

SOLUTIONS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENT USE ON LOW VOLTAGE GRIDS WITH A NEW GENERATION REACTIVE POWER COMPENSATION DEVICE

Bui Anh Tuan

Hanoi Industrial Textile Garment University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 11/9/2021 Revised: 08/11/2021 Published: 08/11/2021	Energy plays a special role in the socio-economic development of the country. In recent years, the Party and State have attached great importance to the improvement of energy use quality in the policy of energy security and sustainable energy development. However, the use of energy saving and efficiency in Vietnam has not yet received due attention, partly due to awareness, partly due to low electricity prices, so businesses are not interested in energy-saving technologies. This article provides the current status of electricity consumption in some manufacturing industries and services in Vietnam. Thereby, it shows the potential for economical and efficient use of energy in this country. The article also proposes a technological solution, a new generation reactive power compensation device. The efficiency of the equipment in improving power quality and saving energy is evaluated from the experimental results. Besides, the device's features can be adjusted to solve many power quality problems that factories in Vietnam are currently facing such as flicker, harmonics, voltage fluctuation,...
KEYWORDS Power quality Reactive power Power loss Energy saving Voltage quality	

GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TRÊN LƯỚI ĐIỆN HẠ ÁP BẰNG THIẾT BỊ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG THỂ HỆ MỚI

Bùi Anh Tuấn

Trường Đại học Công nghiệp Dệt May Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 11/9/2021 Ngày hoàn thiện: 08/11/2021 Ngày đăng: 08/11/2021	Năng lượng có vai trò đặc biệt đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Trong những năm qua, Đảng và Nhà nước đặc biệt coi trọng khâu cải thiện chất lượng sử dụng năng lượng trong chính sách an ninh năng lượng và phát triển năng lượng bền vững. Tuy nhiên, việc sử dụng tiết kiệm năng lượng và hiệu quả ở Việt Nam vẫn chưa được quan tâm đúng mức, một phần do nhận thức, một phần do giá điện còn thấp nên các doanh nghiệp không quan tâm đến công nghệ tiết kiệm năng lượng. Nội dung của bài báo cung cấp cho bạn đọc thực trạng việc tiêu thụ điện trong một số ngành công nghiệp sản xuất và dịch vụ ở Việt Nam. Qua đó, chúng ta sẽ thấy rõ tiềm năng sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả còn rất lớn. Bài báo sẽ đề xuất một giải pháp công nghệ, một thiết bị bù công suất phản kháng thể hệ mới, để giải quyết bài toán trên. Hiệu quả cải thiện chất lượng điện năng và tiết kiệm năng lượng của thiết bị được đánh giá từ các kết quả thực nghiệm. Bên cạnh đó, tính năng của thiết bị có thể được điều chỉnh để giải quyết nhiều bài toán về chất lượng điện năng mà các nhà máy ở Việt Nam hiện nay đang phải đối mặt như hiện tượng nhấp nháy điện áp, sóng hài bậc cao, dao động điện áp...
TỪ KHÓA Chất lượng điện năng Công suất phản kháng Tổn thất điện năng Tiết kiệm năng lượng Chất lượng điện áp	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5003>

Email: tuanba@hict.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

107

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Cải thiện chất lượng, sử dụng năng lượng theo hướng tiết kiệm và hiệu quả, bảo tồn tài nguyên năng lượng là giải pháp quan trọng trong chính sách an ninh năng lượng quốc gia hiện nay của Việt Nam. Nhìn từ góc độ kinh tế, nhiều tổ chức quốc tế có uy tín nghiên cứu về an ninh năng lượng cho rằng, việc đầu tư hiệu quả một đồng vốn cho sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả mang lại lợi ích tương đương với việc đầu tư bốn đồng vốn cho phát triển nguồn cung [1]. Ở khía cạnh bảo tồn tài nguyên năng lượng, Việt Nam được coi là quốc gia có nguồn tài nguyên năng lượng phong phú, đa dạng (thủy điện, than, dầu khí, gió, mặt trời,...); nhưng qua thực tế phát triển đất nước, chúng ta đã phải chuyển từ trạng thái xuất khẩu ròng năng lượng sang nhập khẩu vào năm 2015 [2]. Trong vòng 10 năm qua, tiêu thụ điện tại Việt Nam tiếp tục ghi nhận sự tăng trưởng mạnh mẽ. Sản lượng điện thương phẩm năm 2018 đạt 192,360 triệu kWh gấp hơn 2 lần so với sản lượng năm 2010. Sự tăng trưởng tiêu thụ điện mạnh mẽ này đến từ lĩnh vực công nghiệp và xây dựng khi nền kinh tế Việt Nam phát triển theo hướng công nghiệp hóa – hiện đại hóa. Năm 2020, ngành công nghiệp và xây dựng là ngành tiêu thụ điện năng nhiều nhất trong nhóm, chiếm 75% điện năng tiêu thụ [3].

