

GIẢI PHÁP TĂNG BIÊN ĐỘ ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU VÀ ỔN ÁP XOAY CHIỀU KHÔNG SỬ DỤNG BIẾN ÁP

Nguyễn Văn Sơn⁽¹⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 1/3/2017; Ngày gửi phản biện 20/3/2017; Chấp nhận đăng 30/5/2017

Email: nvsondalat@gmail.com

Tóm tắt

Tăng hay giảm biên độ điện áp xoay chiều của điện lưới (50Hz) ta được biết đến là sử dụng máy biến áp, trong bài báo này giới thiệu ba giải pháp tăng biên độ điện áp xoay chiều không sử dụng biến áp: nhân đôi biên độ điện áp xoay chiều, tăng biên độ điện áp xoay chiều với hệ số tăng liên tục từ 1,0 đến 2,0, và ổn định biên độ điện áp xoay chiều không dùng biến áp. Với các linh kiện thông dụng trên thị trường cho phép thiết kế thiết bị tăng biên độ điện áp xoay chiều công suất tối đa 2kVA. Do không sử dụng biến áp nên ưu điểm của thiết bị tăng biên độ điện áp xoay chiều loại này là gọn và nhẹ.

Từ khóa: biên độ, điện áp, không biến áp, ổn áp

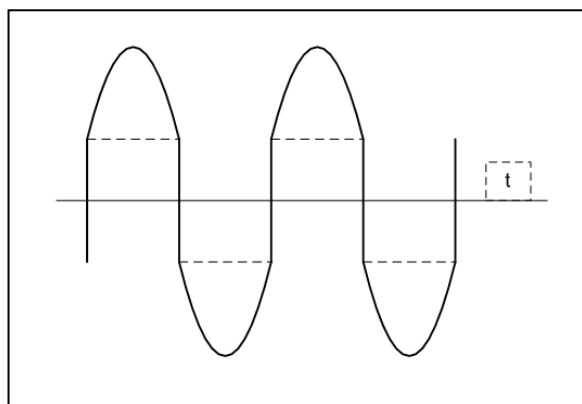
Abstract

SOLUTIONS FOR INCREASING AND STABILIZING THE AMPLITUDE OF THE AC VOLTAGE WITHOUT THE TRANSFORMER

Increasing or decreasing the alternating voltages of grid electricity (50Hz) is known as the use of transformers, in this paper we present three solutions for increasing the AC voltage without the transformer: Duplicating the alternating voltage amplitude, increasing the amplitude of the AC voltage with a coefficient of continuous increase from 1.0 to 2.0, and Stabilizing the AC voltage without transformer. With common components in the Vietnamese market, it is possible to design the equipment to increase the amplitude of AC voltage with the maximum capacity of 2kVA. By not using a transformer, the advantage of this type of amplifier is that it is compact and light.

1. Giới thiệu

Tăng biên độ điện áp xoay chiều bằng giải pháp không sử dụng biến áp có ưu, nhược điểm riêng do đó giải pháp này phù hợp trong những trường hợp cụ thể. Linh kiện tích trữ năng lượng để tăng biên độ trong giải pháp này là tụ điện. Một điện áp sin cộng với một điện áp vuông thành điện áp xoay chiều tăng biên độ chỉ trên hình 1.



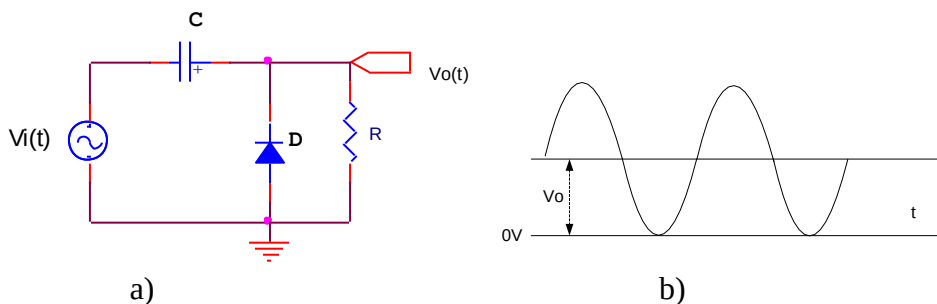
Hình 1. Giải pháp tăng biên độ điện áp xoay chiều

Điện áp hình vuông được hình thành từ điện áp hình sin lỗi vào và biên độ có thể điều chỉnh được, biên độ lớn nhất bằng biên độ sin lỗi vào.

