

NGHỊCH LƯU 3 PHA 2 BẬC ĐIỀU KHIỂN BẰNG CARD DSP THREE PHASE INVERTERS TWO LEVEL CONTROLLED BY CARD DSP ĐỖ ĐỨC TRÍ

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành Phố Hồ Chí Minh
Khoa Điện – Điện tử
Phòng thí nghiệm điện tử công suất nâng cao D406

Tóm tắt: Bộ nghịch lưu DC-AC ba pha thường sử dụng cho các thiết bị công suất cao như động cơ không đồng bộ, máy điều hòa không khí và quạt gió. Bài báo này tập trung vào giải thuật điều chế độ rộng xung SinPWM (SinPWM). Kỹ thuật điều chế độ rộng xung cho ra dạng sóng sine bằng cách chọn dạng sóng xung ngõ ra với độ rộng thay đổi. Tần số đóng, ngắt cao làm cho dạng sóng sine ngõ ra tốt hơn. Điện áp ngõ ra mong muốn đạt được bởi sự thay đổi tần số và biên độ của tín hiệu tham chiếu (V_{ramp}) hoặc điện áp điều chế (m). Sự thay đổi biên độ và tần số của điện áp tham chiếu làm thay đổi độ rộng xung và điện áp ngõ ra nhưng tín hiệu sine điều chế không đổi.

Từ khóa: Nghịch lưu ba pha hai bậc, Inverter, SPWM, IGBT.

Abstract: Generally an Inverter three phase DC-AC inverter is use for hight power amplications such as induction motor, air coditioner and ventilation fans. This paper focuses on a sinusoidal pulse-width modulation (SinPWM). The sinusoidal pulse-width modulation technique produces a sinusoidal waveform by filtering an output pulse waveform with varying width. A high switching frequency leads to a better filtered sinusoidal output waveform. The desired output voltage is achieved by varying the frequency and amplitude of a reference or modulating voltage. The variations in the amplitude and frequency of the reference voltage change the pulse-width patterns of the output voltage but keep the sinusoidal modulation.

Key words: Three phase inverters two level, Inverter, SPWM, MOSFET, IGBT.

I. Giới thiệu

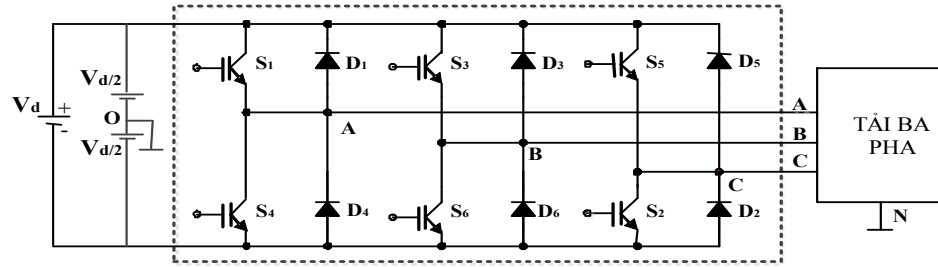
Phương pháp điều chế độ rộng xung điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ được sử dụng phổ biến trong công nghiệp. Trong những năm gần đây sự phát triển công nghệ bán dẫn đã tạo ra nhiều thiết bị điện tử công suất với hiệu suất rất cao. Do đó có nhiều cấu hình nghịch lưu đa bậc khác nhau được nghiên cứu. Điện áp, tần số từ bộ nghịch lưu ba pha cung cấp cho động cơ không đồng bộ dựa trên giải thuật điều chế độ rộng xung (PWM) [2][6][7][8]. Giải thuật PWM được sử dụng rất phổ biến đó là sự so sánh giữa điện áp 3 pha điều khiển và sóng mang tạo ra ba tín hiệu điều khiển u_{dka} , u_{dkb} , u_{dkc} điều khiển sáu IGBT.

Trong bài báo này Tác giả đề cập phát triển PWM lên SinPWM [9][10] để giảm độ gợn sóng điều khiển giúp cho ngõ ra giảm thiểu sóng hài [12].

Tác giả tập trung vào giải thuật SinPWM cho nghịch lưu áp 3 pha 2 bậc. Kết quả đạt được thể hiện qua mô phỏng trên phần mềm MATLAB/Simulink và mô hình thực.