Nhiều đánh giá của chuyên gia và các tổ chức nghiên cứu uy tín quốc tế cho rằng, Việt Nam vẫn còn nhiều tiềm năng kỹ thuật để giảm thiểu tình trạng thất thoát và lãng phí ở khâu sử dụng năng lượng tại tất cả các lĩnh vực, từ sản xuất công nghiệp, thương mại dịch vụ, giao thông vận tải, sản xuất nông ngư nghiệp cho đến tại hộ gia đình. Năng lượng tiêu hao cho một đơn vị sản phẩm trong nhiều ngành công nghiệp của nước ta cao hơn nhiều so với các nước phát triển. Đây cũng là một trong những nguyên nhân làm suy giảm năng lực cạnh tranh quốc gia dưới góc độ sử dụng năng lượng lãng phí [4]-[6].

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong công nghiệp sản xuất xi măng, thép, sành sứ, đông lạnh, hàng tiêu dùng... của nước ta có thể đạt trên 20%; lĩnh vực xây dựng dân dụng, giao thông vận tải có thể tới trên 30%; khu vực sinh hoạt và hoạt động dịch vụ tiềm năng tiết kiệm cũng không nhỏ. Kinh nghiệm của các quốc gia thành công khi xây dựng một nền kinh tế có năng lực cạnh tranh cao, sử dụng hiệu quả năng lượng và giảm phát thải, cho thấy các hoạt động tổng thể về tiết kiệm năng lượng cần được duy trì, củng cố và hoàn thiện liên tục cùng với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước [6], [7].

Trong khuôn khổ của bài báo, tác giả sẽ trình bày và đề xuất giải pháp tiết kiệm năng lượng thông qua việc cải thiện chất lượng điện năng (CLĐN). Do vậy, trong phần đầu của bài báo sẽ trình bày một số vấn đề liên quan đến CLĐN, đặc biệt là chất lượng điện áp [8]-[10]. Căn cứ vào thông tư quy định về CLĐN cùng với một số dữ liệu đo đạc, khảo sát CLĐN tại một số phụ tải công nghiệp, dịch vụ khác nhau ở Việt Nam, tác giả sẽ tiến hành phân tích để bạn đọc có cái nhìn trực quan hơn trong việc đề xuất giải pháp tiết kiệm năng lượng. Bên cạnh đó, bài báo cũng giới thiệu và phân tích một số giải pháp tiết kiệm năng lượng mà các điện lực, các nhà máy sản xuất, trung tâm thương mại, dịch vụ,... đã và đang sử dụng. Từ đó, tác giả sẽ trình bày, đề xuất một giải pháp tiết kiệm năng lượng cho các loại phụ tải trên. Các kết quả đo đạc, thử nghiệm sẽ được phân tích, đánh giá để chứng minh tính hiệu quả của thiết bị.

2. Chất lượng điện năng

Thuật ngữ CLĐN (Power Quality) dùng để chỉ nhiều hiện tượng điện từ đặc trưng cho điện áp và dòng điện tại một thời điểm nhất định và tại một vị trí nhất định trên hệ thống điện. Hiểu một cách đơn giản, CLĐN là sự liên quan đến tình trạng chất lượng của điện áp, tần số và dạng sóng và như vậy cơ bản chất lượng điện năng là chất lượng của điện áp.

CLĐN đã, đang và sẽ tiếp tục là một bài toán quan trọng trong hệ thống điện (HTĐ) trên toàn thế giới, nhất là khi các phụ tải thế hệ mới (như các thiết bị điện tử, các thiết bị công nghệ cao) càng đòi hỏi nghiêm ngặt hơn về chất lượng. Bài toán CLĐN bao gồm rất nhiều bài toán nhỏ, trong đó đặc biệt quan trọng là những yêu cầu về tần số và điện áp. Bên cạnh đó, việc sử dụng

ngày càng nhiều các thiết bị phụ tải, nguồn phi tuyến để nâng cao hiệu suất, tiết kiệm năng lượng nhưng cũng gây rất nhiều vấn đề phát sinh, đặc biệt là những vấn đề CLĐN. Cùng với xu hướng chung trên toàn thế giới, bài toán CLĐN cũng ngày càng được quan tâm một cách đúng mức hơn tại Việt Nam khi đòi hỏi về CLĐN của các thiết bị trong hệ thống điện ngày một lớn.

Bài toán chất lượng điện áp đã và đang là một trong những bài toán quan trọng nhất trong một HTĐ hiện tại. Trong đó, bài toán bù công suất phản kháng với những thiết bị hiện đại, phản ứng nhanh theo sự thay đổi của phụ tải với một loạt các chức năng tích hợp như: điều chỉnh tron công suất phản kháng để giảm tổn thất công suất tác dụng, nâng cao CLĐN, tăng tuổi thọ các thiết bị và điều chỉnh điện áp vẫn luôn chiếm một vị trí hết sức quan trọng trong HTĐ. Đây là một trong những bài toán hiệu quả nhất trong vấn đề tiết kiệm năng lượng trong HTĐ [8]-[10].

Do trong HTĐ, hầu hết các phụ tải đều mang tính cảm kháng ($Q > 0$) nên việc bù công suất phản kháng bằng cách lắp thêm các thiết bị có tính dung kháng ($Q < 0$) để giảm lượng công suất phản kháng trên các đường dây truyền tải và phân phối, từ đó giảm được tổn thất công suất tác dụng [9].

$$\Delta P = \frac{R_{HT}}{U_{dm}^2} [P^2 + (Q - Q_b)^2] \quad (1)$$

Trong đó: - ΔP là tổn thất công suất tác dụng trong HTĐ;

- R_{HT} là điện trở tương đương của HTĐ;

- P và Q lần lượt là công suất tác dụng và công suất phản kháng;

- Q_b là công suất phản kháng của thiết bị bù;

- U_{dm} là điện áp định mức của HTĐ.

