

Nghiên cứu giải pháp giảm sóng hài cho phụ tải Công ty Samsung Display Việt Nam

Nguyễn Quốc Minh^{*1}, Nguyễn Quang Thắng², Đoàn Văn Minh³

¹Trường Điện - Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội;

²Samsung Display Việt Nam;

³Viện Nghiên cứu cơ khí, Bộ Công Thương.

*Email: minh.nguyenquoc@hust.edu.vn

Nhận bài: 03/6/2022; Hoàn thiện: 01/8/2022; Chấp nhận đăng: 02/8/2022; Xuất bản: 28/10/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.82.2022.50-59>

TÓM TẮT

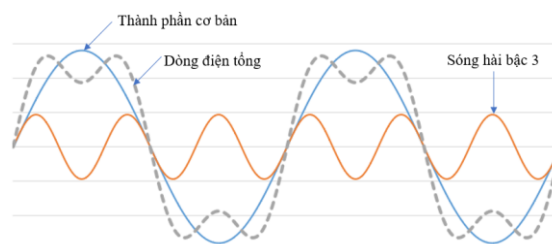
Samsung Display Việt Nam (SDV) là công ty FDI thuộc tập đoàn Samsung đặt tại khu công nghiệp Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh chuyên sản xuất linh kiện điện tử màn hình. Đây là nhà máy có dây chuyền sản xuất với mức độ tự động hóa cao, sử dụng nhiều phụ tải phi tuyến cũng như các thiết bị điện tử có khả năng gây ra sóng hài lớn như biến tần một pha, bộ điều khiển động cơ, bộ điều khiển robot, bộ cấp nguồn điện liên tục (UPS). Thực tế vận hành ghi nhận mức độ sóng hài tại một số thanh cái 0.4 kV trong nhà máy đạt trên 30%, vi phạm các quy định về tiêu chuẩn sóng hài tại lưới điện phân phối của EVN, ảnh hưởng xấu đến chất lượng điện năng. Nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá mức độ sóng hài tại khu công nghiệp Samsung Display Việt Nam, trên cơ sở đó đề xuất giải pháp giảm thiểu mức độ sóng hài xuống mức tiêu chuẩn. Kết quả tính toán mô phỏng được thực hiện trên phần mềm Electrical Transient Analyzer Program (ETAP).

Từ khóa: Sóng hài; Phụ tải phi tuyến; Lưới điện phân phối; ETAP.

1. MỞ ĐẦU

Hệ thống điện ở Việt Nam hoạt động ở tần số cơ bản quy định là 50 Hz và suất điện động của máy phát gần như là có dạng hình sin. Tuy nhiên, do đặc tính của các loại tải khác nhau đặc biệt là tải phi tuyến mà xuất hiện các dòng điện không có dạng hình sin cho dù điện áp đặt vào có hình sin. Do trong hệ thống có trở kháng, dòng điện không sin trên sẽ tạo ra sụt áp không sin trên trở kháng hệ thống, dẫn đến điện áp ở phía tải sẽ không còn hình sin như điện áp ở máy phát nhưng vẫn mang tính chu kỳ. Khi phân tích dạng sóng không sin có chu kỳ này, ngoài thành phần sóng dao động với tần số cơ bản còn có các thành phần sóng có tần số khác và bằng bội số của tần số cơ bản, được gọi là sóng hài bậc cao. Như vậy, chính các thành phần sóng hài bậc cao này làm méo dạng hình sin của sóng dòng điện cũng như điện áp. Do đó, dòng điện và điện áp thực tế sẽ có dạng sóng méo. Các dạng sóng méo này có thể được phân tích thành tổng của sóng có tần số cơ bản 50 Hz và các thành phần sóng hài. Hình 1 mô tả dạng sóng dòng điện tổng bị méo bao gồm thành phần dòng điện cơ bản và sóng hài bậc 3.

Công cụ để phân tích sóng dòng điện và điện áp dạng méo có chu kỳ thành các dạng sóng hình sin có tần số là bội số của tần số cơ bản là chuỗi phân tích Fourier.



Hình 1. Sóng dòng điện với thành phần cơ bản và bậc 3.

Chuỗi phân tích Fourier cho một dòng điện (điện áp tương tự) bị méo chu kỳ $i(t)$ được biểu diễn bằng công thức sau [3]:

$$i(t) = i_0 + \sum_{h=1}^{\infty} \left(a_h \cos \frac{2\pi ht}{T} + b_h \sin \frac{2\pi ht}{T} \right) \quad (1)$$

Trong đó: i_0 là giá trị trung bình của $i(t)$;

a_h và b_h là các thành phần vuông góc của hài bậc h như sau:

$$I_h \angle \varphi_h = a_h + jb_h \quad (2)$$

Biên độ và góc pha của dòng điện hài bậc h là:

$$I_h = \sqrt{a_h^2 + b_h^2}, \varphi_h = \arctan \frac{b_h}{a_h} \quad (3)$$

Khi đánh giá mức độ sóng hài trong một hệ thống thường sử dụng độ méo điều hòa tổng (THD) và độ méo yêu cầu tổng.