2. Giải pháp tăng biên độ điện áp xoay chiều không sử dụng biến áp

2.1. Nhân đôi biên độ điện áp xoay chiều

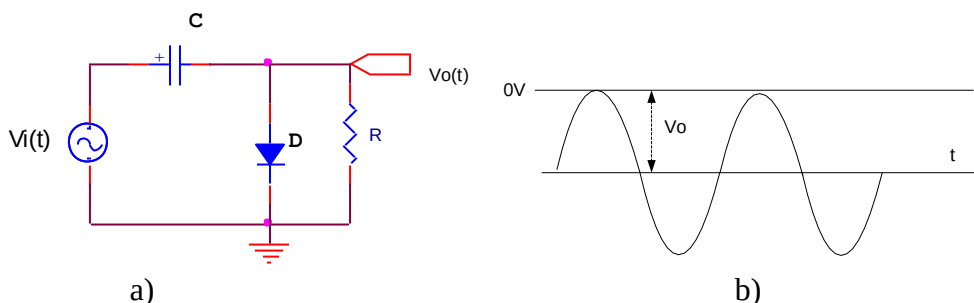
Để thực hiện giải pháp tăng biên độ điện áp xoay chiều ta sử dụng 2 mạch ghim điện áp một chiều mức điện áp dương và âm. Ở bán kỳ dương lấy điện áp lỗi ra mạch ghim mức điện áp dương và ở bán kỳ âm lấy điện áp lỗi ra mạch ghim mức điện áp âm thông qua các linh kiện ngắt-mở là transistor công suất, MOSFET hoặc IGBT.