Việc giảm được tổn thất công suất tác dụng do bù công suất phản kháng mang lại cũng làm giảm sự quá tải cho đường dây và trạm biến áp. Bên cạnh đó, việc bù công suất phản kháng còn làm giảm sự sụt áp của HTĐ, khi đó hiệu suất cũng như tuổi thọ của các dây chuyền sản xuất được cải thiện đáng kể [9].

$$\Delta U = \frac{P \cdot R_{HT} + (Q - Q_b) \cdot X_{HT}}{U_{dm}} \quad (2)$$

Trong đó: - ΔU là tổn thất điện áp của HTĐ;

- X_{HT} là trở kháng tương đương của HTĐ.

Do những ưu điểm ở trên mà hầu hết các nước trên thế giới đều quy định hệ số công suất $\cos\phi$ bắt buộc đối với các hộ phụ tải lớn, ví dụ: Ở Anh và Australia là 0,95; Ở Nga và Ukraina là 0,97,... Tại Việt Nam, hệ số công suất $\cos\phi$ được quy định là 0,9. Chính vì vậy, việc nghiên cứu, chế tạo những thiết bị bù công suất phản kháng và các bộ điều khiển ngày càng hiện đại với các tính năng vượt trội so với những thiết bị đã có là hết sức cần thiết cho HTĐ.

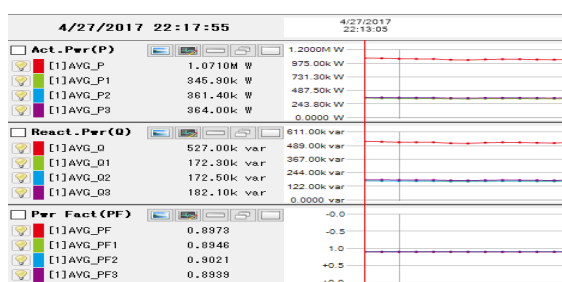
3. Thực trạng CLĐN tại một số phụ tải công nghiệp, dịch vụ ở Việt Nam và giải pháp xử lý

Công suất truyền tải, phân phối và tiêu thụ thông thường gồm hai thành phần cơ bản là công suất tác dụng và công suất phản kháng. Để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng điện, ngoài các giải pháp liên quan đến công tác tổ chức, sử dụng các bộ khởi động mềm cho các dây chuyền, các động cơ có công suất lớn,... thì việc sử dụng các thiết bị bù công suất phản kháng được sử dụng trong hầu hết các phụ tải công nghiệp, dịch vụ [11], [12]. Tuy nhiên, hiệu quả của giải pháp này như thế nào và khả năng tiết kiệm điện còn bỏ ngỏ là bao nhiêu thì trước hết chúng ta cùng xem xét thực trạng sử dụng năng lượng trong một số ngành công nghiệp, dịch vụ ở Việt Nam.

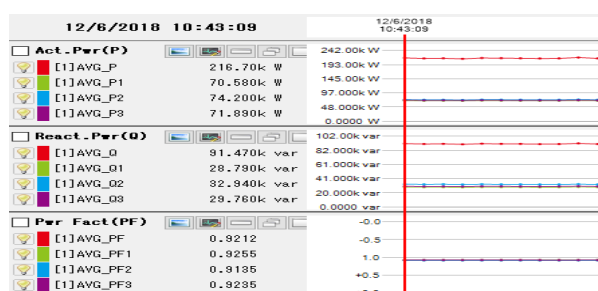
3.1. Thực trạng CLĐN tại một số phụ tải công nghiệp, dịch vụ ở Việt Nam

* Trạm biến áp Châu Khê 4 – Bắc Ninh:

Trạm biến áp này chủ yếu cung cấp điện cho làng nghề sản xuất thép Đa Hội. Chính vì vậy, phụ tải ở đây phần lớn là các lò luyện thép trung tần và các động cơ cán thép có công suất trung bình và lớn. Từ Hình 1, ta thấy tại một số thời điểm, hệ số công suất $\cos\phi$ thấp hơn giá trị quy định ($AVG_PF = 0,8973$). Bên cạnh đó, lượng tiêu thụ công suất phản kháng còn rất lớn ($AVG_Q = 527\text{kvar}$), chiếm hơn 50% so với công suất tác dụng ($AVG_P = 1,071\text{MW}$).



