PHƯƠNG PHÁP LỌC SÓNG HÀI VỚI TẦN SỐ BIẾN ĐỔI TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN HẠ ÁP

A METHOD OF FILTERING FOR HARMONICS WITH VARIABLE FREQUENCY IN THE LOW VOLTAGE POWER SYSTEM

Lê Việt Cường[1], Doãn Thanh Bình[2], Nguyễn Tùng Linh[2]

[1]Bộ Công Thương, [2]Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 25/03/2018, Ngày chấp nhận đăng: 24/04/2018, Phản biện: PGS.TS. Trịnh Trọng Chưởng

Tóm tắt:

Ngày nay, khi phụ tải công nghiệp phát triển nhanh chóng, các thiết bị điện là các phụ tải phi tuyến sử dụng nhiều phần tử công suất gây nên tình trạng sóng hài có tần số cao trên lưới điện phân phối, ảnh hưởng đến chất lượng điện năng và thiết bị. Việc sử dụng những thiết bị lọc sóng hài là giải pháp được áp dụng rộng rãi trong nhiều trường hợp do có nhiều ưu điểm cả về kinh tế và kỹ thuật. Do đó việc nghiên cứu các thiết bị lọc sóng hài nhằm nâng cao chất lượng điện năng là yêu cầu cần thiết. Trong bài báo này nhóm tác giả đề xuất phương pháp lọc sóng hài dạng thụ động với tần số cộng hưởng thay đổi theo cấu hình của phụ tải. Thiết bị lọc sóng hài với tần số lọc biến đổi theo phụ tải này vừa đáp ứng hiệu quả lọc sóng hài trong hệ thống điện vừa có giá thành rất cạnh tranh do sử dụng ít cuộn kháng hơn.

Từ khóa:

Sóng hài, THD, thyristor, lọc sóng hài thụ động, tần số biến đổi.

Abstract:

Today, as the industrial load grows rapidly, electrical devices are non-linear loads that use many power elements, resulting in high frequency harmonics on the distribution grid, affecting quality. electricity and equipment. The use of harmonic filters is the solution that is widely applied in many cases due to its many economic and technical advantages. Therefore, the study of harmonic filters to improve power quality is a requirement. In this paper, the authors propose a method of passive filtering for harmonics with variable resonance frequency based on the load configuration. This harmonic filter with variable frequency based on the load both meets the efficiency of filtering harmonics in the power system and has a very competitive price because of fewer reactors design.

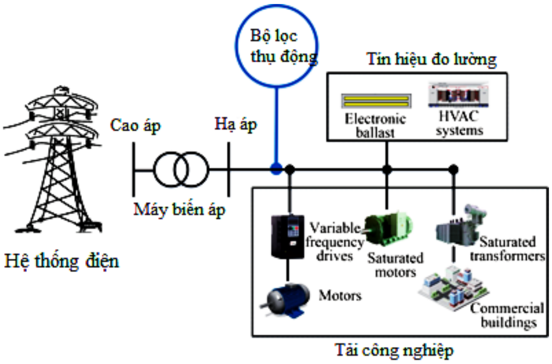
Keywords:

Harmonics, THD, thyristor, passive filter for harmonics, variable frequency.

1. GIỚI THIỆU

Theo thống kê dự báo, lượng điện năng dự kiến đóng góp vào khoảng 60% tổng mức tiêu thụ năng lượng của thế giới vào năm 2040 [1]. Sự phát triển mạnh mẽ của các thiết bị điện công nghiệp làm gia tăng công suất tiêu thụ của nhóm thiết bị này, đặc điểm của nhóm thiết bị công nghiệp

này là các tải có tính chất phi tuyến. Việc sử dụng các loại thiết bị điện tử kể trên sẽ giúp tiết kiệm điện năng cho các hộ tiêu thụ điện nhưng ngược lại nó gây ra các tác động tiêu cực trong hệ thống điện do gây ra hiện tượng méo dạng sóng (sóng hài bậc cao) của điện áp và dòng điện [2], [3]. Các tác động chủ yếu của sóng hài gây ra trong hệ thống điện là: gây cộng hưởng làm hư hỏng các thiết bị điện, gây quá điện áp, quá tải dòng điện và gây ra các sai sót trong các thiết bị đo lường, điều khiển. Ngoài ra sóng hài còn gây ra lượng tổn thất trên các đường dây truyền tải, phân phối và máy biến áp, thiết bị điện chiếm tỷ lệ lớn [4]. Chính vì vậy để hạn chế những ảnh hưởng tiêu cực của các hiện tượng méo dạng sóng, các tiêu chuẩn quốc tế và quốc gia đều có những yêu cầu về hạn chế sóng hài của những thiết bị điện. Tổng độ méo sóng hài (THD) của tín hiệu là sự biến dạng sóng hài hiện tại và được định nghĩa bằng tổng của tất cả các thành phần hài của dạng sóng hiện tại so với cơ bản thành phần của dạng sóng hiện tại [5]. Các tiêu chuẩn của IEC-519 khuyến nghị cho điều khiển sóng hài trong hệ thống điện thì THD của nguồn dòng nên thấp hơn 5% [6]. Tiêu chuẩn cũng có các yêu cầu nghiêm ngặt trên các thành phần sóng hài đơn lẻ. Hoạt động của bộ lọc tích cực Shunt (SAF) với điện áp được điều khiển tại bộ biến tần nguồn (CCVSI) thường được sử dụng để cân bằng nguồn và nguồn dòng hình sin bằng cách bơm vào dòng bù, sau đây gọi là điện biến tần. Vì vậy, nguồn chỉ cần cung cấp thành phần cơ bản của dòng tải [7]. Các cấu trúc điều khiển của SAF có hai vòng điều khiển như hình 1. Trong đó: 1) vòng ngoài ước tính dòng điện mà biến tần cần bơm vào/ rút ra để bù sóng hài công suất phản kháng và 2) một vòng lặp bên trong chịu trách nhiệm theo dõi dòng tham chiếu được tạo ra. Dòng điện bên ngoài vòng lặp thường được thực hiện bằng cách sử dụng tức thời lý thuyết công suất phản kháng [8] hoặc khung tham chiếu đồng bộ lý thuyết [9]. Theo truyền thống, vòng điều khiển hiện tại là truyền thống thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp kiểm soát dựa trên khâu điều khiển tích phân tỷ lệ (PI). Tuy nhiên đáp ứng điều khiển của bộ điều khiển PI là không đầy đủ vì băng thông hạn chế của bộ điều khiển. Do đó, SAF có thể không cung cấp hiệu suất cần thiết khi tải có mức độ phi tuyến tính cao [10].