Tổng độ biến dạng sóng hài THD (Total Harmonic Distortion) điện áp (dòng điện) là tỷ lệ giữa giá trị hiệu dụng của sóng hài điện áp (dòng điện) với giá trị hiệu dụng của điện áp (dòng điện) bậc cơ bản theo công thức [3]:

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n V_h^2}}{V_1} \cdot 100\% \quad (4)$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n I_h^2}}{I_1} \cdot 100\%$$

Trong đó:

THD_V, THD_I : Tổng biến dạng sóng hài theo điện áp và dòng điện;

V_h : Điện áp hiệu dụng của thành phần sóng hài bậc h ;

V_1 : Điện áp hiệu dụng tại tần số cơ bản 50 Hz;

I_h : Dòng điện hiệu dụng của thành phần sóng hài bậc h ;

I_1 : Dòng điện hiệu dụng tại tần số cơ bản 50 Hz.

THD_V đặc trưng cho tổng độ méo điện áp và theo thông tư 39/2015/TT-BTC ban hành ngày 18 tháng 11 năm 2015 của Bộ Công thương về Quy định hệ thống phân phối điện, và thông tư 30/2019/TT-BCT sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 39/2015/TT-BCT thì THD_V tại mọi điểm đấu nối không được vượt quá quy định như sau [1, 2]:

Bảng 1. Quy định độ biến dạng sóng hài điện áp TT39/2015/TT-BTC.

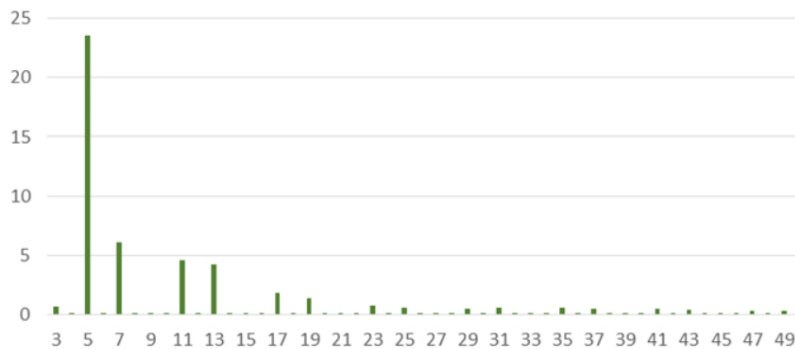
Cấp điện áp	Tổng biến dạng sóng hài	Biến dạng riêng lẻ
110kV	3,0 %	1,5 %
Trung áp	5,0 %	3,0 %
Hạ áp	8,0%	5,0%

Theo tiêu chuẩn IEEE 519-2014 thì giới hạn tổng độ biến dạng sóng hài điện áp THD_V được quy định như sau:

Bảng 2. Quy định độ biến dạng sóng hài điện áp IEEE 519-2014.

Cấp điện áp	Tổng biến dạng sóng hài	Biến dạng riêng lẻ
$V \leq 1$ kV	8,0 %	5,0 %

1 kV < V ≤ 69 kV	5,0 %	3,0 %
69 kV < V ≤ 161 kV	2,5 %	1,5 %
161 kV < V	1,5 %	1,0 %



Hình 2. Phổ sóng hài.

Phổ sóng hài là dạng biểu diễn đồ thị để có thể dễ dàng phân tích độ biến dạng sóng hài trong hệ thống điện (hình 2). Các thiết bị đo chất lượng điện năng đều có chức năng thể hiện dạng đồ thị loại này. Trục hoành thể hiện bậc sóng hài, trục tung thể hiện độ biến dạng sóng hài so với dòng điện hiệu dụng theo tỷ lệ phần trăm (%). Ảnh hưởng của sóng hài phụ thuộc vào mức độ sóng hài trong hệ thống điện và độ nhạy cảm của thiết bị đối với sóng hài. Trong những năm gần đây, các thiết bị điện tử công suất phát triển và được sử dụng rộng rãi dẫn đến mức độ sóng hài trong hệ thống điện cũng phức tạp hơn. Các ảnh hưởng chính của sóng hài có thể kể đến như tăng tổn thất hệ thống điện, gây ra tình trạng cộng hưởng không mong muốn, gây rối loạn thiết bị điện tử, nhầm lẫn trong các mạch kỹ thuật số, quá tải cho máy biến áp, dây dẫn, trục trặc động cơ và máy phát, tác động nhằm máy cắt hoặc cầu chì.