II. Mô hình toán, phương trình toán của bộ nghịch lưu 3 pha 2 bậc

1. Mô hình toán bộ nghịch lưu 3 pha 2 bậc



Hình 1: Mô hình toán bộ nghịch lưu 3 pha 2 bậc

V_d : Điện áp DC ngõ vào [V].

A: Điện ngõ ra pha A [V].

B : Điện ngõ ra pha B [V].

C: Điện ngõ ra pha C [V].

S_{1-6} : Các khóa đóng, ngắt.

D_{1-6} : Các khóa đối song.

2. Phương trình toán bộ nghịch lưu 3 pha 2 bậc

Từ mô hình toán điều kiện kích cho các khóa S:

$S_1=1, S_4=0$ hoặc ngược lại;

$S_3=1, S_6=0$ hoặc ngược lại;

$S_5=1, S_2=0$ hoặc ngược lại;

Bảng trạng thái các khóa được kích ở trạng thái dẫn 180° , lệch 60°

Trạng thái Khóa S	60°	120°	180°	240°	300°	360°
	U_{AB}	$+V_d$	$+V_d$	0	$-V_d$	$-V_d$
U_{BC}	$-V_d$	0	$+V_d$	$+V_d$	0	$-V_d$
U_{CA}	0	$-V_d$	$-V_d$	0	$+V_d$	$+V_d$
U_{AN}	$+V_d/3$	$+2V_d/3$	$+V_d/3$	$-V_d/3$	$-2V_d/3$	$-V_d/3$
U_{BN}	$-2V_d/3$	$-V_d/3$	$+V_d/3$	$+2V_d/3$	$+V_d/3$	$-V_d/3$
U_{CN}	$+V_d/3$	$-V_d/3$	$-2V_d/3$	$-V_d/3$	$+V_d/3$	$+2V_d/3$

Bảng 1: Điện áp ngõ ra khi tải khi đấu sao

Từ bảng trạng thái ta có các phương trình toán sau:

$$V_{t1} + V_{t2} + V_{t3} = 0 \quad (1)$$

$$V_{A0} = \frac{2}{3} V_{AN} - \frac{1}{3} (V_{BN} + V_{CN}) \quad (2)$$

$$V_{B0} = \frac{2}{3} V_{BN} - \frac{1}{3} (V_{AN} + V_{CN}) \quad (3)$$

$$V_{C0} = \frac{2}{3} V_{CN} - \frac{1}{3} (V_{AN} + V_{BN}) \quad (4)$$

$$V_{t1} = V_{A0} - V_{N0}; \quad V_{t2} = V_{B0} - V_{N0}; \quad V_{t3} = V_{C0} - V_{N0} \quad (5)$$

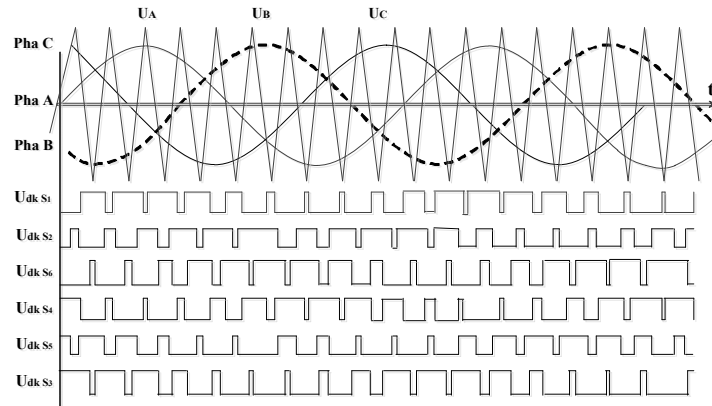
$$V_{N0} = V_{A0} - V_{N0} \quad (6)$$

$$V_{N0} = \frac{V_{A0} + V_{B0} + V_{C0}}{3} \quad (7)$$

$$V_{AB} = V_{A0} - V_{B0} \quad (8)$$

III Thiết kế bộ điều khiển theo phương pháp SinPWM

Từ mô hình toán và bảng trạng thái dễ dàng thấy được dạng sóng ngõ ra dòng không sin cho nên sóng hài còn cao. Để giảm sóng hài tác giả đề nghị sử dụng phương pháp điều khiển cho 6 khóa S là SinPWM.