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của bộ lọc sóng hài kết nối với tải phi tuyến trong hệ thống điện hạ áp

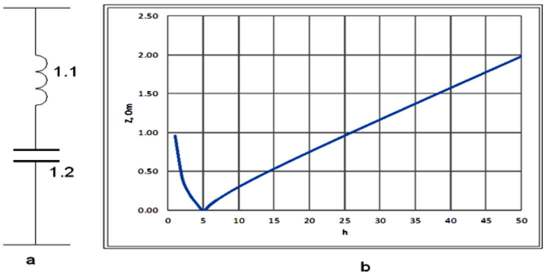
Về mặt lý thuyết, hiện có 4 phương pháp chính để giảm sóng hài trong hệ thống điện dựa trên nguyên lí của bộ lọc sóng hài với tần số thay đổi và ưu nhược điểm của các loại thiết bị lọc. Trong khuôn khổ bài báo này nhóm tác giả đề xuất phương pháp lọc sóng hài dạng thụ động với tần số cộng hưởng thay đổi theo yêu cầu của phụ tải, qua đó nâng cao hiệu suất lọc

sóng hài trong hệ thống điện. Với phương pháp này, thiết bị lọc sóng hài với tần số lọc biến đổi theo phụ tải sẽ làm giảm giá thành sản phẩm vì chỉ cần bố trí ít bộ lọc hơn. Tuy nhiên, các thuật toán điều khiển thiết bị này cũng đòi hỏi phức tạp hơn.

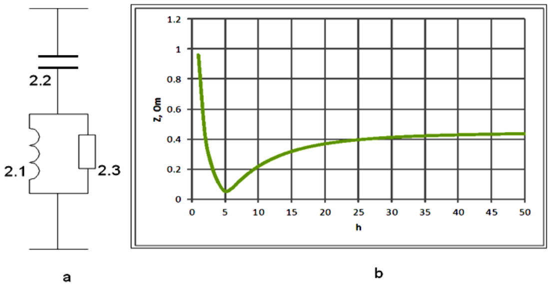
Bài báo gồm năm phần, phần 1 giới thiệu chung, phần 2 trình bày mô hình bài toán, phần 3 đề xuất phương pháp và thiết kế bộ lọc sóng hài bù lai, phần 4 mô phỏng và đánh giá kết quả, phần 5 trình bày kết luận về nghiên cứu.

2. BÀI TOÁN LỌC SÓNG HÀI VỚI TẦN SỐ BIẾN ĐỔI

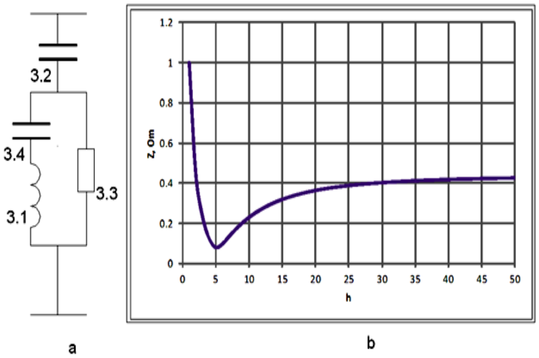
Hiện nay trên thị trường các thiết bị lọc sóng hài thụ động có phạm vi ứng dụng rộng rãi hơn so với những thiết bị chủ động do có cấu tạo đơn giản, giá thành hạ và gây tổn thất nhỏ, có hai loại chính là: thiết bị lọc dạng đơn, dạng lọc thông cao bậc 2 và kiểu tụ (hình 2a, 2b, 2c).



Hình 2a. Thiết bị lọc sóng hài dạng đơn (a) và đặc tính tần số của thiết bị (b)



Hình 2b. Thiết bị lọc sóng hài dạng thông cao bậc 2 (a) và đặc tính tần số của thiết bị (b)



Hình 2c. Thiết bị lọc sóng hài dạng tụ C (a) và đặc tính tần số của thiết bị (b)

Thiết bị lọc dạng đơn (single tune filter) cấu tạo từ các phần tử thụ động là cuộn kháng 1.1 và tụ điện mắc nối tiếp 1.2. Đặc tính tần số của thiết bị này, có thể thấy thiết bị lọc dạng đơn chỉ có hiệu quả với một loại sóng hài duy nhất tại tần số cộng hưởng. Với các tần số sóng hài khác, thiết bị này chỉ có tác dụng rất nhỏ. Tuy nhiên, thiết bị này được sử dụng rộng rãi vì đơn giản rẻ tiền và gần như không gây tổn thất trên thiết bị.