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢM THIỂU SÓNG HÀI DỰA TRÊN BỘ LỌC THỤ ĐỘNG

Đối với một hệ thống điện có nhiều thiết bị phi tuyến, để hạn chế sóng hài thì phải thiết kế các thiết bị phi tuyến có độ biến dạng sóng hài thấp hoặc lắp đặt các thiết bị lọc sóng hài tại các vị trí thích hợp [7-9]. Trường hợp đầu tiên có thể sử dụng phương pháp dịch pha của máy biến áp hoặc sử dụng các thiết bị điện tử công suất có khả năng đóng cắt. Ngoài ra, để hạn chế triệt để sóng hài thì phải sử dụng các bộ lọc sóng hài. Các bộ lọc sóng hài được chia thành 3 loại: bộ lọc thụ động (passive harmonics filter), bộ lọc tích cực (active harmonics filter) và bộ lọc lai (hybrid harmonics filter).

2.1. Bộ lọc thụ động

Bộ lọc thụ động gồm các phần tử thụ động như cuộn cảm và tụ điện được thiết kế để hạn chế tần số hài bằng cách tạo ra tổng trở rất nhỏ tại tần số hài đó. Bộ lọc sóng hài thụ động L-C đơn chỉ lọc sóng hài tại một tần số nhất định khi tại tần số đó, cảm kháng và dung kháng của bộ lọc có độ lớn bằng nhau. Do đó, dòng điện sóng hài chuyên hướng từ đường dẫn bình thường trên đường dây qua bộ lọc. Nguyên lý hoạt động của bộ lọc thụ động dựa trên hiện tượng cộng hưởng [10].

Điện kháng của cuộn cảm và tụ điện là tại tần số f là:

$$\begin{aligned} X_L &= 2\pi fL \\ X_C &= \frac{1}{2\pi fC} \end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó:

X_L, X_C là điện kháng của cuộn cảm và tụ điện (Ω);
 f là tần số (Hz);
 L là điện cảm cuộn dây (H);
 C là điện dung tụ điện (F).

Tại tần số cộng hưởng, $X_L = X_C$ và do đó, trở kháng của bộ lọc chỉ còn điện trở có giá trị rất thấp. Hệ số chất lượng (Q) của bộ lọc thường có giá trị từ 20 đến 100 và được xác định bằng tỷ lệ giữa điện kháng và điện trở của bộ lọc như sau:

$$Q = \frac{X_0}{R} \tag{6}$$

Trong đó

X_0 : Điện kháng tại tần số cộng hưởng;

R : Điện trở bộ lọc;

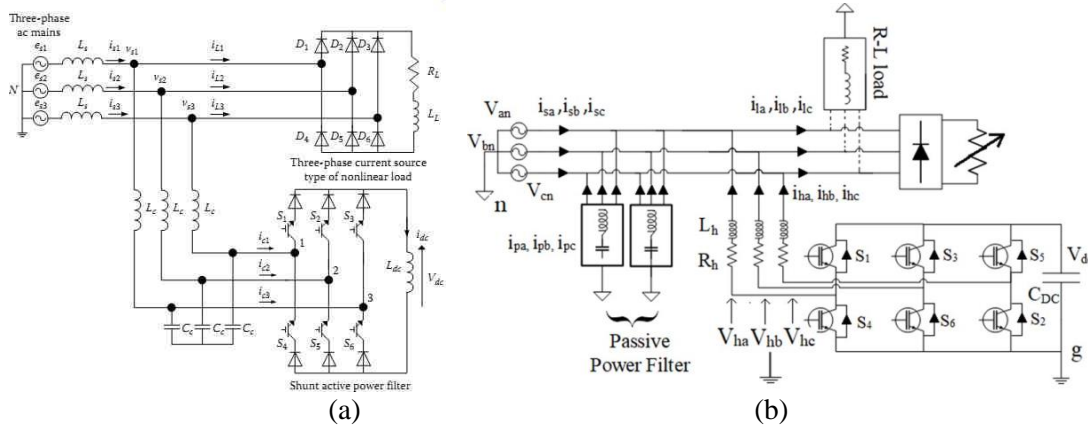
Q : Hệ số chất lượng.