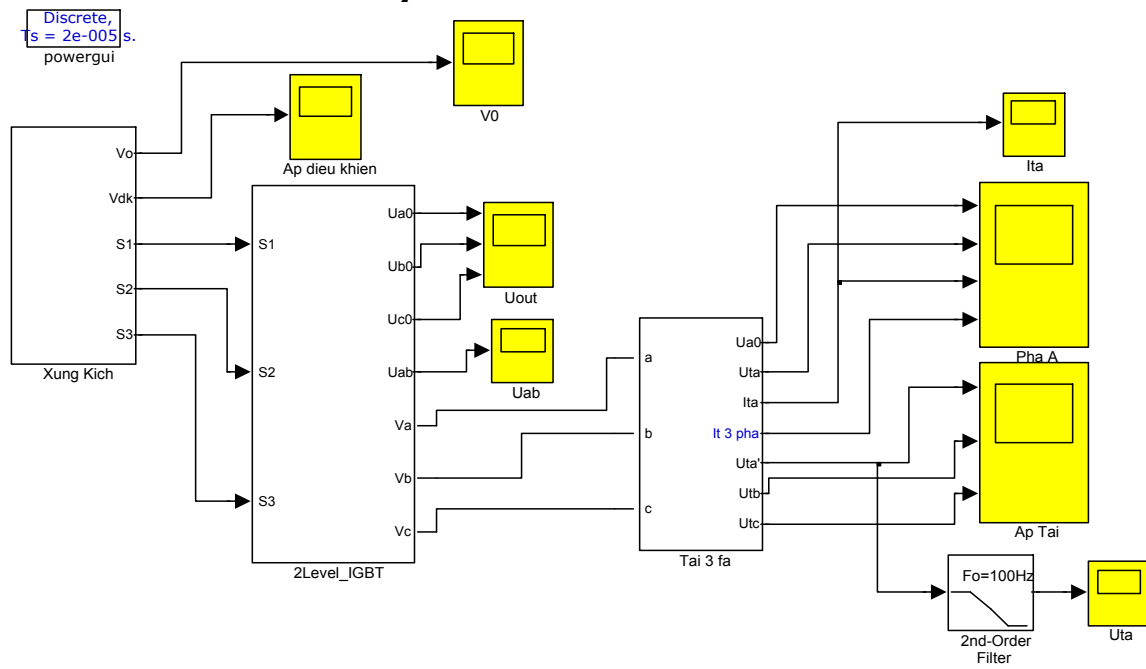
Hình 2 dạng sóng điều chế và tín hiệu điều khiển SinPWM

Gọi chỉ số điều chế m là tỉ số giữa thành phần hài cơ bản của điện áp pha-tâm nguồn và giá trị $\frac{V_d}{\sqrt{3}}$ thì m được xác định:

$$m = \frac{V_{1XN}}{\frac{V_d}{\sqrt{3}}} \quad (9)$$

Thành phần hài cơ bản của điện áp pha-tâm nguồn có biên độ đỉnh cực đại V_{1XNmax} được xác định là:

$$V_{1XN} = \frac{V_d}{2} \quad (10)$$



Hình 3 Mô phỏng mạch nghịch lưu 3 pha 2 bậc điều chế bằng SinPWM bằng Matlab Simulink

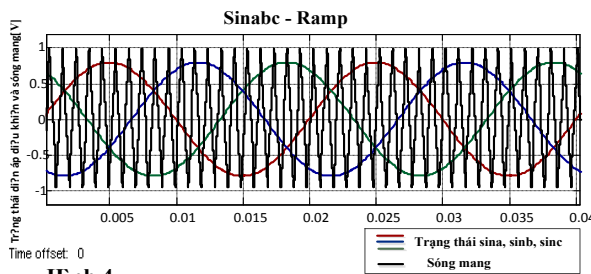
IV Kết quả trên mô phỏng và mô hình thực

Kết quả của phương trình (1) đến (10) cũng như mô hình toán hình 1 được chứng minh bởi kết quả mô phỏng và nhúng vào mô hình thực. Giá trị và thông số của động cơ không đồng bộ ba pha mô phỏng được chỉ ra ở bảng dưới:

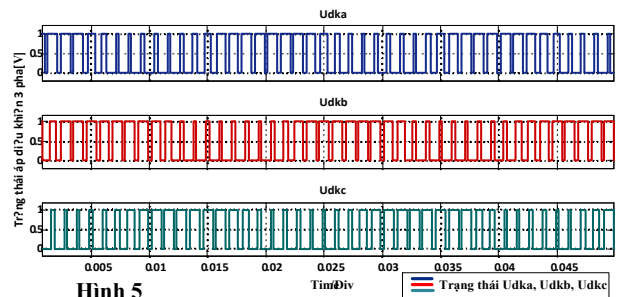
Bảng 1: Thông số và giá trị của động cơ AC

Thông số	Chức năng	Giá trị	Đơn vị
R	Điện trở phần ứng	40	[Ω]
L	Điện cảm	2×10^{-3}	[H]
V_d	Điện áp ngõ vào	200	[V]
M	Hệ số điều chế	0,85	
f_{abc}	Tần số áp điều khiển	50	[Hz]
f_{Vc}	Tần số sóng mang	3000	[Hz]

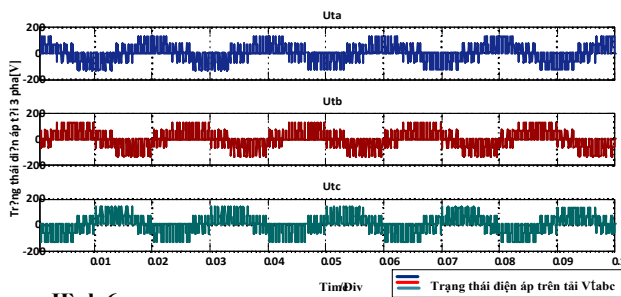
Bảng 2 Thông số mô phỏng bộ nghịch lưu áp 3 pha 2 bậc



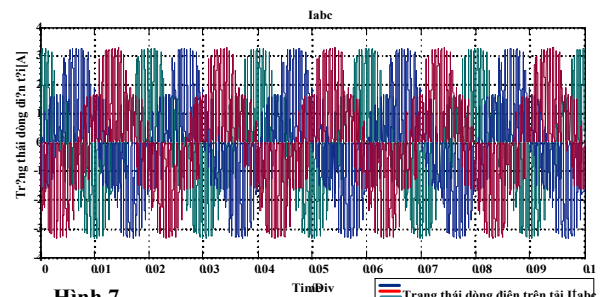
Hình 4 Trạng thái tín hiệu sina, sinb, sinc và sóng mang.



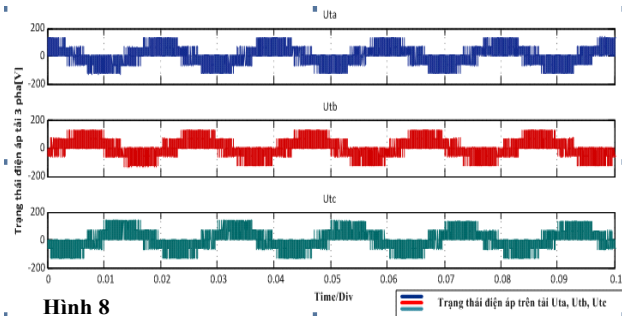
Hình 5 Trạng thái tín hiệu điều khiển Udk₁, Udk₃, Udk₅



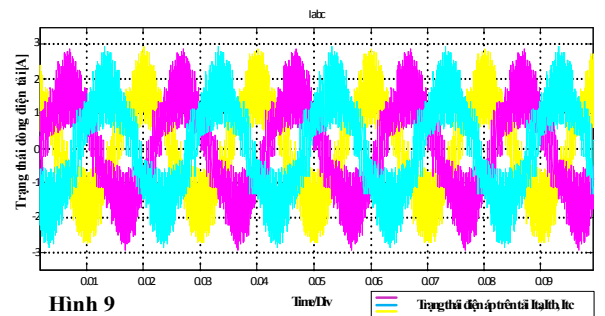
Hình 6 Trạng thái điện áp trên tải U_{ta}, U_{tb}, U_{tc} m=0.5, f_{Vc}=900



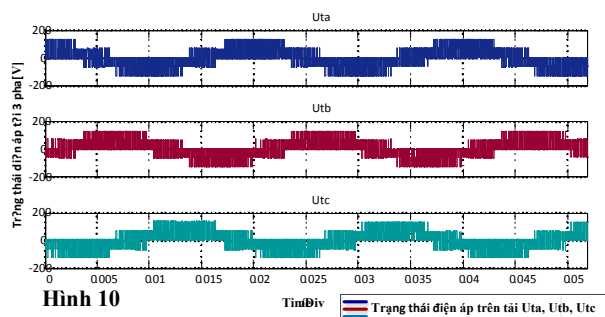
Hình 7 Trạng thái dòng điện trên tải I_{abc} khi m=0.5, f_{Vc}=900