Hình 1. Chất lượng điện năng của trạm biến áp Châu Khê 4 – Bắc Ninh



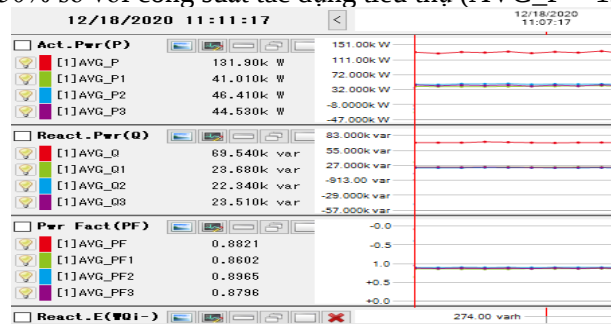
Hình 2. Chất lượng điện năng của nhà máy dệt Hà Nam

* Nhà máy dệt Hatexco ở khu công nghiệp Đồng Văn - Hà Nam:

Đây là một trong những nhà sản xuất quy mô lớn các sản phẩm ngành dệt may, trang thiết bị máy móc, dây chuyền sản xuất hiện đại. Qua kết quả đo đạc, khảo sát, hệ số công suất cosφ tương đối cao ($AVG_PF = 0,9212$) nhưng lượng công suất phản kháng tiêu thụ còn tương đối lớn ($AVG_Q = 91,47\text{kvar}$), chiếm khoảng 42% công suất tác dụng ($AVG_P = 216,7\text{kW}$) nên có thể tăng khả năng tiết kiệm năng lượng bằng cách tiếp tục nâng cao hệ số cosφ (Hình 2).

* Nhà máy sản xuất nhựa Châu Âu:

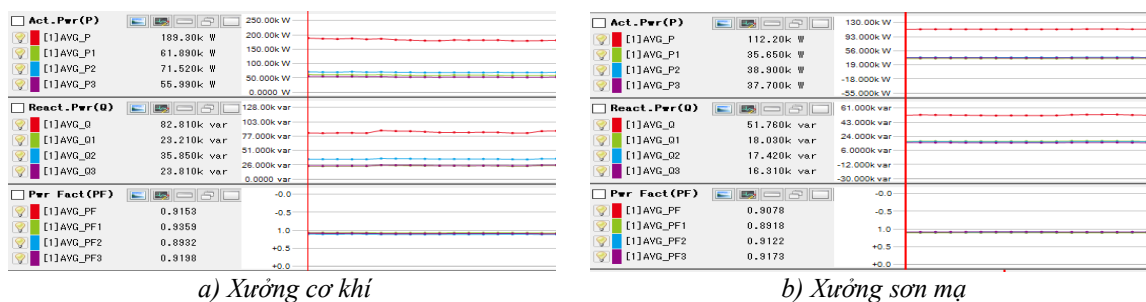
Dây chuyền sản xuất chính của nhà máy là các động cơ băng tải, động cơ cán, động cơ cắt, nồi hơi,... Nhà máy cũng đã trang bị tủ bù ngay từ khi xây dựng nhà máy và cũng đã áp dụng hệ thống biến tần cho một số dây chuyền sản xuất có công suất lớn. Tuy nhiên, hệ số công suất cosφ vẫn còn thấp ($AVG_PF = 0,8821$), lượng tiêu thụ công suất phản kháng lớn ($AVG_Q = 91,47\text{kvar}$), chiếm hơn 50% so với công suất tác dụng tiêu thụ ($AVG_P = 131,9\text{kW}$) (Hình 3).



Hình 3. Chất lượng điện năng của nhà máy sản xuất nhựa Châu Âu

* Trung tâm thông tin M1- Viettel:

Trung tâm sản xuất điện tử Viettel (Nhà máy M1 - An Khánh, Hoài Đức, Hà Nội) sở hữu dây chuyền công nghệ có khả năng sản xuất nhiều chủng loại sản phẩm khác nhau như: Thiết bị đầu cuối (điện thoại di động thông thường và thông minh, máy tính bảng, máy tính All-in-one...), thiết bị hạ tầng mạng và thiết bị thông tin quân sự,... Tất cả các thiết bị đều được sản xuất tự động. Khác với các dự án chuyển giao công nghệ của nước ngoài trong các nhà máy liên doanh, dây chuyền sản xuất hoàn toàn do người Việt Nam tự xây dựng cấu hình, lựa chọn, lắp đặt, vận hành và làm chủ toàn bộ công nghệ. Qua kết quả đo đạc khảo sát tại một số vị trí của nhà máy, hệ số công suất cosφ tương đối cao ($AVG_PF = 0,9153$ với xưởng cơ khí và $AVG_PF = 0,9078$ với xưởng sơn mạ). Tuy nhiên, lượng công suất phản kháng tiêu thụ vẫn còn lớn ($AVG_Q = 82,81\text{kvar}$ với xưởng cơ khí và $AVG_Q = 51,76\text{kvar}$ với xưởng sơn mạ), chiếm khoảng 50% so với lượng tiêu thụ công suất tác dụng ($AVG_P = 189,3\text{kW}$ với xưởng cơ khí và $AVG_P = 112,2\text{kW}$ với xưởng sơn mạ) (Hình 4).



