tạo ra một giao diện ổn định và tương thích để hoà với hệ thống lưới điện xoay chiều hiện tại cần có một khâu vô cùng quan trọng đó là nghịch lưu 3 pha.



Hình 1. Mô hình khai thác nguồn PV và WG

Bên cạnh đó bộ nghịch lưu 3 pha là thành phần chủ yếu trong bộ biến tần 3 pha. Chúng được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực truyền động điện dùng trong điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều cho máy công nghiệp: máy bơm, máy nén khí, động cơ... Trong lĩnh vực tần số cao, bộ nghịch lưu được dùng trong các lò cảm ứng trung tần, thiết bị hàn và rất nhiều máy móc thiết bị trong các ngành công nghiệp...

Từ đó ta thấy được tầm quan trọng của mạch nghịch lưu 3 pha trong thực tế sản xuất.

Hiện nay việc học của sinh viên trong học phần điện tử công suất vẫn còn thụ động thông qua trình bày sơ đồ nguyên lý và vẽ lại dạng sóng của mạch mà chưa tự điều chỉnh thay thế các trường hợp tải khác nhau cũng như các phương pháp tạo xung điều khiển khác nhau từ đó quan sát dạng tín hiệu ra cũng như giá trị trung bình của tín hiệu ra tương ứng với từng trường hợp.

Vì vậy, xây dựng mạch mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha ứng với các phương pháp điều chế xung điều khiển khác nhau giúp sinh viên hiểu rõ hơn bài học trong từng trường hợp cụ thể.

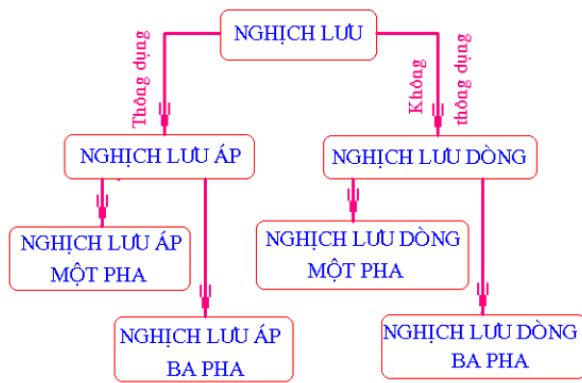
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết.

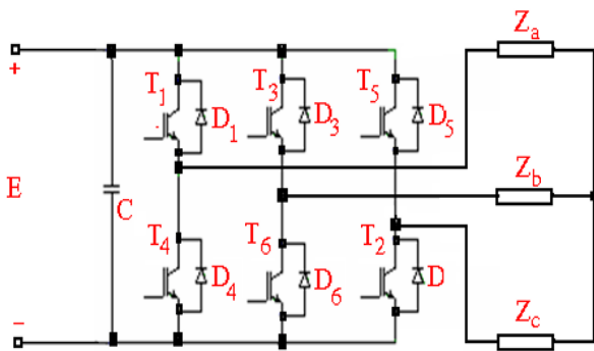
Công cụ mô phỏng Psim – một phần mềm được đánh giá là dễ sử dụng, trực quan, có dung lượng nhẹ và khá mạnh trong lĩnh vực điện tử công suất [2].

Nghịch lưu là quá trình biến đổi tín hiệu điện một chiều thành tín hiệu điện xoay chiều.

Nghịch lưu được chia ra thành các loại cụ thể:

**Hình 2. Phân loại nghịch lưu**

Dù sử dụng các phương pháp điều chế khác nhau nhưng nghịch lưu áp có ưu điểm tạo được điện áp đầu ra giảm được sóng điều hoà bậc cao [1] [3].

**Hình 3. Sơ đồ nguyên lý mạch nghịch lưu 3 pha (mạch lực)**

Mạch sử dụng các van đóng ngắt tùy thuộc vào yêu cầu thực tế:

Linh kiện chuyển mạch cường bức có khả năng đóng và ngắt như IGBT, GTO, MOSFET...