Hình 2. a) Mạch ghim điện áp mức một chiều dương; b) dạng sóng lỗi ra $V_o(t)$

$$v_i(t) = V_0 \sin(\omega t),$$

$$v_o(t) = V_0 + V_0 \sin(\omega t) = V_0(1 + \sin(\omega t))$$

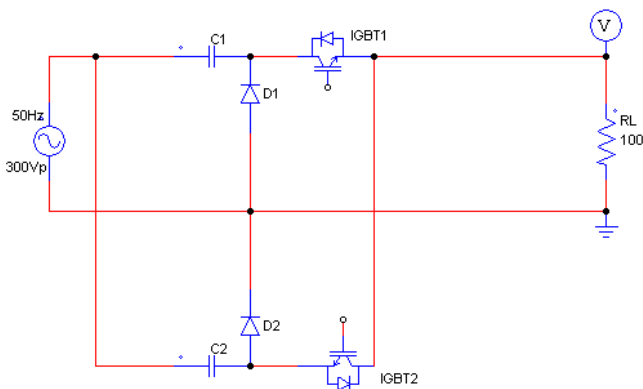


Hình 3. a) Mạch ghim điện áp mức một chiều âm; b) dạng sóng lỗi ra $V_o(t)$

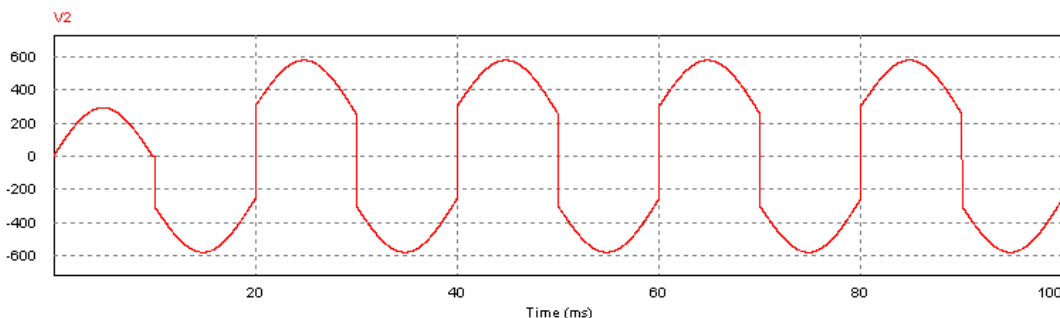
$$v_i(t) = V_0 \sin(\omega t),$$

$$v_o(t) = -V_0 + V_0 \sin(\omega t) = -V_0(1 - \sin(\omega t))$$

Hình 4. Sơ đồ nhân đôi biên độ điện áp kết hợp từ hai mạch ghim mức dương và mức âm cùng với linh kiện ngắt – mở là IGBT.



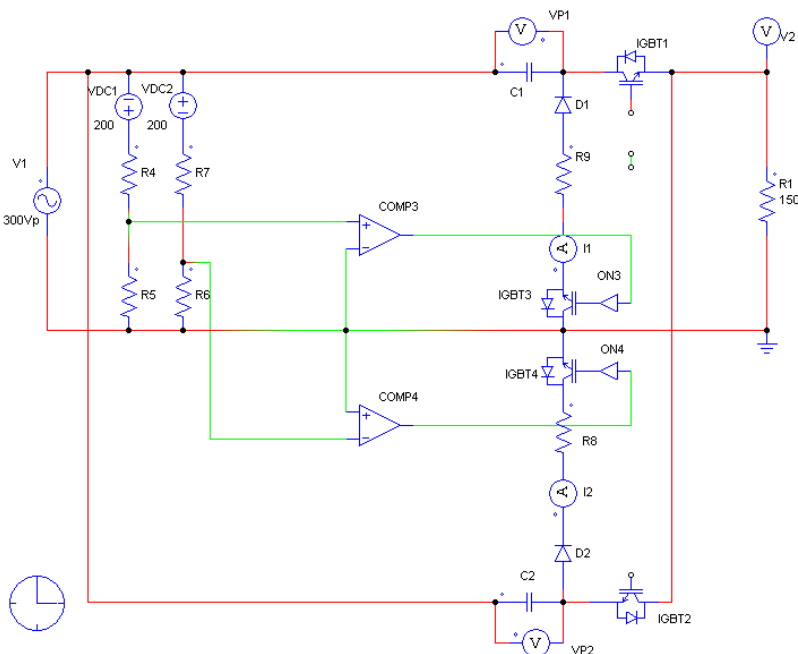
IGBT1 dẫn điện ở các bán kỳ dương và IGBT2 dẫn điện ở các bán kỳ âm



Hình 5. Dạng sóng điện áp lõi ra nhân đôi biên độ mô phỏng trên PSIM9.0

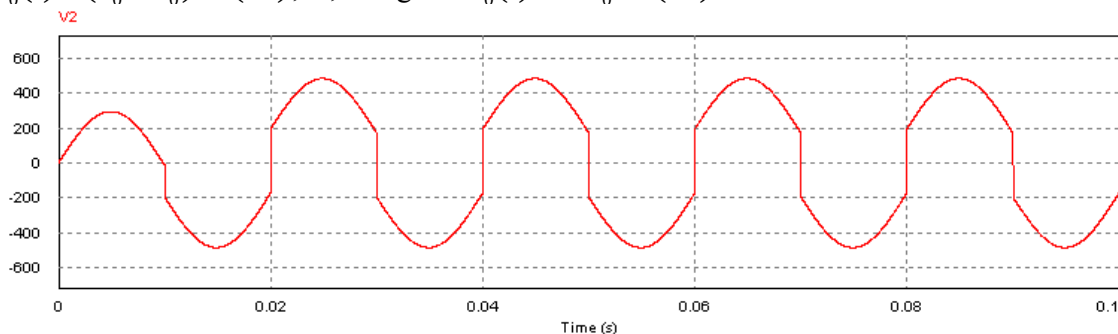
2.2. Tăng biên độ điện áp xoay chiều với hệ số tăng K từ 1 đến 2

Hình 6. Sơ đồ tăng biên độ điện áp xoay chiều với điện áp tăng thêm mong muốn đặt tại $VDC1, VDC2 = 200V$.