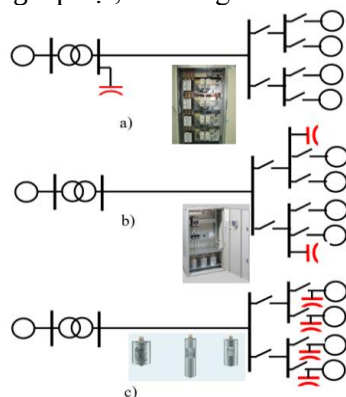
Hình 4. Chất lượng điện năng tại trung tâm thông tin M1 – Viettel

3.2. Thực trạng các thiết bị bù công suất phản kháng trong các nhà máy ở Việt Nam

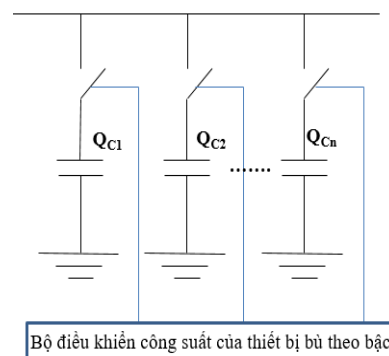
Ngoài mục đích tránh bị phạt do tiêu thụ vượt quy định lượng công suất phản kháng thì giải pháp này còn có ý nghĩa rất quan trọng trong việc giảm tổn thất công suất tác dụng và nâng cao chất lượng điện năng (giảm tổn thất điện áp).

Việc bù công suất phản kháng càng được thực hiện gần phụ tải thì càng mang lại hiệu quả cao do các phụ tải chủ yếu hoạt động ở lưới điện hạ áp là nơi chịu tổn thất công suất tác dụng nhiều nhất; đồng thời vốn đầu tư lắp đặt thiết bị bù (chủ yếu là kháng điện và tụ điện) ở phía hạ áp sẽ giảm do yêu cầu cách điện thấp và dễ điều chỉnh đóng, cắt công suất của thiết bị bù hơn. Các phương án đặt thiết bị bù trên lưới điện hạ áp được thể hiện như trên Hình 5.

Thiết bị bù công suất phản kháng thông dụng nhất hiện nay là thiết bị bù tĩnh sử dụng các tụ và kháng bù do các ưu điểm vượt trội so với thiết bị bù động như giá thành rẻ, tổn thất công suất nhỏ, dễ dàng lắp đặt,... Trong các nhà máy, thông thường tồn tại hai loại thiết bị bù sau:



Hình 5. Các phương án lắp đặt thiết bị bù công suất phản kháng trên lưới hạ áp



Hình 6. Thiết bị bù công suất phản kháng theo bậc

* Thiết bị bù theo bậc:

Đây là loại thiết bị được sử dụng phổ biến nhất ở Việt Nam cũng như ở các nước khác (Hình 6). Loại thiết bị này có ưu điểm là đơn giản và rẻ tiền, điều chỉnh công suất theo bậc phần nào thỏa mãn yêu cầu phụ tải.

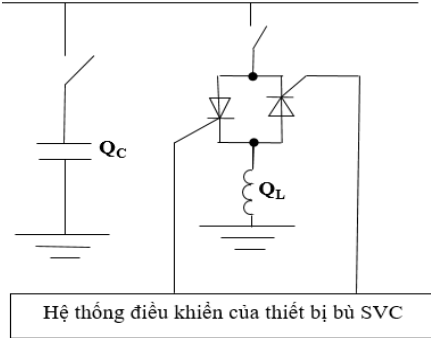
Tuy nhiên, thiết bị này lại tồn tại nhiều nhược điểm rất lớn như: Sử dụng các thiết bị đóng cắt cơ khí nên tốc độ phản ứng của thiết bị này rất chậm so với sự biến thiên của phụ tải; Tụ bù dễ hỏng do không lựa chọn được thời điểm đóng tụ hợp lý nên dòng điện, điện áp hoặc cả hai thường tăng rất cao; Không thể điều chỉnh trơn công suất phản kháng nên thường gây ra hiện tượng bù thiếu hoặc bù thừa trên lưới;... Thiết bị bù theo bậc chỉ phù hợp cho các loại phụ tải biến thiên chậm và hiệu quả tiết kiệm điện không cao.

* Thiết bị bù trơn kiểu SVC:

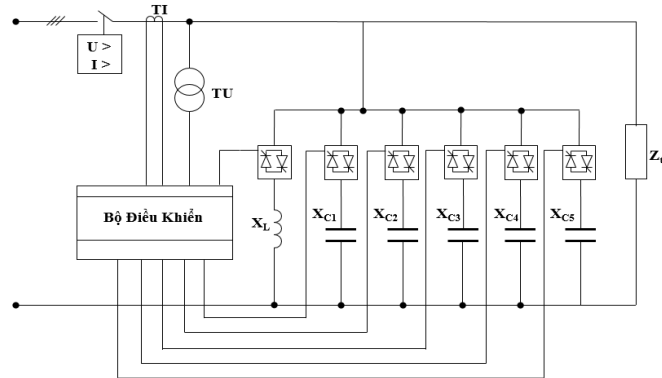
Loại thiết bị bù tĩnh này sử dụng thyristor để điều chỉnh trơn công suất phản kháng (Hình 7). Thiết bị bù trơn kiểu SVC gồm một tụ điện đóng cố định và mắc song song với một cuộn kháng.

Việc điều chỉnh trơn công suất phản kháng được thông qua sự điều chỉnh góc mở α của cặp thyristor đấu song song ngược và mắc nối tiếp với cuộn kháng.

Do công suất của cuộn kháng thường bằng công suất của tụ nên nhược điểm lớn nhất của thiết bị này là thường gây ra nhiễu (sóng hài bậc cao) lớn trong hệ thống điện. Hơn nữa, tổn thất công suất cũng rất lớn và đắt tiền do sử dụng cuộn kháng có công suất lớn [13].