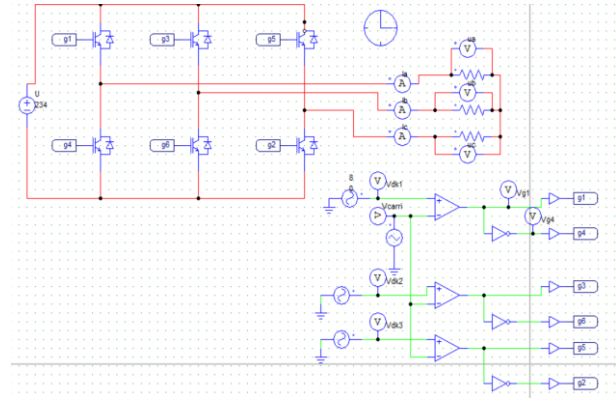
Linh kiện chuyển mạch phụ thuộc quá trình đóng ngắt phụ thuộc vào áp nguồn hoặc áp tải như Thyristor [1]

Hiện tại có nhiều phương pháp điều khiển đóng ngắt van bán dẫn nhưng 2 kỹ thuật điều khiển cơ bản là điều khiển sóng sin và xung vuông. Bài báo sẽ đi mô phỏng mạch với 2 kỹ thuật điều khiển này.

Về cơ bản mạch lực của 2 sơ đồ mô phỏng là như nhau, chỉ khác nhau kỹ thuật điều khiển [1].

2.2. Mô hình mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha điều khiển bằng sin PWM

2.2.1. Sơ đồ mô phỏng

**Hình 4. Sơ đồ mô phỏng mạch nghịch lưu điều khiển theo kỹ thuật điều chế độ rộng xung SPWM**

Trên sơ đồ hình 4 gồm 2 phần: mạch lực (màu đỏ) và mạch điều khiển (màu xanh).

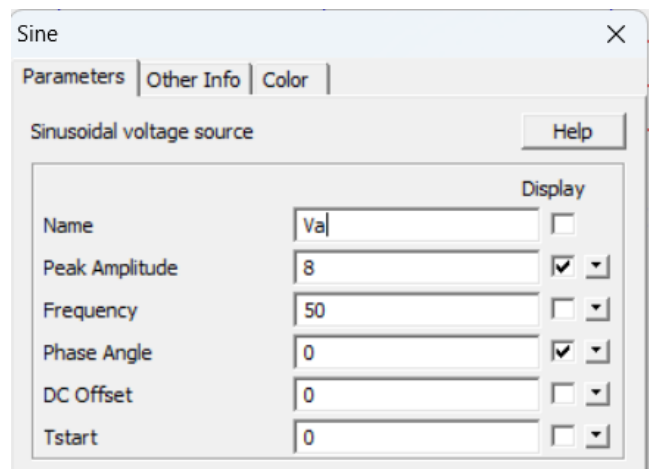
Tham số mô phỏng được trình bày ở bảng 1

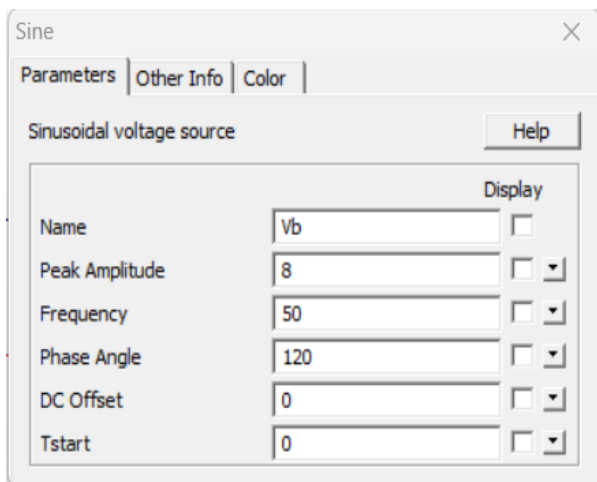
Bảng 1. Tham số mạch mô phỏng mạch nghịch lưu điều khiển theo kỹ thuật điều chế độ rộng xung SPWM