Thiết bị lọc thông cao bậc 2 (second order damped filter) gồm cuộn kháng 2.1 mắc song song với điện trở 2.3 và mắc nối tiếp với tụ điện 2.2. Đặc tính tần số của thiết bị cho trong hình 2b. Với đặc tính tần số như trên, thiết bị này ngoài hiệu quả cao với sóng hài ở tần số cộng hưởng, còn có tác dụng với những sóng hài ở tần số cao (trên 20). Do tác dụng khá tốt với những tần số cao và giá thành tăng không quá cao so với thiết bị lọc đơn, thiết bị này cũng được dùng khá phổ biến. Tuy nhiên, thiết bị này có nhược điểm là gây ra tổn thất công suất tác dụng cao hơn rất nhiều so với thiết bị lọc đơn do sự xuất hiện của điện trở 2.3.

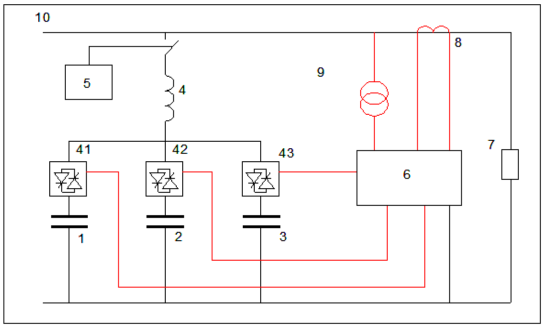
Thiết bị lọc kiểu tụ (C-type filter) gồm cuộn kháng 3.1 nối tiếp với tụ điện 3.4,

sau đó mắc song song với điện trở 3.3 rồi nối tiếp với tụ điện thứ hai 3.2. Đặc tính tần số của thiết bị này cho trong hình 2c. Với đặc tính tần số như trên, thiết bị này cũng giống thiết bị lọc thông cao, ngoài tác dụng lọc ở tần số cộng hưởng còn có tác dụng lọc sóng hài bậc cao. Tuy nhiên, khác với thiết bị lọc thông cao thông thường, ở tần số cơ bản (50 Hz) thiết bị này không gây tổn thất do điện trở tương đương của nhánh có tụ 2.4 và điện kháng 2.1 bằng không. Lúc này điện trở tương đương của toàn bộ thiết bị chính là điện kháng của tụ điện 2.2. Tuy tổn thất nhỏ nhưng giá thành cao hơn nhiều so với thiết bị lọc thông cao nên thiết bị này chưa phổ biến rộng rãi.

Có thể thấy rằng, với tất cả các loại thiết bị lọc thụ động hiện có, chưa loại nào có thể điều chỉnh được tần số cộng hưởng. Trên thực tế, biên độ và tỷ lệ của sóng hài phụ thuộc rất lớn vào việc điều khiển công suất của phụ tải. Ngoài ra với những thiết bị điện tử có điều khiển công suất tác dụng, phổ của sóng hài thay đổi rất phức tạp cả về biên độ cũng như tần số. Chính vì vậy, để lọc sóng hài đảm bảo tiêu chuẩn, nếu sử dụng các thiết bị lọc sóng hài truyền thống (chỉ lọc hiệu quả với một tần số lọc duy nhất) thì ta cần sử dụng rất nhiều bộ lọc với tần số cộng hưởng khác nhau. Việc bố trí nhiều bộ lọc sẽ khiến cho giá thành thiết bị tăng cao, làm giảm tính kinh tế của các thiết bị. Ngoài ra, do các thiết bị lọc thụ động đều có khả năng bù công suất phản kháng nên tổng công suất của thiết bị này bị giới hạn bởi công suất bù lớn nhất. Việc bố trí nhiều bộ lọc sẽ khiến công suất của từng bộ lọc giảm đi dẫn tới việc giảm khả năng lọc sóng hài của từng bộ lọc. Do đó, nếu thiết kế được một bộ lọc sóng hài với tần số biến đổi sẽ giúp giảm giá thành sản phẩm, đồng thời nâng cao hiệu quả của việc lọc sóng hài của các phụ tải phi tuyến vì số lượng bộ lọc sẽ giảm đi và công suất mỗi bộ lọc tăng lên.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT LỌC SÓNG HÀI VỚI TẦN SỐ BIẾN ĐỔI

Mục đích của phương pháp là xây dựng thiết bị lọc sóng hài dạng thụ động với tần số cộng hưởng thay đổi theo yêu cầu của phụ tải, qua đó nâng cao hiệu suất lọc sóng hài trong hệ thống điện. Ngoài ra thiết bị lọc sóng hài với tần số lọc biến đổi theo phụ tải sẽ làm giảm giá thành sản phẩm vì chỉ cần bố trí ít cuộn kháng hơn [13]. Các phần tử chính của thiết bị lọc với tần số biến đổi được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Thiết bị lọc sóng hài thụ động với tần số biến đổi

Thiết bị lọc thụ động với tần số biến đổi thực chất là thiết bị lọc dạng đơn có kết hợp thêm với các tụ điện mắc song song có thể điều khiển đóng cắt bằng hệ thống thyristor. Việc sử dụng các thuật toán điều khiển đóng cắt bằng thyristor sẽ giúp cho thiết bị này giảm được những ảnh hưởng của quá trình quá độ khi đóng cắt. Giúp tăng tuổi thọ thiết bị và tránh hỏng tụ điện.