Tần số cộng hưởng được xác định như sau:

$$2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{7}$$

2.2. Bộ lọc tích cực

Bộ lọc tích cực thường được sử dụng đối với các loại phụ tải phi tuyến có tính chất biến động lớn. Bộ lọc tích cực có 3 cấu trúc: cấu trúc nối tiếp, cấu trúc song song và cấu trúc hỗn hợp. Trong đó, cấu trúc song song là loại được sử dụng phổ biến. Đối với cấu trúc này, bộ lọc đóng vai trò như một nguồn dòng điện bơm vào lưới điện nhằm loại trừ các thành phần hài dòng điện do phụ tải phi tuyến gây ra, như ở hình 3a [11]. Bộ lọc sóng hài tích cực có ưu điểm là có thể lọc được tất cả các bậc hài và đáp ứng tức thời với sự thay đổi của phụ tải, tuy nhiên, giá thành của bộ lọc tích cực khá đắt tiền nên thường được sử dụng đối với các trường hợp phụ tải rất quan trọng, có yêu cầu cao về chất lượng điện năng.



Hình 3. (a) Bộ lọc sóng hài tích cực, (b) Bộ lọc sóng hài kiểu lai.

2.3. Bộ lọc kiểu lai

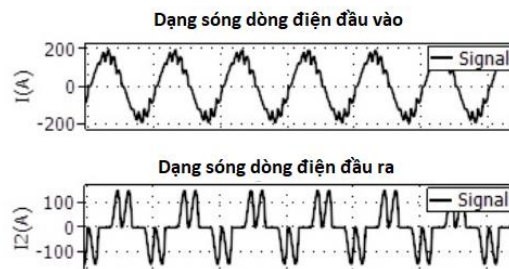
Bộ lọc kiểu lai có cấu trúc bao gồm một bộ lọc tích cực và một bộ lọc thụ động nối với nhau theo cấu trúc nối tiếp hoặc song song. Hình 3b thể hiện cấu trúc của một bộ lọc lai kiểu cấu trúc song song [12]. Bộ lọc lai có các ưu điểm của bộ lọc tích cực, đồng thời giảm được dung lượng của bộ lọc tích cực do một phần sóng hài đã được lọc qua bộ lọc thụ động, dẫn đến giảm được chi phí so với bộ lọc tích cực. Tuy nhiên, nhược điểm của bộ lọc lai là có cấu tạo phức tạp, và chi phí cao hơn bộ lọc thụ động.

Trong các loại bộ lọc sóng hài đã giới thiệu ở trên, bộ lọc thụ động có hạn chế là chỉ lọc được một vài bậc hài nhất định, nhưng có ưu điểm là cấu tạo đơn giản và chi phí thấp, đặc biệt đối với các phụ tải ít có sự biến động thì bộ lọc thụ động là một giải pháp có hiệu quả cao nên ngày nay vẫn được sử dụng rộng rãi. Do đó, trong nội dung nghiên cứu này, bộ lọc thụ động sẽ được lựa chọn để nghiên cứu khả năng giảm thiểu hàm lượng sóng hài tại khu công nghiệp Samsung Display.

3. MÔ PHỎNG HIỆU QUẢ CỦA BỘ LỌC SÓNG HÀI THỤ ĐỘNG CHO KHU CÔNG NGHIỆP SAMSUNG DISPLAY VIỆT NAM

Do yêu cầu độ tin cậy cao nên hệ thống điện của SDV được cấp nguồn từ hai trạm biến áp độc lập là trạm 110 kV Yên Phong 3 và 110 kV Yên Phong 5. Hai trạm biến áp 110 kV cung cấp 18 xuất tuyến 22 kV và phân bố theo từng cặp, mỗi cặp gồm hai xuất tuyến từ hai trạm biến áp trên và cung cấp cho một phân xưởng riêng. Trạm biến áp nhà máy gồm 18 máy biến áp phân phối 3 pha 20 MVA, 22/6 kV, các máy biến áp 3 pha 2,5 MVA 6/0,4 kV cấp điện cho động cơ và các máy biến áp 3 pha 1,5 MVA 6/0,22 kV cấp điện cho thiết bị sản xuất và các phụ tải một pha khác. Bên cạnh các thiết bị điện như máy biến áp, máy điện quay thì nguyên nhân phát sinh sóng hài chủ yếu đến từ các thiết bị phụ tải như sau.

Biến tần: Biến tần là nguyên nhân phát sinh sóng hài chính của hệ thống điện. Nhà máy sử dụng các biến tần Mitsubishi loại FR-A700 có điện áp 380 V, công suất từ 18 kW đến 300 kW để thay đổi tốc độ động cơ. Mạch điện chỉnh lưu của biến tần là chỉnh lưu toàn phần 3 pha và có tụ điện ở phần một chiều. Do tụ điện được nạp trong từng khoảng thời gian ngắn không liên tục nên dòng điện đầu vào biến tần có độ biến dạng sóng hài cao.



Hình 4. Dạng sóng dòng điện đầu vào và đầu ra biến tần FR-A700.