Các tham số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Điện áp nguồn	U	V	234
Tần số sóng sin	f	Hz	50
Tần số sóng mang	f	Hz	5000
Điện trở tải	R	Ω	4
Cảm kháng tải	L	mH	0.095

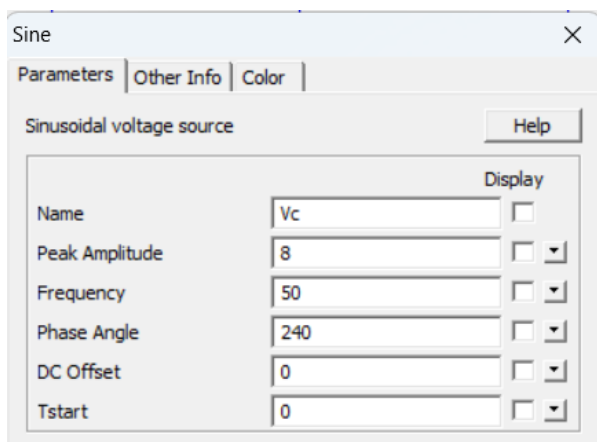
Trong phương pháp điều khiển bằng kỹ thuật sin PWM thì việc hiệu chỉnh thông số sóng sin và sóng mang rất quan trọng.

Tín hiệu tham chiếu dạng sin được đặt cụ thể theo hình sau:

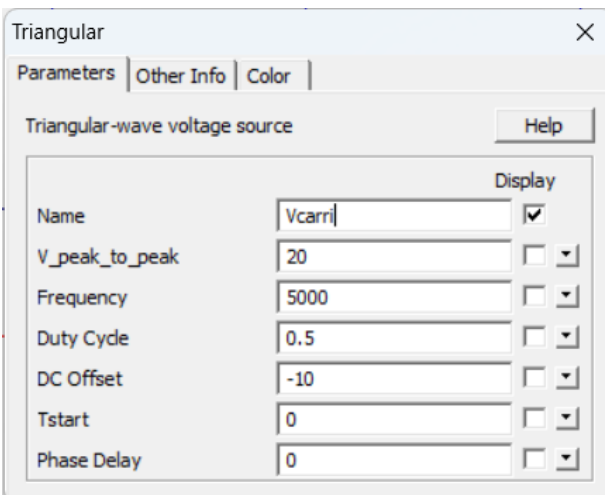
**Hình 5a. Lựa chọn thông số sóng sin pha a**



Hình 5b. Lựa chọn thông số sóng sin pha b



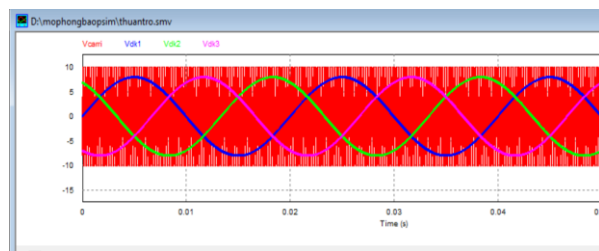
Hình 5c. Lựa chọn thông số sóng sin pha c