Thiết bị lọc với tần số biến đổi trong hình 4 bao gồm 3 tụ điện 1, 2, 3, có công suất

khác nhau mắc song song, mỗi tụ điện này được điều khiển đóng cắt bằng các cặp gồm hai thyristo song song ngược chiều 41, 42, 43 nhằm thực hiện chức năng điều khiển thay đổi tần số cộng hưởng của thiết bị.

Tần số cộng hưởng của thiết bị khi đóng 1 tụ vào được tính theo công thức (1) [4]:

$$v_1 = \sqrt{\frac{X_{C1}}{X_L}} \qquad (1)$$

Khi đóng tụ thứ hai vào, lúc này hai tụ song song sẽ có giá trị điện trở tương đương như sau: $X_{Ctd2} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{X_{C1}} + \dfrac{1}{X_{C2}}}$, khi đó tần số cộng hưởng của thiết bị lọc biến đổi theo công thức 2 [4].

$$v_2 = \sqrt{\frac{X_{Ctd2}}{X_L}} = \sqrt{\frac{\dfrac{1}{\dfrac{1}{X_{C1}} + \dfrac{1}{X_{C2}}}}{X_L}} \qquad (2)$$

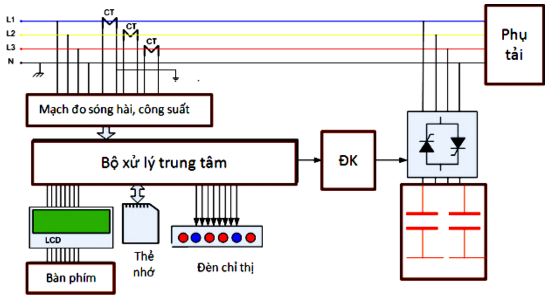
Cũng tương tự như vậy, khi đóng tụ thứ ba vào, tần số cộng hưởng của thiết bị theo công thức 3 [4]:

$$v_3 = \sqrt{\frac{X_{Ctd3}}{X_L}} = \sqrt{\frac{\dfrac{1}{\dfrac{1}{X_{C1}} + \dfrac{1}{X_{C2}} + \dfrac{1}{X_{C3}}}}{X_L}} \qquad (3)$$

trong đó: X_{c1}, X_{c2}, X_{c3}, X_L điện kháng tụ C_1, C_2, C_3 và cuộn dây L.

Tần số cộng hưởng trị số của các giá trị X_{c1}, X_{c2}, X_{c3} và X_L sẽ được lựa chọn sao cho phù hợp với biên độ sóng hài do phụ tải gây ra khi thay đổi công suất. Ví dụ: nếu ta cần thay đổi tần số cộng hưởng của thiết bị tại sóng hài bậc 3, 5, 7 ta sẽ chọn v_1=7, v_2=5, v_3=3 [11,12].

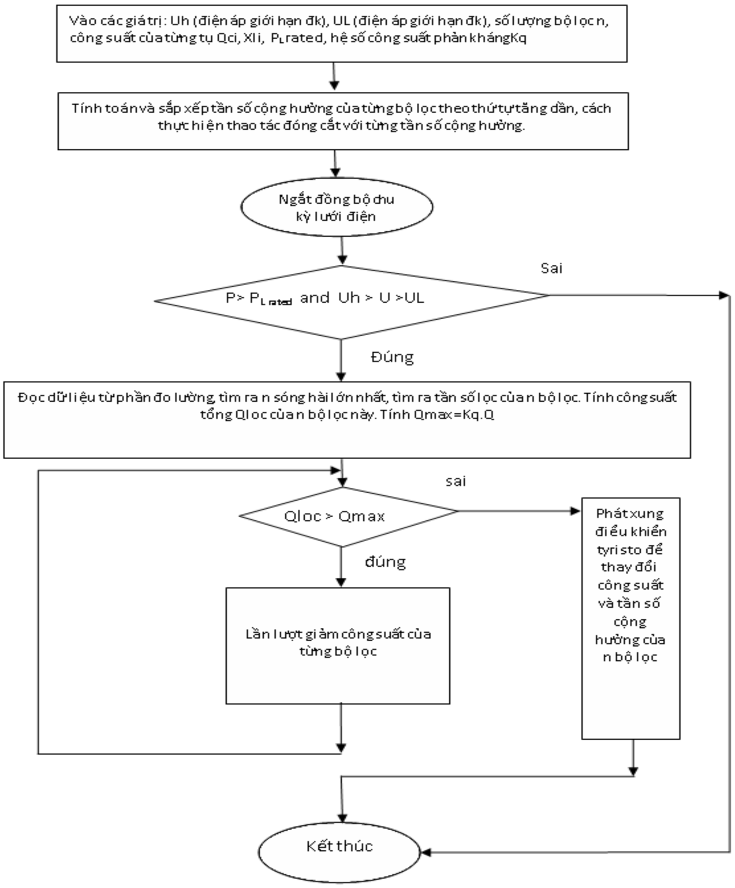
Sơ đồ khối nguyên lý bộ điều khiển thiết bị bù lọc với tần số biến đổi trong hình 4 [13].