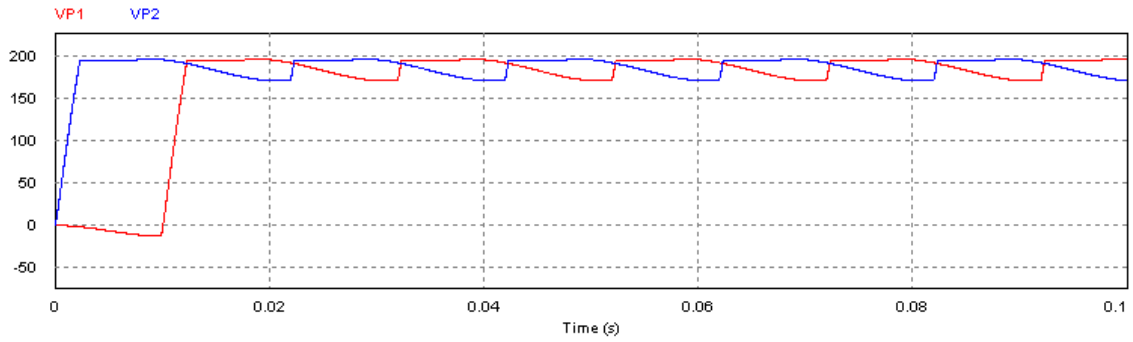


Trên sơ đồ hình 6, muốn tăng thêm biên độ 200V, $VDC1, VDC2$ có giá trị 200V, ở các bán kỳ âm C1 nạp điện, điện áp trên C1 là 200V, tương tự ở các bán kỳ âm C2 được nạp điện với điện áp trên C2 là 200V. $v_0(t) = (200 + V_0) \sin(\omega t)$, V

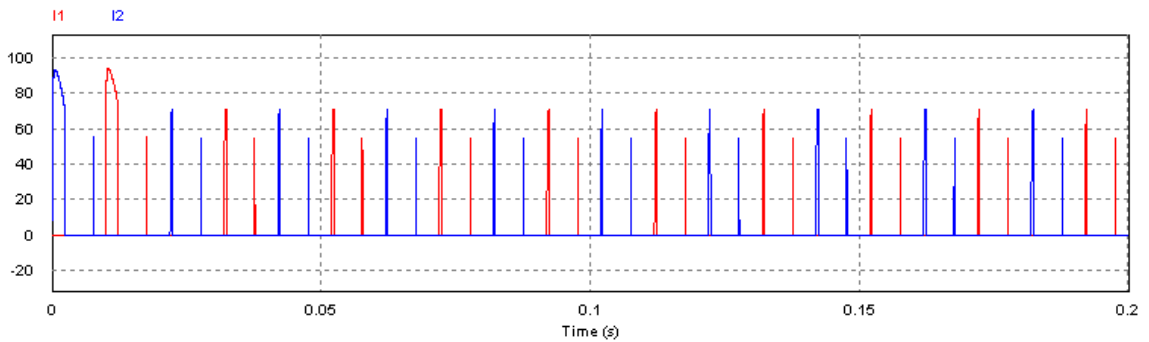
Giá trị điện áp tăng thêm 200V được ví dụ ở trên là nằm trong dải từ 0V đến biên độ điện áp lõi vào V_0 . Do đó, $v_0(t)$ nằm trong giới hạn: $v_0(t) = (0 + V_0) \sin(\omega t)$, V đến $v_0(t) = (V_0 + V_0) \sin(\omega t)$, V, có nghĩa: $v_0(t) = KV_0 \sin(\omega t)$ với $K=1$ đến 2.