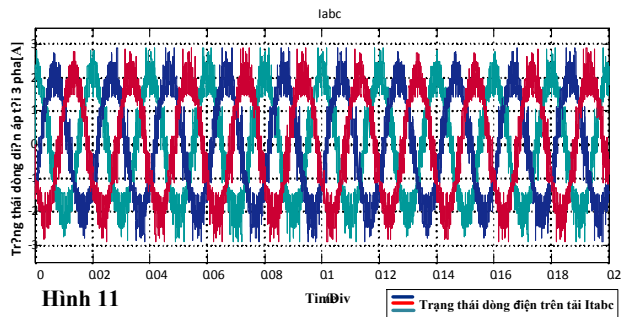
Hình 8
Trạng thái điện áp trên tải Uta, Utb, Utc $m=0.6, f_{vc}=3000$



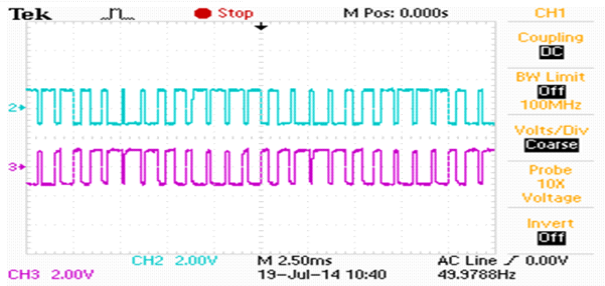
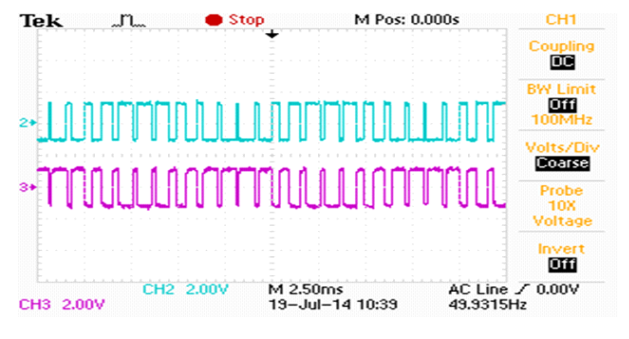
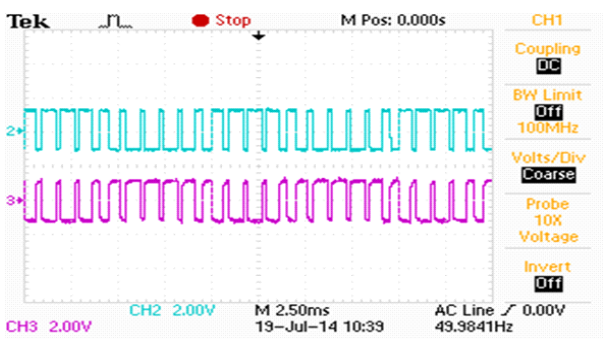
Hình 9
Trạng thái dòng điện trên tải Iabc khi $m=0.5, f_{vc}=3000$