Hình 4. Sơ đồ khối của bộ điều khiển thiết bị lọc sóng hài thụ động với tần số biến đổi [13]

Quá trình điều khiển thiết bị bù lai được thực hiện như trong hình 5.

Trong khoảng thời gian nhất định, tiến hành so sánh các giá trị công suất phụ tải và điện áp điều khiển. Nếu không thỏa mãn thì kết thúc quá trình và tách thiết bị ra khỏi lưới điện (tránh hỏng hóc). Nếu thỏa mãn điều kiện điều khiển (công suất tải lớn hơn ngưỡng, điện áp trong dải cho phép) thì tiến hành tính toán, phân tích phổ sóng hài. Từ đây tìm ra một (hoặc một số sóng hài) có biên độ lớn nhất, đưa ra quyết định lựa chọn tần số lọc tối ưu và ra lệnh điều khiển đóng hoặc cắt thêm tụ điện nếu tổng công suất bù không vượt quá công suất bù lớn nhất. Nếu tổng công suất bù vượt quá công suất bù lớn nhất thì sẽ giảm lượng công suất bù của các thiết bị lọc bằng cách tách bớt tụ điện ra khỏi lưới (thay đổi tần số lọc) của từng bộ lọc. Do thiết bị lọc với tần số biến đổi là thiết bị thay đổi tần số lọc theo yêu cầu của phụ tải nên thiết bị này cần có bộ điều khiển với các thuật toán có khả năng phân tích sóng hài và tính toán để lựa chọn đóng cắt tụ điện (các thiết bị lọc thụ động hiện có không có thiết bị điều khiển). Do đó nó cũng phức tạp hơn so với những thiết bị lọc thụ động hiện có.

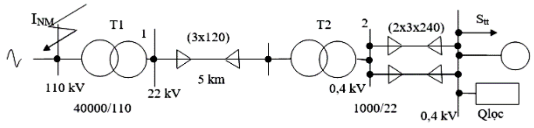


Hình 5. Thuật toán điều khiển của thiết bị lọc thụ động với tần số biến đổi [13]

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

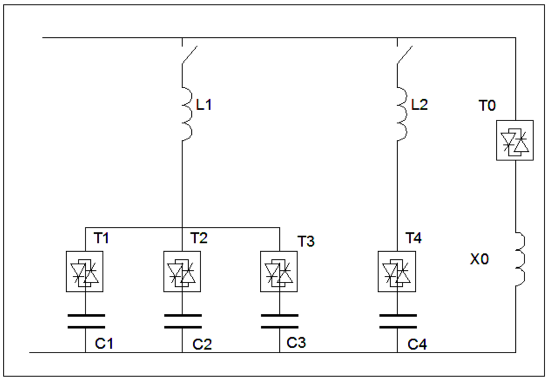
Kết quả nghiên cứu được mô phỏng trên phần mềm Matlab Simulink 2014 trên cấu hình máy tính Dell Core i7 - 4Gb Ram và được thực hiện cho sơ đồ lưới điện như trong hình 7.

Xem xét một thiết bị chỉnh lưu công suất 200 kVA (phụ tải phi tuyến) tại một nhà máy có tổng công suất phụ tải là 800 kVA (600 kVA còn lại là phụ tải tuyến tính như hình 6) [13].



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý của nhà máy có lắp đặt điều khiển lọc sóng hài

Sơ đồ nguyên lý của bộ sóng hài sử dụng cho sơ đồ được thiết kế như hình 7.



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý của bộ điều khiển sóng hài với tần số biến đổi

Có 2 bộ thiết bị lọc sóng hài gồm thiết bị lọc sóng hài dạng đơn bậc 3 và thiết bị lọc sóng hài với tần số biến đổi.

Thiết bị lọc sóng hài với tần số cố định lựa chọn các thông số như sau:

- Tụ điện có X_{c4}=0,0484 Ω;
- Kháng điện có X_{L4} = 0,005378 Ω.

Cả tụ và kháng điện đều là thiết bị 1 pha, điện áp định mức 220 V, tần số 50 Hz.

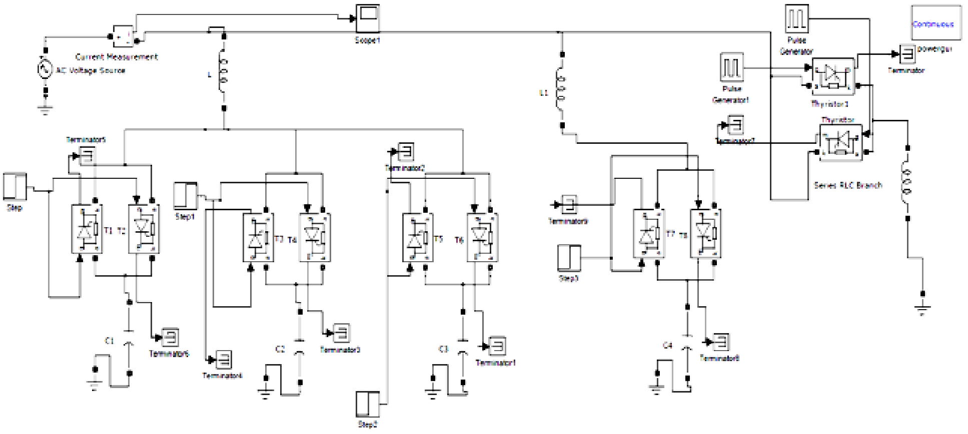
Thiết bị lọc sóng hài với tần số biến đổi như sau:

- Tụ điện 1 có X_{c1}=0,0949 Ω;
- Tụ điện 2 có X_{c2}=0,197633 Ω;
- Tụ điện 3 có X_{c3}=0,01494 Ω;
- Kháng điện có X_{L1} = 0,001936 Ω.