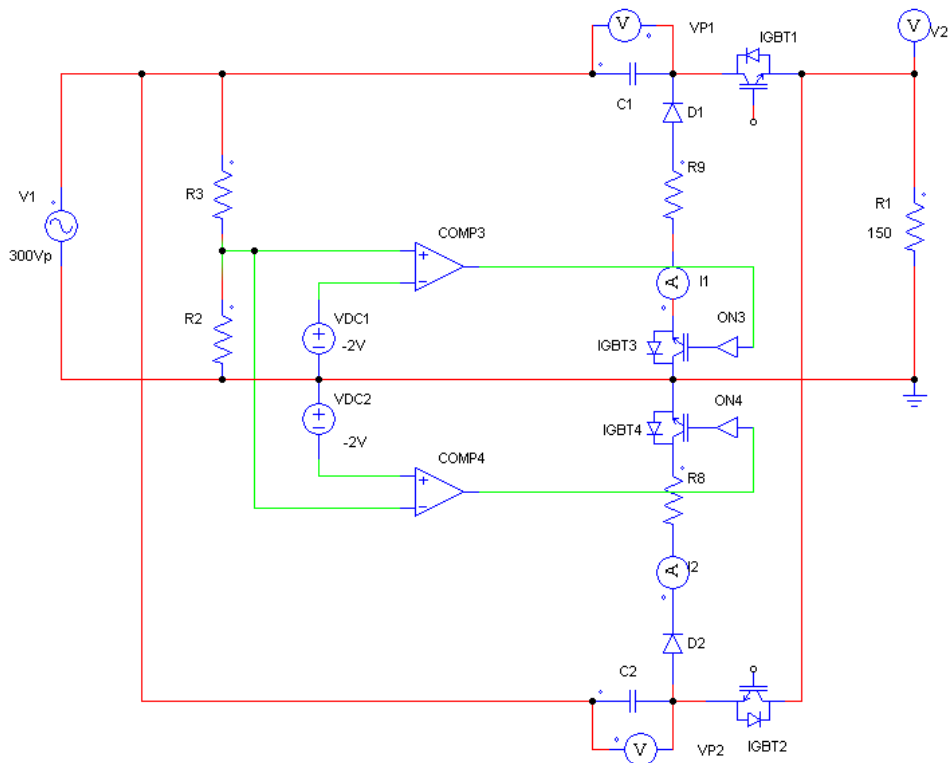
Hình 7. Điện áp lõi ra của sơ đồ hình 6 mô phỏng trên PSIM9.0 với điện áp tăng thêm là 200V (biên độ: $300V + 200V = 500V$).



Hình 8. Biên độ điện áp trên tụ là 200V bằng với điện áp cần tăng thêm ở sơ đồ hình 6.



Hình 9. Dạng sóng dòng điện qua diode D1, D2 ở sơ đồ hình 6.



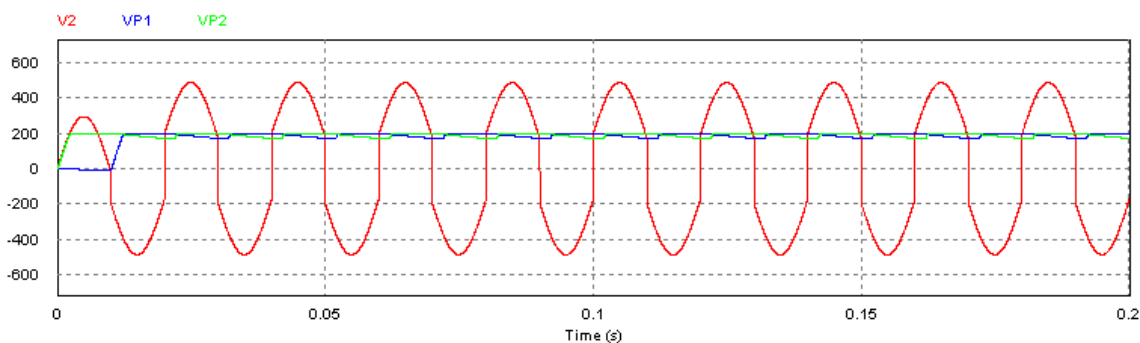
Hình 10. Sơ đồ tăng biên độ điện áp xoay chiều với điện áp tăng thêm