Hình 4 mô tả dạng sóng dòng điện đầu vào và đầu ra biến tần, sóng đầu vào dạng xung nhọn có độ biến dạng sóng hài cao, các bậc sóng hài chính là bậc 5, 7, 11, 13, 19.

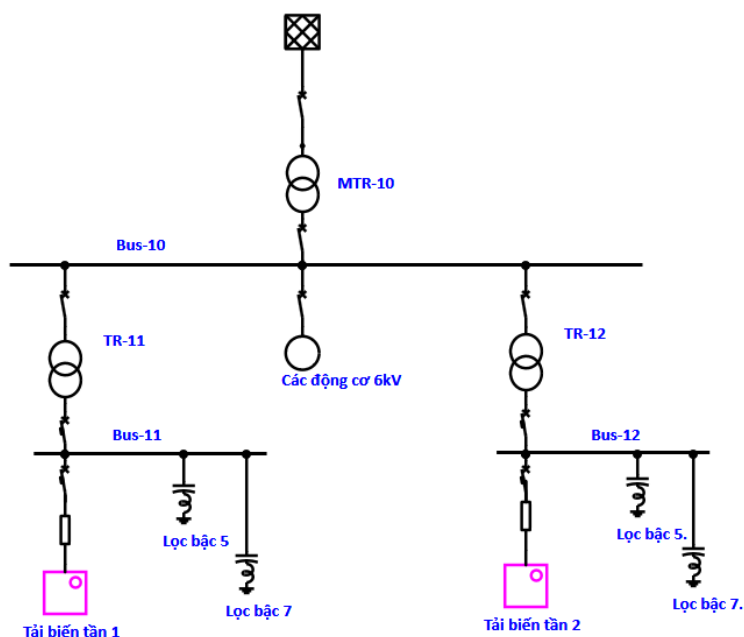
Bộ nguồn cung cấp điện liên tục (UPS): Nhà máy sử dụng các hệ thống UPS loại W200 của TMEIC – tập đoàn liên doanh giữa Toshiba và Mitsubishi. Bộ UPS có công suất 2,5 MVA, điện áp 380V. Một bộ UPS bao gồm các bộ biến đổi AC-DC và DC-AC sử dụng transistor có cực điều khiển cách ly (IGBT) điều khiển bởi kỹ thuật điều chế độ rộng xung (PWM). Các bộ biến đổi này là nguyên nhân gây ra sóng hài.

Dây chuyền sản xuất: Các thiết bị trên dây chuyền sản xuất có mức độ tự động hóa cao sử dụng nhiều thiết bị biến đổi điện năng có thể gây ra sóng hài:

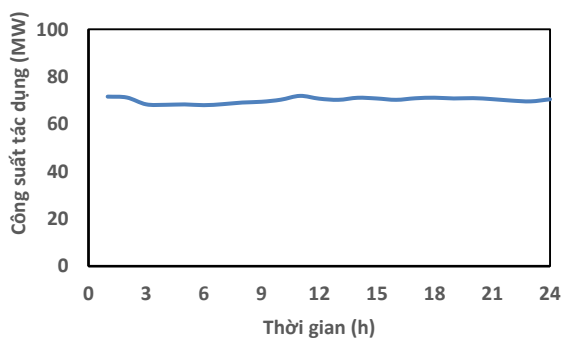
- Biến tần một pha điều chỉnh tốc độ của động cơ một pha của dây chuyền
- Bộ điều khiển động cơ servo một pha
- Bộ điều khiển robot

Hình 5 mô tả sơ đồ cấp điện cho biến tần điển hình bao gồm máy biến áp đầu trạm 20 MVA 22/6 kV. Thanh cái Bus-10 trung áp 6 kV cấp điện cho các động cơ cảm ứng ba pha có công suất lớn và các máy biến áp phân phối 6/0,38 kV. Thanh cái Bus-11 và Bus-12 có điện áp 380 V cấp

điện cho các động cơ cảm ứng ba pha, một số động cơ được điều chỉnh tốc độ thông qua các biến tần Mitsubishi. Trong điều kiện bình thường, công suất tải của các máy biến áp như bảng 3. Đồ thị phụ tải của khu công nghiệp Samsung SDV được thể hiện ở hình 6. Do tính chất phụ tải là khu công nghiệp nên đồ thị phụ tải khá bằng phẳng và hầu như không biến động, với hệ số $P_{min}/P_{max}=0,95$. Do đó, trong phần tính toán thông số bộ lọc, nhóm tác giả tính toán với phụ tải P_{max} của nhà máy.



Hình 5. Sơ đồ một sợi của một trạm biến áp thuộc Công ty Samsung Display trên phần mềm ETAP.