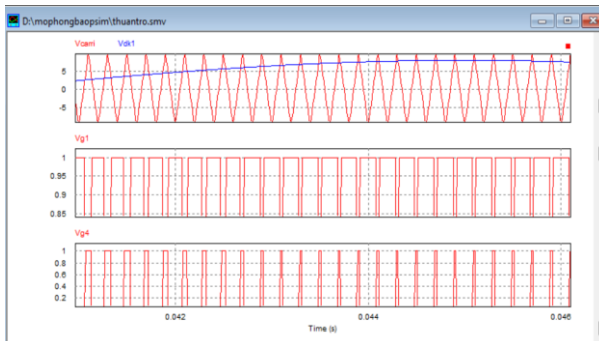
Hình 5d. Lựa chọn thông số sóng mang

2.2.2. Kết quả mô phỏng

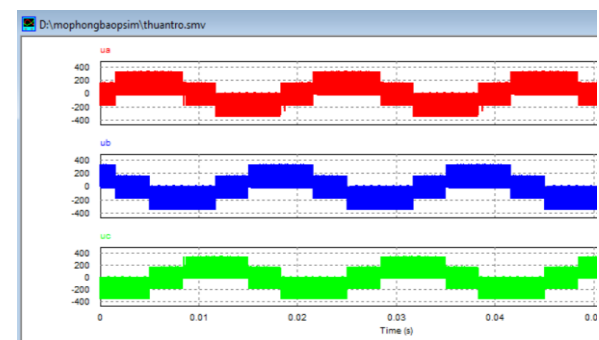
Mạch có nhiệm vụ chuyển đổi năng lượng từ nguồn điện một chiều thành nguồn xoay chiều vì thế thành phần cơ bản của tín hiệu ra cần quan tâm là: biên độ tín hiệu, góc pha, tần số, hệ số méo điện áp THD.



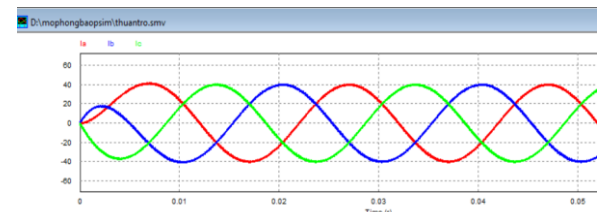
Hình 6a. Dạng sóng điều chế và sóng mang



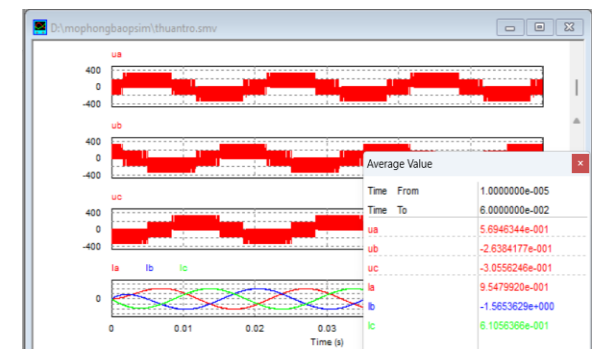
Hình 6b. Dạng sóng điều chế và xung điều khiển