$$V_{DC1,2} \frac{R_2 + R_3}{R_2} = 100V_{DC1,2}$$

Trên sơ đồ hình 6, các giá trị điện áp đặt tăng thêm là VDC1 và VDC2 có giá trị lớn không được thực tế nên phát sinh sơ đồ hình 10 với các cầu chia áp R2, R3

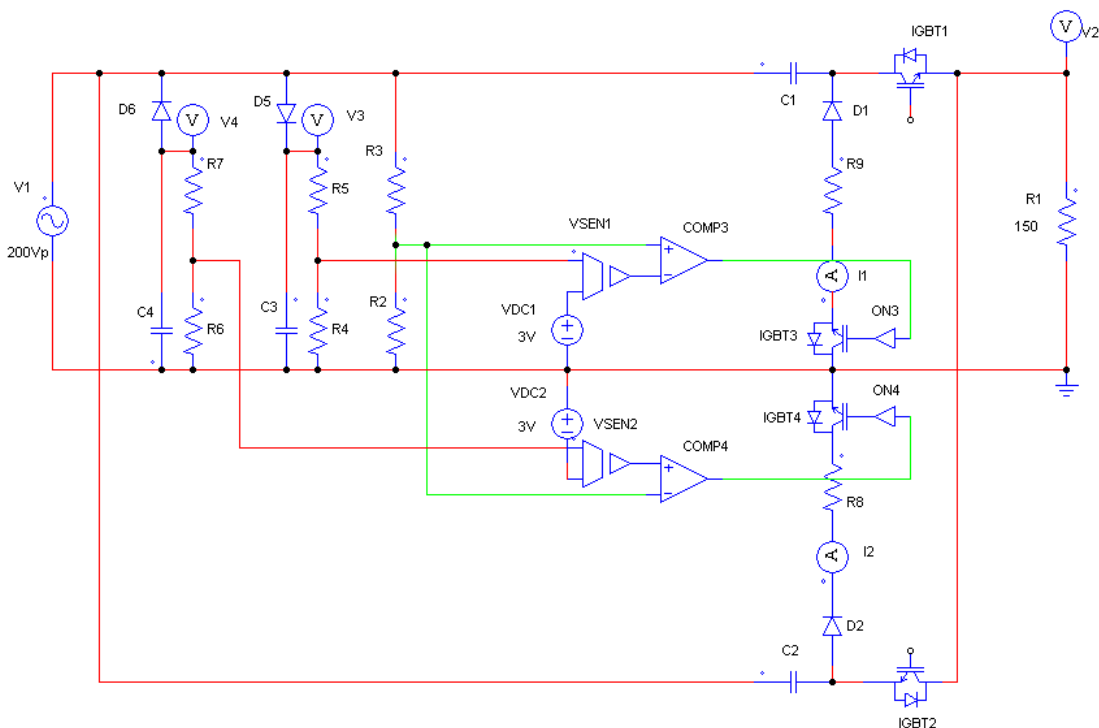
$$R2=1K, R3=100K, \Rightarrow \frac{R_2 + R_3}{R_2} \approx 100$$

VDC1, VDC2= - 2V, có nghĩa biên độ điện áp lỗi ra được tăng thêm 200V và được kiểm chứng trên giản đồ sóng hình 11.