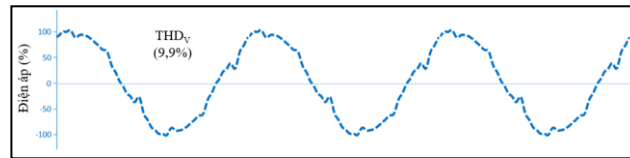


Hình 6. Đồ thị phụ tải của khu công nghiệp Samsung SDV.

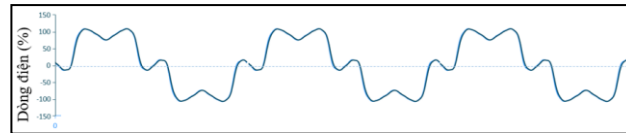
Bảng 3. Công suất mang tải của máy biến áp.

Máy biến áp	Công suất định mức (MVA)	Công suất tải (MVA)
MTR-10	20	11,6
TR-11	2,5	1,29
TR-12	2,5	1,32

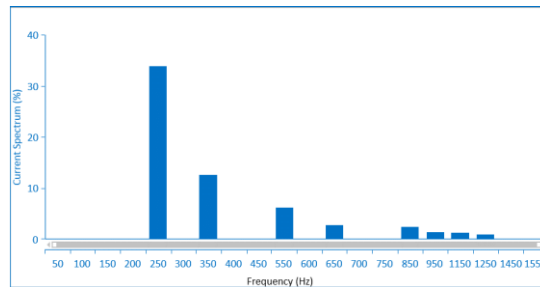
Hình 7, 8 và 9 mô tả dạng sóng điện áp và dòng điện tại thanh cái Bus-11, cũng như phổ hài dòng điện, trong đó, $THD_V = 9,9\%$ và $THD_I = 37\%$.



Hình 7. Dạng sóng điện áp tại thanh cái Bus-11.



Hình 8. Dạng sóng dòng điện tại thanh cái Bus-11.



Hình 9. Phổ sóng hài dòng điện các bậc tại thanh cái Bus-11.

Bảng 4 so sánh độ biến dạng sóng hài của thanh cái Bus-11 và Bus-12 so với tiêu chuẩn tại thông tư 30/2019 của Bộ Công thương.

Bảng 4. Độ biến dạng sóng hài điện áp tại thanh cái Bus-11 và Bus-12 (%).

Bậc	Thanh cái Bus-11	Thanh cái Bus-12	Thông tư 30/2019
THD _v	10,1	10	< 8
Bậc 5	7,92	7,94	< 5
Bậc 7	4,28	4,26	< 5
Bậc 11	3,29	3,0	< 5
Bậc 13	1,73	1,65	< 5

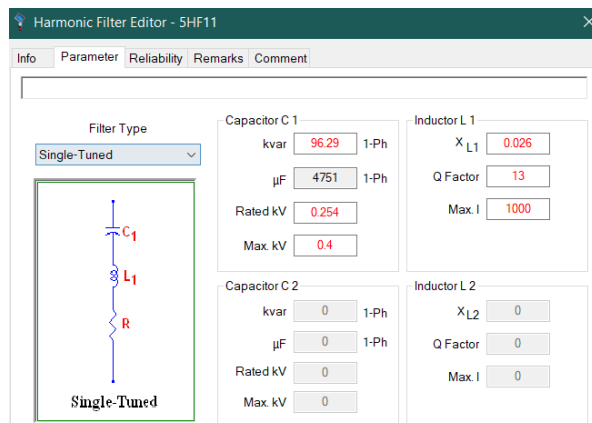
Bảng 5. Độ biến dạng sóng hài dòng điện tại thanh cái Bus-11 và Bus-12 (%).

Bậc	Thanh cái Bus-11	Thanh cái Bus-12
THD _i	37,07	36,1
Bậc 5	34,09	33,32
Bậc 7	12,7	12,26
Bậc 11	3,07	2,65
Bậc 13	2,67	2,4

Ta thấy, độ biến dạng sóng hài điện áp tổng của hai thanh cái hạ áp (10,1% và 10%) đều cao hơn tiêu chuẩn quy định tại thông tư 30/2019/TT-BCT (8%). Độ biến dạng sóng hài điện áp riêng lẻ bậc 5 (7,92% và 7,94%), cao hơn tiêu chuẩn quy định tại thông tư 30/2019/TT-BCT.

Bảng 5 thể hiện độ biến dạng sóng hài dòng điện tại thanh cái Bus-11 và Bus-12, độ biến dạng dòng điện lần lượt là 37,1% và 35,97%.