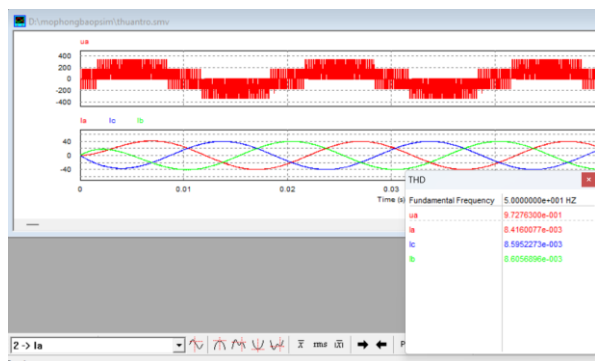
Hình 6c. Dạng sóng điện áp tải



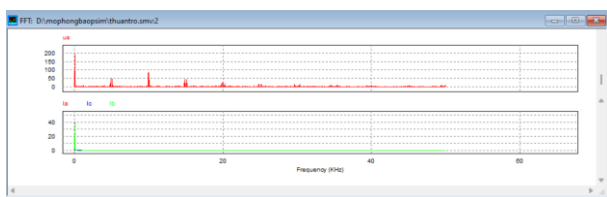
Hình 6d. Dạng sóng dòng điện qua tải



Hình 6e. Giá trị trung bình của điện áp và dòng điện ra



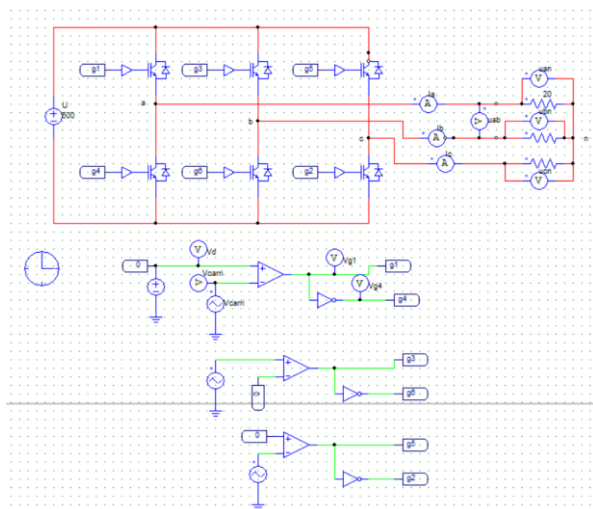
Hình 6f. Giá trị độ méo dạng sóng hài cho điện áp ra và dòng ra.



Hình 6g. Biên độ thành phần cơ bản của điện áp và dòng điện

2.3. Mô hình mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha điều khiển kiểu 6 bước (sóng vuông)

2.3.1. Sơ đồ mô phỏng



Hình 7. Sơ đồ mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha dùng phương pháp điều khiển 6 bước

Trên sơ đồ hình gồm 2 phần: mạch lực (màu đỏ) và mạch điều khiển (màu xanh).

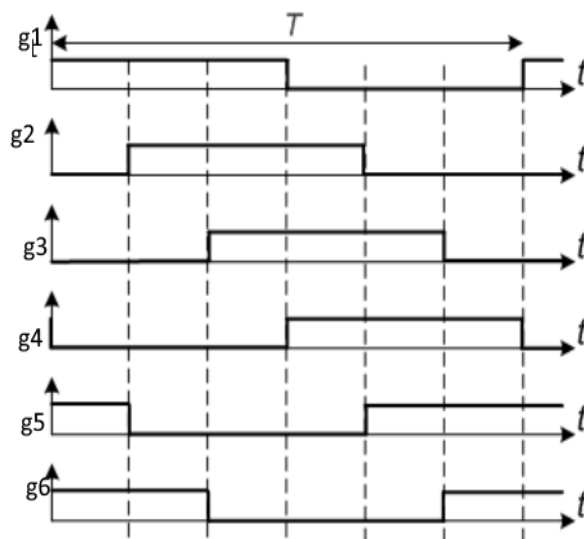
Tham số mô phỏng được trình bày ở bảng 2

Bảng 2. Tham số mô phỏng mạch nghịch lưu điều khiển theo kỹ thuật điều khiển 6 bước

Các tham số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Điện áp nguồn	U	V	234

Điện áp so sánh	Vd	V	0.5
Tần số sóng mang	f	Hz	50
Điện trở tải	R	Ω	20

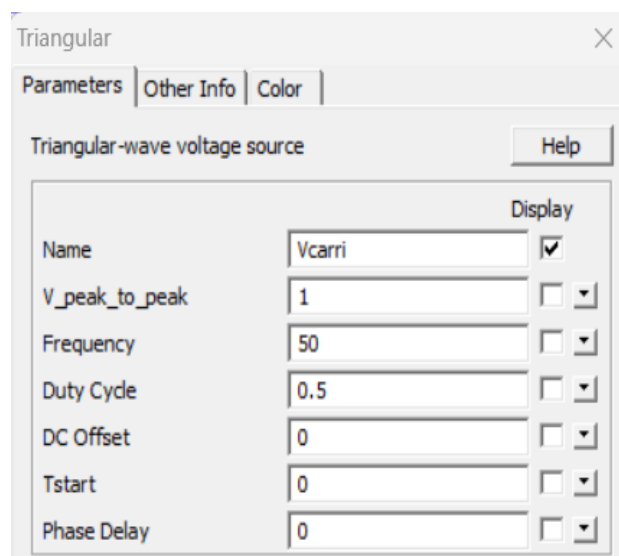
Trong phương pháp điều khiển này, các khoá sẽ dẫn 180° lệch nhau 60° đảm bảo theo quy tắc như trong hình sau (ứng với mạch lực hình 3)