Hình 7. Thiết bị bù trơn công suất phản kháng kiểu SVC

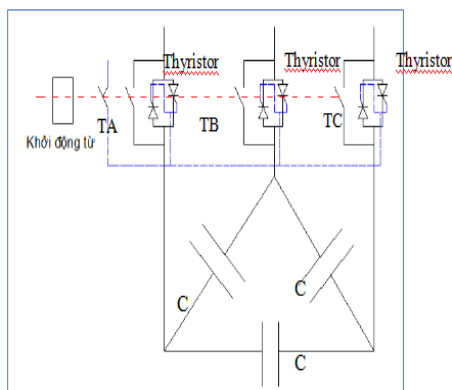


Hình 8. Sơ đồ nguyên lý thiết bị bù công suất phản kháng thế hệ mới

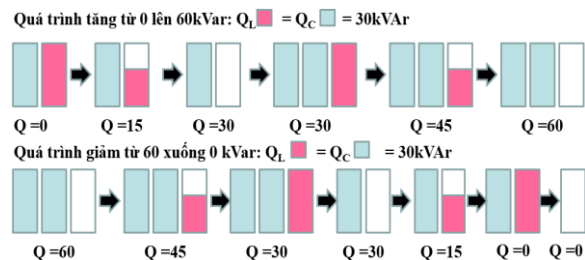
4. Đề xuất giải pháp tiết kiệm năng lượng bằng thiết bị bù công suất phản kháng thế hệ mới

4.1. Sơ đồ nguyên lý và thuật toán điều khiển thiết bị

Như đã phân tích ở trên, mỗi loại thiết bị bù đều có những ưu, nhược điểm riêng. Do vậy, để tận dụng tối đa ưu điểm, đồng thời giảm thiểu nhược điểm của từng loại thiết bị bù trên, trong bài viết này, tác giả đề xuất một thiết bị bù công suất phản kháng thế hệ mới được cải tiến dựa trên nguyên lý của thiết bị bù trơn kiểu SVC. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị bù thế hệ mới này được biểu diễn như Hình 8 với năm bậc tụ và một cuộn kháng.



Hình 9. Đóng, cắt tụ bù bằng thyristor

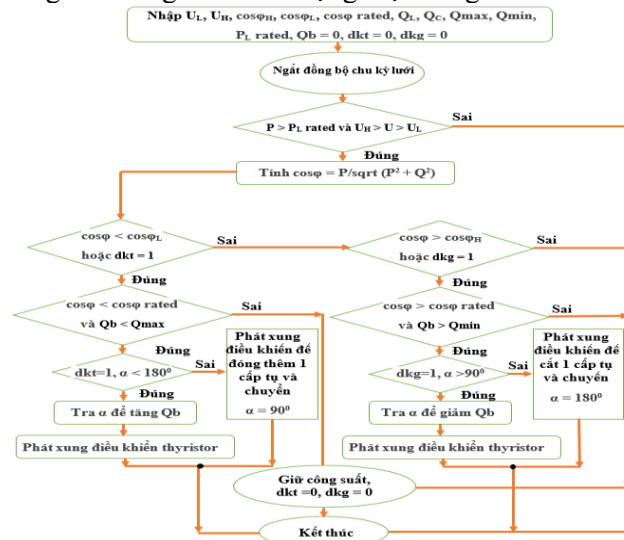


Hình 10. Nguyên lý hoạt động của thiết bị bù thế hệ mới

Theo sơ đồ nguyên lý này thì công suất của cuộn kháng được tính toán bằng công suất của một bậc tụ. Chính vì vậy, biên độ sóng hài sẽ giảm xuống theo cấp số bậc tụ so với thiết bị bù trơn kiểu SVC truyền thống. Bên cạnh đó, thay vì việc đóng, cắt tụ bằng các thiết bị cơ khí thì thiết bị bù thế hệ mới này dùng thyristor để đóng, cắt (Hình 9). Loại thyristor này sẽ tự lựa chọn thời điểm đóng thích hợp nhất khi điện áp trên tụ bằng điện áp của lưới điện. Khi đó, quá trình quá độ gần như không đáng kể sẽ nâng cao tuổi thọ, độ bền cho tụ bù cũng như các thiết bị điện khác [8].

Với bộ điều khiển được nghiên cứu, chế tạo riêng kết hợp với thiết bị đóng, cắt điện tử sẽ làm giảm thời gian đóng, cắt của tụ. Như vậy, loại thiết bị này vừa bù trơn công suất phản kháng với lượng sóng hài và tổn thất công suất trong thiết bị rất nhỏ so với thiết bị bù trơn kiểu SVC, vừa

cho phép tăng tốc độ đóng, cắt tự bù gần như tức thời theo sự biến thiên của phụ tải nên hiệu quả tiết kiệm năng lượng cũng như nâng cao chất lượng điện năng rất cao.