Theo như kết quả mô phỏng, các thành phần hài bậc 5 và 7 có trị số lớn, do đó, ta sẽ thiết kế các bộ lọc sóng hài cho các thành phần này. Các thông số của bộ lọc sóng hài được tính theo phương trình 5-7 và thể hiện trong các bảng 6-7. Các thông số của bộ lọc sóng hài sau khi được tính toán theo các phương trình 5, 6 sẽ được đưa vào phần mềm ETAP (hình 10) để đánh giá hiệu quả của bộ lọc. Kết quả mô phỏng hiệu quả của bộ lọc sóng hài được thể hiện ở bảng 8 và hình 11.



Hình 10. Cài đặt thông số của bộ lọc sóng hài trong phần mềm ETAP.

Bảng 6. Các thông số yêu cầu của bộ lọc bậc 5 và 7 tại thanh cái Bus-11.

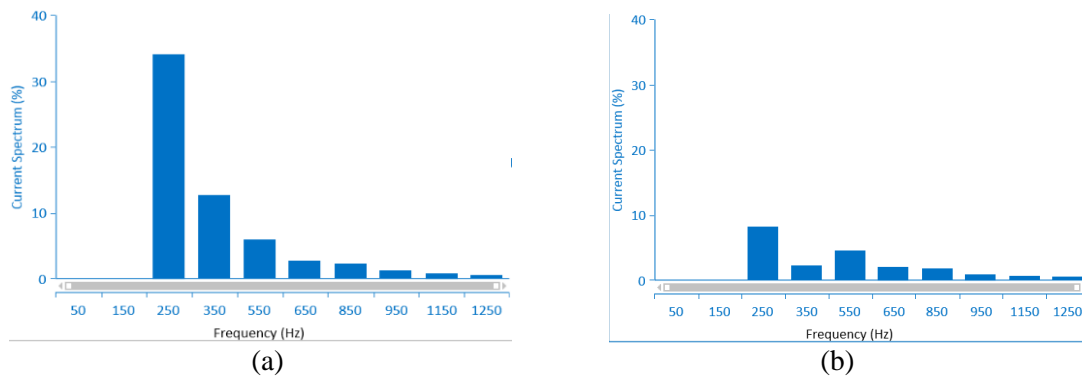
Bậc 5			Bậc 7		
Thông số	Tụ điện	Cuộn kháng	Thông số	Tụ điện	Cuộn kháng
kVAr	288,88	12,538	kVAr	105,58	2,35
V	439,23	147,01	V	419,76	102,96
A	755,162		A	282,08	
uF	5259		uF	2007,87	
mH		0,084	mH		0,035

Bảng 7. Các thông số yêu cầu của bộ lọc bậc 5 và 7 tại thanh cái Bus-12.

Bậc 5			Bậc 7		
Thông số	Tụ điện	Cuộn kháng	Thông số	Tụ điện	Cuộn kháng
kVAr	289,359	12,559	kVAr	104,201	2,321
V	439,03	146,297	V	419,661	102,461
A	753,735		A	277,419	
uF	5267,75		uF	1,981,687	
mH		0,083	mH		0,036

Bảng 8. Tổng hợp thông số sóng hài trước và sau khi lọc.

Bus 11				Bus 12			
Thông số	Bậc sóng hài	Trước lọc	Sau lọc	Thông số	Bậc sóng hài	Trước lọc	Sau lọc
THD _v (%)	Tổng	10,1	3,49	THD _v (%)	Tổng	10	3,21
	Bậc 5	7,92	1,56		Bậc 5	7,94	1,11
	Bậc 7	4,28	0,69		Bậc 7	4,26	0,89
	Bậc 11	3,29	2,13		Bậc 11	3,0	2,07
	Bậc 13	1,73	1,16		Bậc 13	1,65	1,11
THD _i (%)	Tổng	37,07	10,2	THD _i (%)	Tổng	36,1	7,76
	Bậc 5	34,09	8,28		Bậc 5	33,32	5,02
	Bậc 7	12,7	2,25		Bậc 7	12,26	3,12
	Bậc 11	6,07	4,59		Bậc 11	5,65	4,27
	Bậc 13	2,67	2,09		Bậc 13	2,42	1,89



Hình 11. Phổ sóng hài điện áp tại Bus 11 trước khi lọc (a) và sau khi lọc (b).