Hình 8. Nguyên tắc phát xung của kỹ thuật điều khiển 6 bước

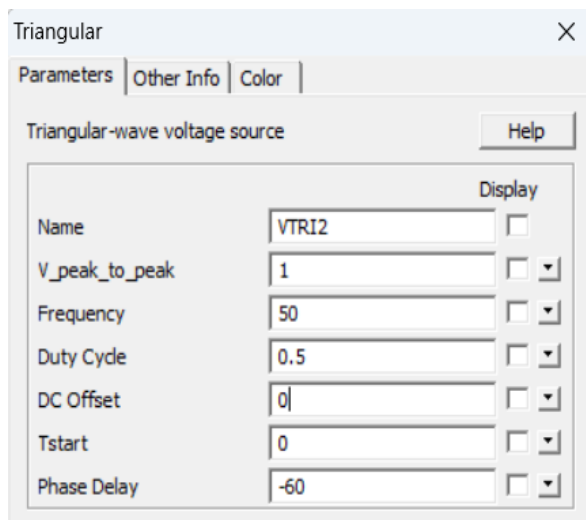
Do vậy việc đặt góc pha của sóng mang rất quan trọng cụ thể:

Với xung g1, g4



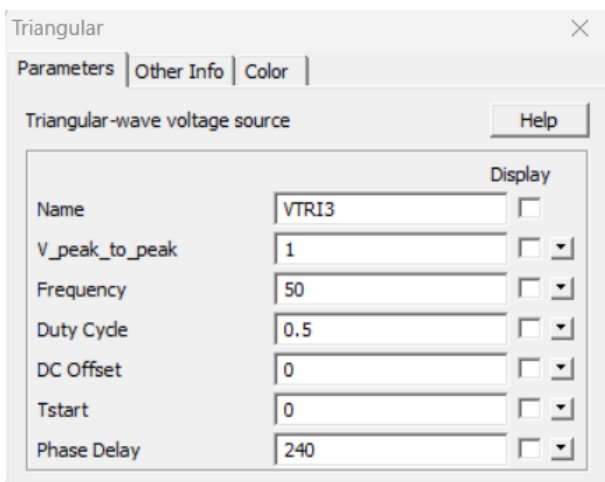
Hình 9a. Lựa chọn thông số sóng mang điều khiển van T1, T4