Bảng 1. Sự thay đổi biên độ sóng hài của cuộn cảm theo góc mở α [13]

α (độ)	90	120	135	150	180
I_3,A	0	19,9	15,3	6,6	0
I_5,A	0	4,0	3,1	4,0	0
I_7,A	0	1,4	2,2	1,4	0
I_9,A	0	2,0	1,0	0,2	0
I_{11},A	0	0,7	0,8	0,7	0
I_{13},A	0	0,4	0,5	0,4	0
I_{15},A	0	0,7	0,4	0,0	0
I_{17},A	0	0,3	0,3	0,3	0
I_{19},A	0	0,2	0,3	0,2	0
I_{23},A	0	0,2	0,2	0,2	0
I_{25},A	0	0,1	0,1	0,1	0
I_{27},A	0	0,2	0,1	0,0	0
I_{29},A	0	0,1	0,1	0,1	0
I_{31},A	0	0,1	0,1	0,1	0
I_{33},A	0	0,1	0,1	0,0	0
I_{35},A	0	0,1	0,1	0,1	0
I_{37},A	0	0,1	0,1	0,1	0
I_{39},A	0	0,1	0,1	0,0	0

Do đó trong trường hợp này, chúng ta sẽ xem xét đặt 2 bộ lọc sóng hài: một bộ có tần số cố định để lọc sóng hài bậc 3, bộ còn lại có 3 tần số lọc gồm bậc 5, 7 và 9. Việc thay đổi tần số lọc sẽ được thực hiện bằng cách đóng vào hoặc mở ra hệ thống tụ điện bằng cách sử dụng hệ thống thyristor đấu song song ngược thyristor 2, thyristor 3 và thyristor 3.



Hình 8. Sơ đồ mô phỏng trên Matlab Simulink

Kết quả mô phỏng được thực hiện với những góc mở khác nhau của cuộn kháng và được tính toán với 3 trường hợp:

Trường hợp 1: không sử dụng các bộ lọc

Trường hợp 2: sử dụng 2 bộ lọc cố định với tần số lọc lần lượt là 3 và 5.

Trường hợp 3: Sử dụng 1 bộ lọc cố định với tần số lọc là 3. Một bộ lọc tần số biến đổi có 3 tần số lọc là 5,7 và 9. Khi góc mở là 127 độ.

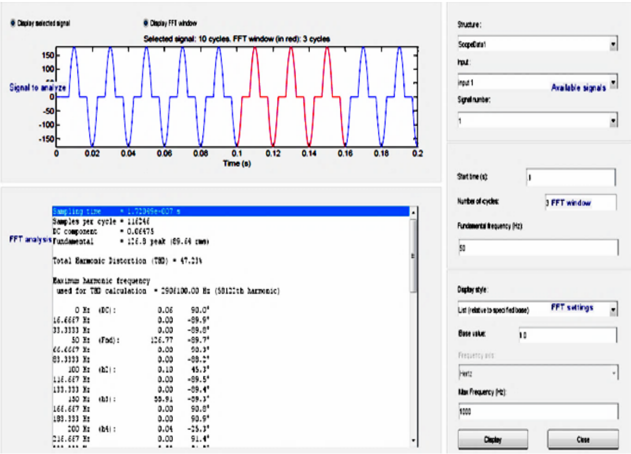
Trường hợp 1: khi không sử dụng các bộ lọc.

Trong trường hợp này, khi không sử dụng bất kỳ bộ lọc nào thì dạng sóng của dòng điện có dạng là một phần của hình sin. Sóng hài do quá trình điều khiển dạng sóng rất cao. Cao nhất là sóng hài bậc 3 và bậc 7.

Mức độ THD của toàn bộ sóng hài là khoảng 47%.

Bảng 2. Biên độ sóng hài tại góc mở là 126 độ

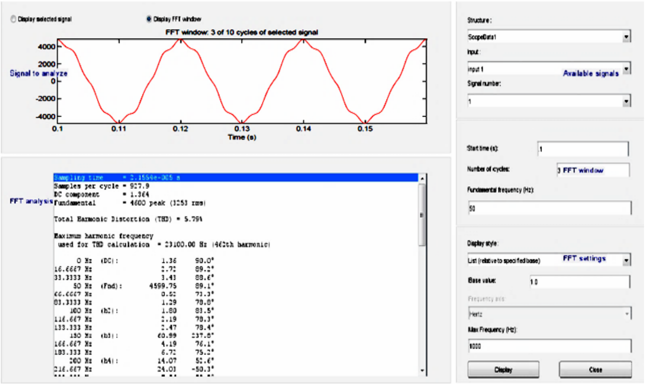
STT	Sóng hài	Dòng điện (A)	%
1	I1	126,7	100,0
2	I3	58,9	46,5
3	I5	0,8	0,6
4	I7	9,3	7,4
5	I9	2,9	2,3
6	I11	2,8	2,2
7	THD		47,23



Hình 9. Kết quả mô phỏng Simulink khi không có thiết bị lọc

Trường hợp 2: khi sử dụng 2 bộ lọc cố định có tần số lọc lần lượt là 3 và 5.