Căn cứ vào kết quả mô phỏng có thể thấy được rằng, các thành phần sóng hài bậc 5 và bậc 7 giảm đáng kể. Độ biến dạng sóng hài điện áp tại thanh cái Bus-11 giảm từ 10,1% xuống còn 3,49% (đạt tiêu chuẩn nhỏ hơn 8%). Độ biến dạng sóng hài riêng lẻ bậc 5, 7, 11, 13 lần lượt là 1,56%, 0,69%, 2,13%, 1,16% (đạt tiêu chuẩn nhỏ hơn 5%). Độ biến dạng sóng hài điện áp tại thanh cái Bus-12 giảm từ 10% xuống còn 3,21% (đạt tiêu chuẩn nhỏ hơn 8%). Độ biến dạng sóng hài riêng lẻ bậc 5, 7, 11, 13 lần lượt là 1,11%, 0,89%, 2,07%, 1,11% (đạt tiêu chuẩn nhỏ hơn 5%).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đánh giá mức độ sóng hài tại khu công nghiệp Samsung Display Việt Nam, từ đó đề xuất biện pháp giảm thiểu mức độ sóng hài theo tiêu chuẩn lưới điện trung áp. Trong các biện pháp giảm thiểu sóng hài như sử dụng các bộ lọc thụ động, cuộn cảm nối tiếp, các bộ lọc tích cực, bộ lọc lai, thì bộ lọc thụ động có chi phí thấp, thiết kế đơn giản dễ dàng lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng và được sử dụng rộng rãi. Các kết quả tính toán lựa chọn thông số của bộ lọc được đưa vào phần mềm ETAP. Kết quả mô phỏng cho thấy, sau khi sử dụng các bộ lọc hài đơn bậc 5 và bậc 7 thì THD_v và THD_i đều giảm từ ngưỡng rất cao xuống thấp hơn mức cho phép quy định tại thông tư 30/2019 của BCT. Kết quả này thể hiện được hiệu quả của bộ lọc đơn có thiết kế đơn giản và chi phí thấp, trong việc giảm thiểu độ biến dạng sóng hài, có thể áp dụng rộng rãi tại các khu công nghiệp cũng như lưới điện phân phối.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thông tư số 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 về Quy định hệ thống điện phân phối, (2015).
- [2]. Thông tư 30/2019/TT-BCT sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 25/2016/TT-BCT và Thông tư số 39/2015/TT-BCT, (2019).
- [3]. T. Đ. Long, "Sách tra cứu về chất lượng điện năng," Nhà xuất bản Bách khoa, (2013).
- [4]. Imtiaz Ahmed, Mir Zayed Shames, Md. Muksudul Alam, "An Overview of Harmonic Sources in Power System," IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE), vol. 7, no. 3, pp. 01-03, (2013).
- [5]. Niharika Singh, NK Sharma, P Tiwari, "Harmonics: Sources, Effects and Control Techniques," NIET Journal of Engineering & Technology, vol. 1, no. 1, pp. 34-37, (2012).
- [6]. Sudeep Pyakuryal, Mohammad Matin, "Harmonic Analysis for a 6-pulse Rectifier," IOSR Journal of Engineering, vol. 3, no. 3, pp. 57-60, (2013).
- [7]. M. Grady, "Understanding Power System Harmonics," The University of Texas at Austin, (2012).
- [8]. L. Motta and N. Faúndes, "Active/passive harmonic filters: Applications, challenges & trends," 2016 17th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), pp. 657-662, (2016).
- [9]. S. Kawasaki, M. Mochizuki and N. Ninomiya, "Estimation method of harmonic sources on distribution system and experimental verification," 2018 18th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), pp. 01-05, (2018).

- [10]. Young-Sik Cho, Hanju Cha, "Single-tuned Passive Harmonic Filter Design Considering Variances of Tuning and Quality Factor," *Journal of International Council Electrical Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 07-13, (2011).
- [11]. S. Kihwele, "Modelling of Shunt Active Power Filter for Harmonics Case Study of Steel Industry," *2019 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, pp. 1-2, (2019).
- [12]. A. Assi and S. M. Moghaddas Tafreshi, "Design of the hybrid harmonic filter to improve power quality of the grid connected hybrid renewable energy system," *2019 Iranian Conference on Renewable Energy & Distributed Generation (ICREDG)*, pp. 1-6, (2019).

ABSTRACT

Research on harmonics reduction of Samsung Display Vietnam industrial park

Samsung Display Vietnam (SDV) is a Samsung Group FDI company located in Yen Phong Industrial Park, Bac Ninh Province, specializing in the production of screen electronic components. This factory has a production line with a high degree of automation, using a lot of nonlinear loads as well as electronic devices capable of causing large harmonics such as single-phase inverters, motor controllers, robot controller, uninterruptible power supply unit (UPS), etc. Actual operation recorded the harmonic level at some 0.4 kV busbars in the factory reached over 60%, violating the regulations on harmonic standards provided by EVN's distribution grid code, severely affecting the power quality of the distribution system. This article will focus on assessing the harmonics level in the Samsung Display Vietnam Industrial Park, and research on solutions to reduce the harmonics level to the standard requirement. Simulation results were performed on Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) software.

Keywords: Power harmonics; Non-linear load; Distribution system; ETAP.