Hình 11. Thuật toán điều khiển công suất phản kháng của thiết bị bù thể hệ mới

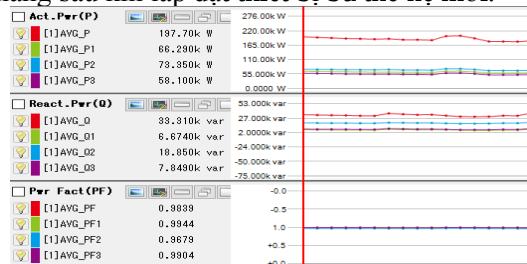
Bằng cách kết hợp đóng một số tụ và điều chỉnh góc mở α , ta sẽ điều chỉnh tròn công suất phản kháng của thiết bị từ $-Q_L$ đến tổng công suất của các bậc tụ. Giả sử, ta có thiết bị bù thể hệ mới gồm 05 bậc, công suất mỗi bậc là 30kVar và 01 cuộn kháng có công suất 30kVar, điều chỉnh góc mở α của cuộn kháng, ta sẽ điều chỉnh được dung lượng của thiết bị bù như Hình 10. Như vậy, thiết bị bù sẽ có thể cung cấp lượng công suất phản kháng từ -30kVar (khi cắt tất cả các tụ và đóng cuộn kháng) đến +150kVar (khi đóng cả 05 tụ và cắt cuộn kháng).

Để tránh trường hợp nhảy cấp lượng công suất phản kháng thì thiết bị bù này cần phải có một thuật toán điều chỉnh công suất tăng hoặc giảm khác biệt. Hình 11 biểu diễn thuật toán điều khiển thiết bị bù thể hệ mới.

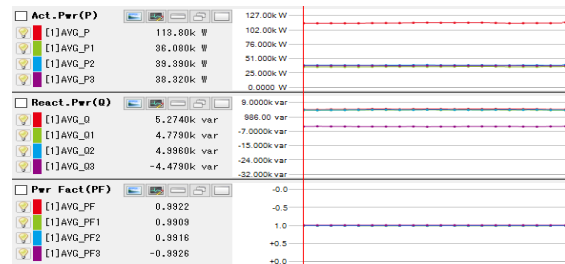
Với thuật toán điều khiển như trên, công suất của thiết bị bù hoàn toàn có thể điều chỉnh tròn tương tự như thiết bị bù tròn SVC.

4.2. Đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng của thiết bị bù thể hệ mới

Sau khi nghiên cứu, chế tạo và hiệu chỉnh sản phẩm, thiết bị bù thể hệ mới đã được lắp đặt thử nghiệm tại trung tâm thông tin M1 – Viettel cho xưởng cơ khí và xưởng sơn mạ. Do hai phân xưởng nằm độc lập và cách xa nhau nên trong trường hợp này sử dụng 02 thiết bị bù kiểu phân tán, mỗi tủ được lắp đặt vào thanh cái tủ động lực. Công suất của mỗi tủ được tính toán vào khoảng 30% công suất trạm biến áp, cụ thể công suất tủ bù cho phân xưởng sơn mạ là 360kVA và công suất tủ bù cho phân xưởng cơ khí là 180kVA. Hình 12 là kết quả đo đặc chất lượng điện năng sau khi lắp đặt thiết bị bù thể hệ mới.



a) Xưởng cơ khí



b) Xưởng sơn mạ

Hình 12. Chất lượng điện năng tại trung tâm thông tin M1 – Viettel sau khi lắp đặt thiết bị bù công suất phản kháng thể hệ mới

So sánh chất lượng điện năng trước và sau khi lắp đặt thiết bị bù thể hệ mới (Hình 4 và Hình 12), ta có kết quả như Bảng 1.

Bảng 1. Bảng so sánh chất lượng điện năng trước và sau khi lắp đặt thiết bị bù thể hệ mới ở hai phân xưởng thuộc trung tâm thông tin M1 – Viettel

Chỉ tiêu đánh giá	Xưởng cơ khí		Xưởng sơn mạ	
	Trước khi lắp đặt	Sau khi lắp đặt	Trước khi lắp đặt	Sau khi lắp đặt
$\cos\varphi$	0,9153	0,9839	0,9078	0,9922
P (kW)	189,3	197,7	112,2	113,8
Q (kvar)	82,81	33,31	51,76	5,274

Từ Bảng 1 ta thấy, lượng tiêu thụ công suất phản kháng sau khi lắp đặt thiết bị bù thể hệ mới giảm đi rất nhiều so với trước khi lắp đặt, giảm 2,48 lần đối với xưởng cơ khí và giảm 9,86 lần đối với xưởng sơn mạ. Hệ số công suất $\cos\varphi \approx 1$ và tốc độ đóng, cắt thiết bị bù gần như tức thời theo sự biến thiên của phụ tải nên thiết bị này mang lại hiệu quả tiết kiệm điện rất cao. Ngoài ra, giá thành đầu tư thiết bị bù thể hệ mới (khoảng 600.000 đồng/kVA) chỉ bằng khoảng 75% giá mua thiết bị bù kiểu SVC có cùng các tính năng tương tự, do vậy thời gian thu hồi vốn sẽ nhanh hơn.