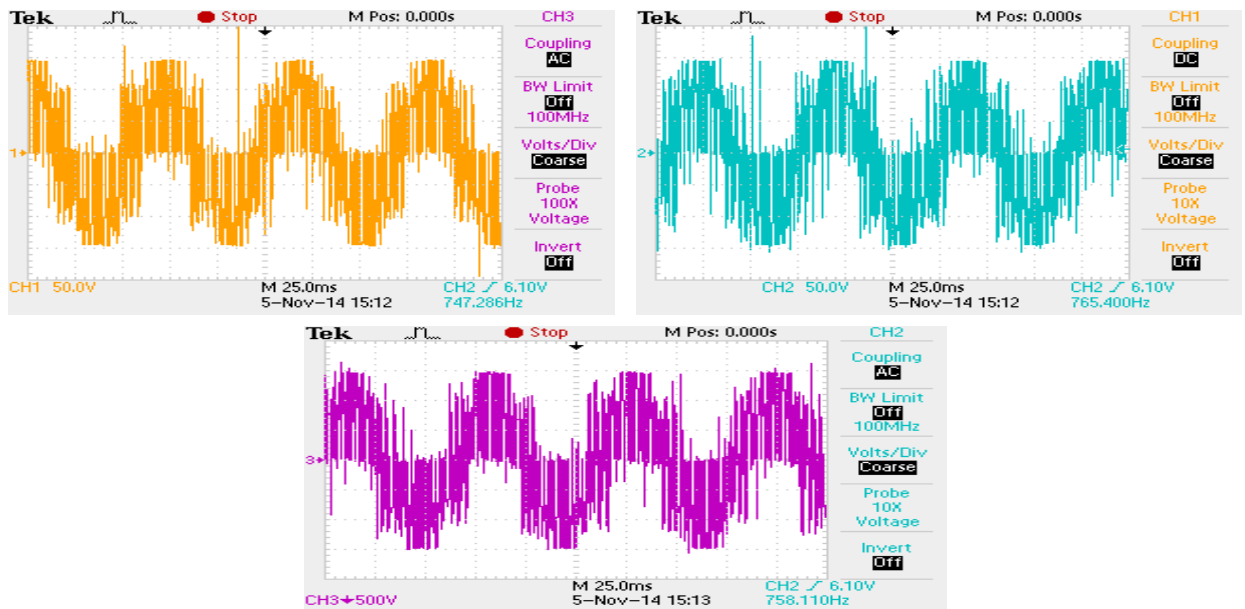
Hình 10
Trạng thái điện áp trên tải Uta, Utb, Utc $m=0.75, f_{vc}=7000$



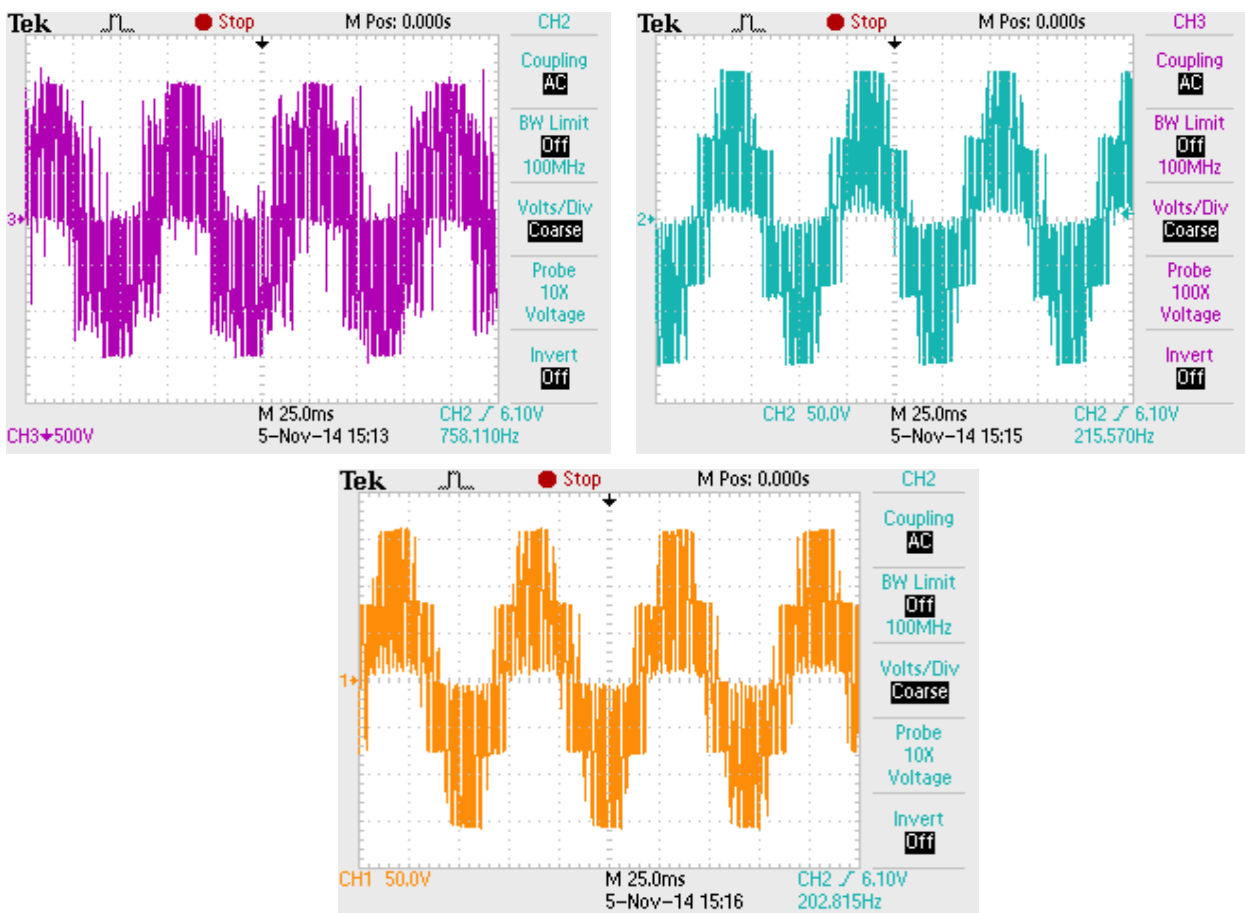
Hình 11
Trạng thái dòng điện trên tải Iabc khi $m=0.75, f_{vc}=7000$