Trong trường hợp này, dạng sóng đã trở về với dạng hình sin mặc dù vẫn có thể nhìn thấy những độ méo nhất định. Mức độ THD của toàn bộ sóng hài là khoảng 5,8%.

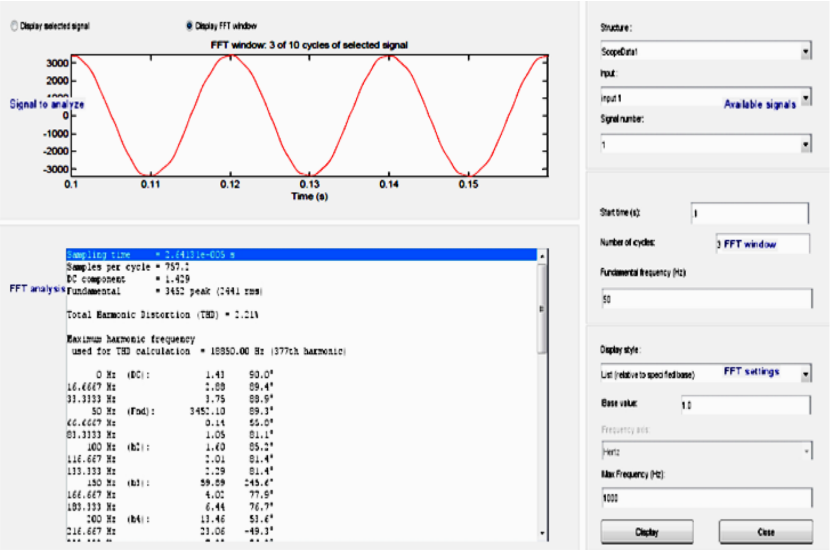


Hình 10. Kết quả mô phỏng Simulink khi lọc ở tần số 3,5

Trường hợp 3: khi sử dụng 1 bộ lọc cố định có tần số lọc là 3 và bộ lọc tần số biến đổi có tần số lọc là 7.

Trong trường hợp này, dạng sóng được đưa về gần giống với dạng sin. Tỷ lệ méo rất nhỏ.

Mức độ THD của toàn bộ sóng hài là khoảng 2,2%



Hình 11. Kết quả mô phỏng simulink khi lọc ở tần số 3,7

Hiệu quả của từng phương pháp sẽ được tính toán dựa trên tổn thất điện năng do: công suất phản kháng của thiết bị lọc sinh ra, tổn thất trong thiết bị lọc, tổn thất do sóng hài chạy vào hệ thống điện. Tổn thất điện năng do công suất phản kháng của thiết bị lọc sinh ra được tính theo công thức:

$$\Delta A_{pk} = \frac{(Q - Q_{loc})^2}{U_{đm}^2} \cdot \frac{R_{tđ}.T}{1000} \text{ kWh} \qquad (4)$$

Tổn thất điện năng trong thiết bị lọc được tính theo công thức:

$$\Delta A_{loc} = \sum_{i=1}^{8} Q_{loc}.K.T \text{ kWh} \qquad (5)$$

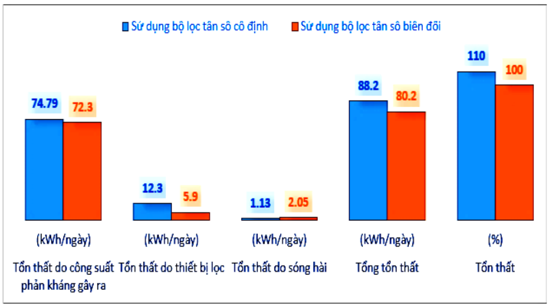
Tổn thất điện năng do sóng hài gây ra trong hệ thống điện được tính theo công thức:

$$\Delta A_h = \sum_{h=2}^{14} I^2(h).R_{tđ}.\sqrt{h}.T \qquad (6)$$

trong đó $\sqrt{h}$ là hệ số tăng điện trở theo tần số do hiệu ứng bề mặt (skin effect).

Sơ đồ mô phỏng của thiết bị được mô phỏng trên simulink như trong hình vẽ 9.

Kết quả tính toán của khi sử dụng các thiết bị được so sánh trong hình 12.



Hình 12. Kết quả so sánh giữa bộ lọc tần số cố định và tần số biến đổi

Kết quả tính toán cho thấy, việc sử dụng thiết bị lọc với tần số biến đổi sẽ làm giảm tổn thất khoảng 10% so với thiết bị

lọc với tần số cố định. Việc sử dụng ít cuộn kháng hơn, sẽ giúp giảm giá thành của sản phẩm lọc sóng hài.

5. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này, nhóm tác giả đã đề xuất phương pháp lọc sóng hài thông qua việc tính toán dung lượng tụ bù tương ứng dựa trên thuật toán điều khiển góc mở của thysirtor sao cho phù hợp với dung lượng tụ bù mong muốn, để giảm tối đa sóng hài gây ra trên lưới điện phân phối hạ áp. Với một thuật toán điều khiển riêng biệt, việc điều chỉnh trơn công suất phản kháng của thiết bị bù lai có thể được thực hiện bằng cách lần lượt đóng mở từng tụ điện kết hợp với điều chỉnh góc mở α của của cuộn kháng L. Tuy thuật toán điều khiển có phức tạp hơn nhưng vẫn sẽ giúp chúng ta giảm công suất của điện kháng L xuống rất thấp dẫn tới giảm chi phí giá thành của thiết bị, đồng thời cũng làm giảm tổn thất công suất tác dụng của thiết bị bù và sóng hài do quá trình điều chỉnh trơn công suất phản kháng gây ra. Như vậy, các thuật toán điều khiển có khả năng phân tích sóng hài và tính toán để lựa chọn thời điểm đóng cắt tụ điện có ý nghĩa quyết định đến hiệu quả của phương pháp này.

Kết quả nghiên cứu được kiểm tra trên một sơ đồ lưới thực tế, kết quả cho thấy, lượng sóng hài bậc cao giảm đáng kể, tổn thất công suất của phương pháp đề xuất giảm 10% so với việc sử dụng bộ điều khiển lọc tần cố định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ECPE Europen Center for Power Electronics, EPE European PowerElectronics and Drives Association, Position paper on energy efficiencythe role of power electronics, in European Workshop on Energy Efficiencythe Role of Power Electronics, 2007.

[2] D.O. Abdeslam, P. Wira, J. Merckle, D. Flieller, and Y.A. Chapuis, "A unified artificial neural network architecture for active power filters,"IEEE Trans. Industr. Electron., vol. 54, no. 1, pp. 61-76, Feb. 2007.

[3] F.S. dos Reis, J. Ale, F.D. Adegas, R. Tonkoski, S. Slan, and K. Tan, "Active shunt filter for harmonic mitigation in wind turbines generators,"in Proc. 37th IEEEPower Electronics Specialists Conf., Jeju, Korea,2006, pp. 1-6.

[4] L. Asiminoael, F. Blaabjerg, and S. Hansen, "Detection is key-harmonicdetection methods for active power filter applications," IEEE Ind. Appl.Mag., vol. 13, no. 4, pp. 22-33, Jul-Aug. 2007.

[5] L. Marconi, F. Ronchi, and A. Tilli, "Robust nonlinear control of shuntactive filters for harmonic current compensation," Automatica, vol. 43,no. 2, pp. 252-263, Feb. 2007.

[6] IEEE recommended practice and requirements for harmonic control inelectric power systems, IEEE Standard 519-2014, 2014, pp. 1-29.

[7] J. Vazquez and P. Salmeron, "Active power filter control using neuralnetwork technologies," IEEE Proc. Electr. Power Appl., vol. 150, no. 2.pp. 139-145, Mar. 2003

[8] Trần Đình Long, 2014. Sách tra cứu về chất lượng điện năng. NXB Bách khoa, Hà Nội.

[9] Priyadharshini, N.Devarajan, AR.Uma saranya, R.Anitt, 2012. Survey of Harmonics in Non Linear Loads. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-1, Issue-1.

[10] Tiêu chuẩn IEEE-519/2014.

[11] Hoàng Đăng Khoa, Lê Việt Cường, Bùi Anh Tuấn, Đinh Ngọc Quang. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Công Thương năm 2014: "Nghiên cứu, chế tạo thiết bị bù công suất phản kháng trong lưới điện hạ áp dựa trên nguyên lý lai".

[12] George J. Wakileh, 2011. Power Systems Harmonics- Fundamentals, Analysis And Filters Design. Springer.

[13] Đinh Ngọc Quang, Bằng sáng chế Thiết bị bù lai, số bằng: 1-0015397, Ngày cấp: 11/04/2016.

Giới thiệu tác giả:

Tác giả Lê Việt Cường tốt nghiệp đại học ngành hệ thống điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2005, nhận bằng Thạc sĩ năm 2009 tại Northumbria University. Hiện nay tác giả đang công tác tại Vụ Khoa học, Bộ Công Thương và làm nghiên cứu sinh tại Viện Kỹ thuật điện - điện tử, Bộ Công Thương.

Lĩnh vực nghiên cứu: điện tử công suất, điều khiển nhà máy điện, hệ thống lưới điện truyền tải.

Tác giả Doãn Thanh Bình tốt nghiệp đại học ngành kỹ thuật điện tử năm 2008; nhận bằng Thạc sĩ năm 2010, nhận bằng Tiến sĩ ngành kỹ thuật điện tử năm 2018 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Tác giả hiện đang công tác tại Phòng Khảo thí và Kiểm định chất lượng, Trường Đại học Điện lực.

Lĩnh vực nghiên cứu: lý thuyết nghịch đảo suy rộng (generalized inverses), GSVD nhằm mô hình hóa, đánh giá các hệ thống MIMO; nghiên cứu các hệ thống thông tin trải phổ đa sóng mang (multi-carrier) áp dụng cho các hệ thống thông tin thế hệ tiếp theo.

Tác giả Nguyễn Tùng Linh tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội ngành hệ thống điện năm 2005; nhận bằng Thạc sĩ năm 2010, nhận bằng Tiến sĩ ngành kỹ thuật điều khiển tự động hóa năm 2018 tại Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: hệ thống điện, ứng dụng AI cho hệ thống điện, lưới điện phân phối, tự động hóa hệ thống điện, lưới điện phân phối.

.