Hình 11. Biên độ điện áp lỗi ra, biên độ điện áp trên tụ C1, C2 ở sơ đồ hình 10 hoàn toàn giống với biên độ điện áp lỗi ra, biên độ điện áp trên tụ C1, C2 ở sơ đồ hình 6.

2.3 Điều chỉnh tăng biên độ điện áp xoay chiều tự động (Ổn áp xoay chiều)



Hình 12. Sơ đồ ổn áp xoay chiều sử dụng giải pháp tăng biên độ không sử dụng biến áp.

Nguyên lý ổn áp xoay chiều trên hình 12 là lấy mẫu biên độ điện áp lỗi vào để tính được lượng điện áp cần tăng thêm, với nguyên lý này dải biên độ điện áp lỗi vào phải nhỏ hơn biên độ điện áp lỗi ra mong muốn. Ví dụ mong muốn biên độ điện áp ra là 300V thì dải biên độ điện áp lỗi vào từ 150V đến 300V.

D6, C4, R6, R7 và D5, C3, R4, R5 là hai bộ phận lấy mẫu biên độ điện áp lỗi vào. 2 bộ phận VSEN1, VSEN2 trên hình 12 được sử dụng như hai mạch lấy hiệu điện áp. Cầu chia áp R4, R5 (R6, R7) với tỉ số truyền 1/100, ví dụ biên độ điện áp lỗi vào là 200V thì điện áp ra cầu chia áp là 2V, 2V này hiệu với 3V sẽ cho ra -1V ở lỗi ra VSEN1 và +1V ở lỗi ra VSEN2, tham khảo sơ đồ hình 10, ta biết mạch sẽ tăng thêm 100V, nghĩa là biên độ điện áp lỗi ra là 100V+200V=300V, biên độ điện áp lỗi ra được ổn định. Bản chất sơ đồ hình 12 là ổn định biên độ điện áp và dạng sóng bị sai dạng sin (dạng sóng vuông cộng với dạng sóng sin) nên quan hệ giữa giá trị hiệu dụng và biên độ không chính xác là biên độ bằng căn hai lần giá trị hiệu dụng.

$$V_p \approx \sqrt{2}V_{RMS}$$

3. Kết luận

Các sơ đồ nguyên lý giải pháp tăng biên độ điện áp xoay chiều và ổn áp xoay chiều không sử dụng biến áp được khảo sát mô phỏng trên PSIM9.0 với công suất trên tải điện trở nhỏ hơn 2KW cho thấy các giá trị đỉnh về dòng điện và điện áp trên các linh kiện là phù hợp với các linh kiện trên thị trường ở Việt Nam nên đây là giải pháp có tính khả thi. So sánh về độ sai dạng điện áp lỗi ra với các ổn áp trên thị trường, ổn áp cộng hưởng sắt từ, giải pháp ổn áp xoay chiều không sử dụng biến áp có độ sai dạng tốt hơn; ổn áp loại servo giải pháp ổn áp xoay chiều không sử dụng biến áp có độ sai dạng xấu hơn. So sánh về thời gian đáp ứng với các ổn áp trên thị trường: *ổn áp cộng hưởng sắt từ* giải pháp ổn áp xoay chiều không sử dụng biến áp có thời gian đáp ứng xấu hơn, *ổn áp loại servo*: giải pháp ổn áp xoay chiều không sử dụng biến áp có thời gian đáp ứng tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Daniel W. Hart (2011), *"Power Electronics"*, Mc Graw Hill.
- [2] Switched Capacitor Circuits (2009), *Swarthmore College course notes*, Accessed 2009-05-
Mingliang Liu, Demystifying Switched - Capacitor Circuit, ISBN 0-7506-7907-7
- [3] Introduction to Switched - Capacitor Circuits,
www.ee.ucla.edu/~brweb/teaching/AIC_Ch12.pdf
- [4] Switched - Capacitor Circuits Basic Building Blocks - EECG Toronto
www.eecg.toronto.edu/~johns/ece512/.../10_switched_capacitor_2_per_page.pdf