5. Kết luận

Qua các kết quả khảo sát, đo đạc và phân tích ở trên đối với một số phụ tải công nghiệp, dịch vụ ở Việt Nam đã cho thấy tiềm năng tiết kiệm điện còn rất lớn. Đây cũng là một trong những nguyên nhân làm giảm năng lực cạnh tranh của quốc gia và không đảm bảo được tiêu chí sản xuất “xanh”. Đồng thời, đây cũng là cơ hội và thách thức cho các nhà nghiên cứu, các nhà cung cấp thiết bị trong việc đưa ra các giải pháp, sáng chế, sản phẩm để tiết giảm nguồn năng lượng lãng phí.

Dưới góc độ xử lý bài toán bù công suất phản kháng nhằm giảm lượng tiêu thụ công suất phản kháng còn rất lớn trong các nhà máy ở Việt Nam, bài báo đã cho thấy ưu, nhược điểm của các thiết bị bù đang được sử dụng. Để phát huy hiệu quả tiết kiệm điện và nâng cao CLĐN, một thiết bị bù thể hệ mới được nghiên cứu, chế tạo. Sản phẩm này kế thừa những tính ưu việt và hạn chế tối đa những nhược điểm của các thiết bị bù đang sử dụng trên thị trường. Đây là một thiết bị bù trơn và có tốc độ điều chỉnh dung lượng bù gần như tức thời theo sự thay đổi của phụ tải với lượng tổn hao công suất trong thiết bị nhỏ. Thông qua kết quả đo đạc đã cho thấy hiệu quả tiết kiệm điện của sản phẩm này đã được cải thiện rất nhiều so với các sản phẩm có cùng tính năng.

Với nguyên lý cấu tạo gồm hai phần tử cơ bản là kháng điện và tụ điện nên sản phẩm này có thể được tiếp tục nghiên cứu và phát triển để trở thành một thiết bị đa chức năng xử lý các vấn đề liên quan đến chất lượng điện năng như bù công suất phản kháng kết hợp lọc sóng hài hay bù công suất phản kháng kết hợp với hạn chế hiện tượng nhấp nháy điện áp (Flicker),... Ngoài ra, để tiếp tục nâng cao hiệu quả tiết kiệm điện thì có thể phát triển dòng sản phẩm theo kiểu đặt phân tán (hệ DCS) trong nhà máy. Với những mục tiêu như vậy cần phải có thuật toán điều khiển riêng biệt và cần phải có thời gian nghiên cứu, thử nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] H. K. Phuong, “National program on economical and efficient use of energy for the period of 2019 - 2030: An important factor contributing to ensuring Vietnam's energy security in the new development period,” 11/2020. [Online]. Available: <https://moit.gov.vn/phat-trien-ben-vung/chuong-trinh-quoc-gia-ve-su-dung-nang-luong-tiet-kiem-va-hie.html>. [Accessed November, 2020].
- [2] D. Nong, C. Wang, and A. Q. Al-Amin, “A critical review of energy resources, policies and scientific studies towards a cleaner and more sustainable economy in Vietnam,” *Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 134, pp. 1-14, 2020.
- [3] VietinBank Securities, “Electricity industry update report,” 10/2019. [Online]. Available: <https://www.vietinbank.vn/investmentbanking/resources/reports/102019-CTS-BCnganhdien.pdf>. [Accessed October, 2019].

-
- [4] T. M. Do and D. Sharma, "Vietnam's energy sector: A review of current energy policies and strategies," *Journal Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 5770 -5777, 2011.
- [5] D. Bureau, L. Fontagné, and P. Martin, "Energy and Competitiveness," *Journal Economic Analysis*, vol. 6, no. 6, pp. 1-12, 2013.
- [6] N. T. Nguyen and M. H. Duong, "Economic potential of renewable energy in Vietnam's power sector," *Journal Energy Policy*, vol. 37, no. 5, pp. 1601-1613, 2009.
- [7] A. Zimmer, M. Jakob, and J. C. Steckel, "What motivates Vietnam to strive for a low-carbon economy?- On the drivers of climate policy in a developing country," *Journal Energy for Sustainable Development*, vol. 24, pp. 19-32, 2015.
- [8] A. Bonnet, "The Impact That Voltage Variations Have on AC Induction Motor Performance and life in accordance with NEMA MG-1 standards," *IEEE Industry Applications Society, Ed., Conference record of 1999 Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference*, 1999, pp. 16- 26.
- [9] T. D. Nguyen, N. Q. Dinh, and A. T. Bui, "Voltage quality improvement for induction motor in power system," (in Vietnamese), *EPU Journal of Science and Technology for Energie*, vol. 22, pp. 48-55, 2020.
- [10] Y. Zhang and A. Srivastava, "Voltage Control Strategy for Energy Storage System in Sustainable Distribution System Operation," *Journal Energies*, vol.14, pp. 2-12, 2021.
- [11] M. Kostic, *Induction Motors – Modelling And Controll*, UK-Intech, 2012.
- [12] R. SenthilKumar, G. C. Raj, S. Saravanan, P. Leninpugalhanthi, and P. Pandiyan, "Impact of power quality issues in residential systems," *Power Quality in Modern Power Systems*, Elsevier, 2021, pp. 163-191.
- [13] V. D. Ngo, T. V. Dinh, H. L. Le, and H. H. Le, "A study on the calculation program establishment to find locations for SVC installation for Vietnam power systems," (in Vietnamese), *Journal of Science and Technology - (JST-UD)*, vol. 4, pp. 82-87, 2010.