Với xung g3, g6



Hình 9b. Lựa chọn thông số sóng mang điều khiển van T6, T3

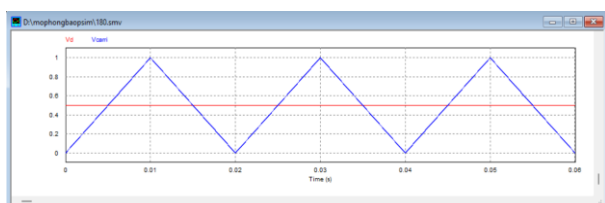
Với xung g5, g2



Hình 9c. Lựa chọn thông số sóng mang điều khiển van T5, T2

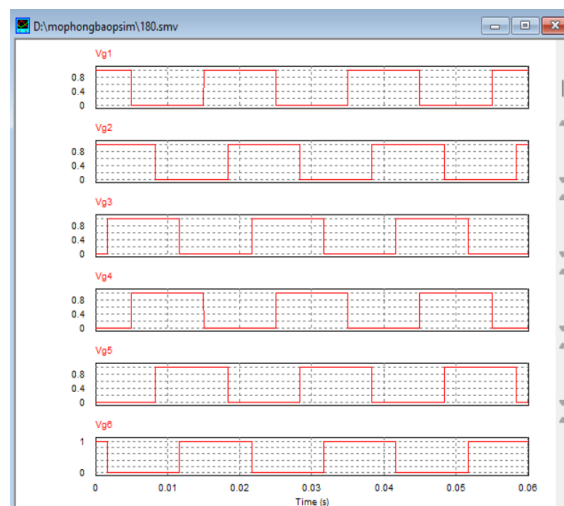
2.3.2. Kết quả mô phỏng

Đầu tiên ta hiển thị được sự so sánh của tín hiệu DC và sóng răng cưa để thấy rằng tín hiệu DC bằng $\frac{1}{2}$ xung răng cưa, có nghĩa xung ra chỉ dẫn $\frac{1}{2}$ chu kỳ, hay dẫn 180° . Cụ thể như hình:

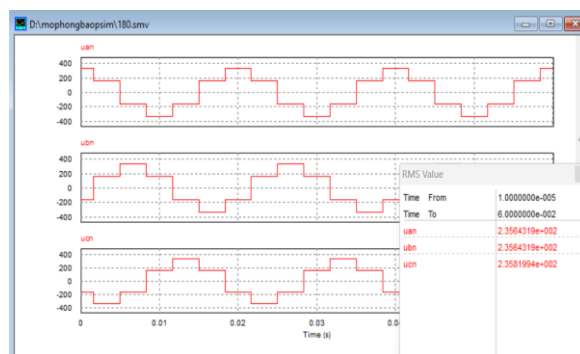


Hình 10a. So sánh tín hiệu sóng mang và tín hiệu điều khiển DC

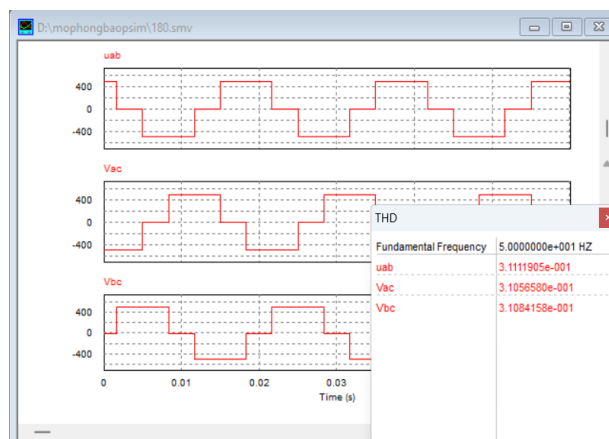
Tiếp đến là sự xuất hiện của các xung kích cho 6 van dẫn:



Hình 10b. tín hiệu trên các van bán dẫn
Dạng điện áp pha và giá trị hiệu dụng



Hình 10c. dạng điện áp pha và giá trị hiệu dụng của chúng



Hình 10d. Điện áp dây và hệ số méo hài điện áp ra

3. KẾT QUẢ

Qua quá trình mô phỏng 2 phương pháp điều khiển xung ta thu được các kết quả sau:

- Thấy được sự khác biệt của việc sử dụng sóng mang và sóng điều khiển: ở phương pháp SPWM sóng điều khiển hình sin, sóng mang

hình răng cưa với tần số lớn hơn rất nhiều lần. Còn ở phương pháp 6 bước, tín hiệu điều khiển dạng DC có biên độ bằng $\frac{1}{2}$ biên độ sóng răng cưa cho thấy sự tiết kiệm năng lượng, an toàn cho khâu điều khiển và sự đơn giản trong việc lấy tín hiệu điều khiển.

- Tín hiệu dòng điện ra tải của 2 phương pháp cũng có sự chênh lệch của dạng tín hiệu và thông số độ méo dạng THD.