Hình 12 Trạng thái tín hiệu điều khiển UdkS₁, UdkS₄, UdkS₃, UdkS₆, UdkS₅, UdkS₂ trên mô hình thực



Hình 13 Trạng thái điện áp trên tải Uta $m=0.85$, $f_v=3000$ trên mô hình thực



Hình 14 Trạng thái dòng điện trên tải Utc $m=0.85$, $f_v=3000$ trên mô hình thực

V. Kết luận và phát triển

Bài báo này xây dựng mô hình toán, phương trình toán và giải thuật điều khiển SinPWM cho bộ nghịch lưu áp 3 pha 2 bậc. Kết quả nghiên cứu được thể hiện từ Hình 4 ~ 14. Kết quả mô phỏng và kết quả nhúng vào mô hình thực tương đối tương thích, đây là minh chứng cơ sở lý thuyết và cơ sở thực tế luôn đi đôi với nhau, kết quả trực quan và rõ ràng. Có thể phát triển thêm giải thuật MSPWM, Vector không gian giúp cho kết quả khả quan hơn . . .

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Văn Nhò “Giáo trình điện tử công suất 1” Nha xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh 2002.
- [2] Sinusoidal PWM Signal Generation Technique for Three Phase Voltage Source Inverter with Analog Circuit & Simulation of PWM Inverter for Standalone Load & Micro-grid System, Nazmul Islam Raju.
- [3] Mathematical Modelling of PV Module With multilevel 3-Ø inverter using SPWM technique for Grid application Lunavath Hemsingh 2013.
- [4] Online Harmonic Elimination of SVPWM for Three Phase Inverter and a Systematic Method for Practical Implementation. Nisha G. K.
- [5] Research of Novel Three-phase Inverter and its Modulation Technique, Wang Shuwen, 2006.
- [6] Research of Novel Three-phase Inverter and its Modulation Technique. Nature and Science, 4(3), 2006, Wang
- [7] Hur Namho, Jung Junhwan, Nam K wanghee. Fast Dynamic DC-link Power balancing Scheme for a PWM converter-inverter System[A]. IECON’ 99 Proceedings[C]. The 25th Annual conference of the IEEE, 1999, 2:767~772.
- [8] Jung Jinhwan, Lim Sunkyoung, Nam Kwanghee. A Feed-back Linearizing Control Scheme for a PWM Converter –inverter Having a very Small DC-link Capacitor[J].IEEE Trans. on Ind. Appl., 1999,35(5):1124~1131.
- [9] M. Depenbrock, “Pulsewidth control of a 3-phase inverter with nonsinusoidal phase voltages,” in Proc. IEEE-IAS Int. Semiconductor Power Conversion Conf., Orlando, FL, 1975, pp. 389–398.
- [10] Tole Sutikno, Member of IACSIT & IEEE, Mochammad Facta, Member of IEEE, “An Efficient Strategy to Generate High Resolution Three-Phase Pulse Width Modulation Signal Based on Field Programmable Gate Array”, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 2, No. 3, June 2010, pp. 1793-8163
- [11] Babaei E, Hosseini SH, Gharehpetian G., “Reduction of THD and low order harmonics with symmetrical output current for single-phase ac/ac matrix converters.” International Journal of Electrical Power& Energy System2010 – Elsevier; Volume 32, Issue 3, March 2010, Pages 225–235