- Từ cách đặt thông số cho bộ điều khiển, sinh viên, người đọc có thể thay thế giá trị tải khác nhau cho từng ứng dụng cụ thể cũng như sinh viên có thể tự làm thí nghiệm, mô phỏng ở nhà trước khi học thực hành trên trường để tránh việc làm sai hỏng các thiết bị thực hành.

- Việc sử dụng phần mềm để mô phỏng giúp sinh viên thực hành được các mạch điện phức tạp, đắt tiền mà có thể không đủ chi phí để mua.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Trong nội dung bài báo tác giả đã thực hiện mô phỏng, khảo sát mạch bằng phần mềm Psim. Quan sát được sự khác nhau của 2 phương pháp điều chế xung điều khiển. Bên cạnh đó với kết quả mô phỏng được, chúng ta có cái nhìn trực quan nhất về nguyên lý hoạt động mạch nghịch lưu 3 pha – một dạng mạch khó, phức tạp trong kỹ thuật nghịch lưu.

4.2. Kiến nghị

Với kiến thức đã thu được từ xây dựng sơ đồ mô phỏng mạch nghịch lưu cơ bản, sinh viên, người đọc có thể phát triển thêm các dạng khác như: các dạng tải khác nhau cho cùng phương pháp điều khiển, các dạng mạch điều khiển khác cũng như áp dụng cho cả mạch nghịch lưu 1 pha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Minh Chính, Trần Trọng Minh, Phạm Quốc Hải (2008), *Điện tử công suất*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Nguyễn Tiến Đức (2017), *Ứng dụng phương pháp mô phỏng trong dạy học thực hành ngành điện tự động hóa tại trường Cao đẳng Công nghiệp Nam Định*.
3. Bùi Văn Huy, Nguyễn Văn Liễn, Trần Trọng Minh, Vũ Hoàng Phương, *Bộ biến đổi DC-AC-AC qua khâu trung gian tần số cao có khả năng trao đổi công suất hai chiều* , Hội nghị toàn quốc lần thứ 7 về Cơ Điện tử - VCM-2014, (trang 136 -142)

Thông tin của tác giả:

Ths. Trần Thị Thơm

Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).987.633.924 - Email: tranthom208@gmail.com

PSIM APPLICATION TO SIMULATE AND INVESTIGATE 3-PHASE INVERTER CIRCUIT

Information about authors:

Tran Thi Thom, MS., Department Electrical, Quang Ninh University of Industry, email: tranthom208@gmail.com

ABSTRACT

As alternative energy sources become more popular, the need to connect existing energy sources and grids will increase. Three-phase inverters are often used to convert DC power generated by alternative energy sources into AC power compatible with the load system[1]. The purpose of this

paper is to use Psim software - a powerful tool in power electronic circuit simulation to simulate a three-phase inverter circuit with two control methods: pulse width modulation (SPWM) and 6-step control, thereby better understanding each method and their advantages and disadvantages.

Keywords: *Psim, 3 phase inverter circuit, controller, SPWM pulse width modulation, 6 step control, output current, output voltage.*

REFERENCES

1. Bui Minh Chinh, Tran Trong Minh, Pham Quoc Hai (2008), *Power Electronics*, Science and Technology Publishing House, Hanoi.
2. Nguyen Tien Duc (2017), *Application of simulation method in teaching practice in automation electricity at Nam Dinh Industrial College.*
3. Bui Van Huy, Nguyen Van Lien, Tran Trong Minh, Vu Hoang Phuong, *DC-AC-AC converter via high frequency intermediate stage with bidirectional power exchange capability*, 7th National Conference on Mechatronics - VCM-2014, (pages 136-142)

Ngày nhận bài: 17/03/2025;

Ngày gửi phản biện: 17/03/2025;

Ngày nhận phản biện: 18/03/2025;

Ngày chấp nhận đăng: 21/03/2025.