

# NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP TẠI CÁC PHỤ TẢI NGÀNH CÔNG NGHIỆP BẰNG HỆ THỐNG PHÂN TÁN ĐIỀU KHIỂN TẬP TRUNG ĐỐI VỚI THIẾT BỊ BÙ TRƠN CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

IMPROVE VOLTAGE QUALITY AT INDUSTRIAL LOADS WITH A CENTRALIZED CONTROL DISTRIBUTION  
SYSTEM FOR REACTIVE POWER LUBRICATING DEVICE

Bùi Anh Tuấn<sup>1,\*</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày ảnh hưởng của điện áp đến hiệu suất, đến hiệu quả sử dụng năng lượng điện của các động cơ điện cũng như đến chất lượng điện năng trong hệ thống điện. Thông qua việc phân tích ưu, nhược điểm của các giải pháp điều chỉnh điện áp đang được sử dụng, tác giả đề xuất một giải pháp điều chỉnh điện áp dựa trên nguyên lý điều khiển tập trung các thiết bị bù trôn công suất phản kháng đặt phân tán. Giải pháp này sẽ được đánh giá thông qua một số kết quả thử nghiệm ở ngoài thực tế để chứng minh tính hiệu quả trong việc tiết kiệm năng lượng, nâng cao tuổi thọ các động cơ điện trong các nhà máy. Trong phần kết luận của bài báo sẽ đưa các đề xuất, định hướng nghiên cứu tiếp theo về vấn đề này.

**Từ khóa:** Chất lượng điện năng, điện áp, bù công suất phản kháng, tiết kiệm năng lượng, tổn thất điện năng.

## ABSTRACT

The paper presents the influence of voltage on efficiency, on the efficiency of electric energy use of electric motors as well as on power quality in the power system. Through analyzing the advantages and disadvantages of the voltage regulation solutions in use, the author proposes a voltage regulation solution based on the principle of centralized control of distributed reactive power lubricating devices. This solution will be evaluated through a number of test results in the field to prove its effectiveness in saving energy and extending the life of electric motors in factories. In the conclusion of the article, suggestions and directions for further research on this issue will be given.

**Keywords:** Power quality, voltage, reactive power, energy saving, power loss.

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Dệt May Hà Nội

\*Email: tuanba@hict.edu.vn

Ngày nhận bài: 19/5/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 10/8/2022

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2022

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất lượng của điện năng được cung cấp có thể tác động trực tiếp đến nhiều khách hàng công nghiệp. Ngày

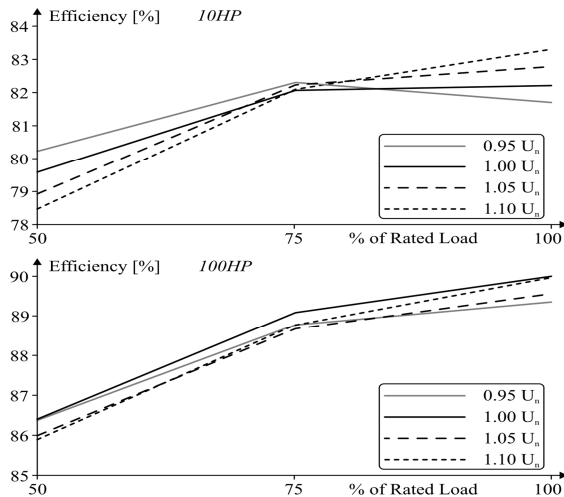
nay, các dây chuyền sản xuất công nghiệp đều được trang bị hiện đại với trình độ tự động hóa cao, những thiết bị và dây chuyền này thường nhạy cảm hơn với các thông số của điện năng được cung cấp so với thế hệ các thiết bị điện cơ trước đây. Quy mô sản xuất càng lớn, thiết bị sử dụng càng hiện đại thì hậu quả của chất lượng điện năng xấu (sụt áp, tần số không ổn định, xuất hiện hài bậc cao, gián đoạn cung cấp điện,...) càng trở nên nghiêm trọng [1]. Chất lượng điện năng kém có thể làm giảm hiệu suất của các thiết bị điện, gây thêm tổn thất công suất tác dụng và điện năng, gây ra các hiện tượng phát nóng, làm giảm tuổi thọ thiết bị, gây ra các vấn đề về sức khỏe người lao động,...

Một trong những phụ tải phổ biến nhất trong các hệ thống phân phối chính là các động cơ không đồng bộ (chiếm tới 45 - 50% công suất của các loại phụ tải). Các động cơ này có ưu điểm là cấu trúc đơn giản, dễ điều chỉnh tốc độ và công suất nên được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, do đặc tính hoạt động của thiết bị, các động cơ này gây ra nhiều vấn đề về chất lượng điện năng, tổn thất công suất tác dụng, đặc biệt là trong quá trình khởi động. Khi khởi động, rotor bị ngắn mạch, do đó dòng điện tăng rất cao và kéo theo đó là dao động điện áp. Khi rotor tăng tốc, dòng điện này sẽ giảm dần. Trong quá trình khởi động, điều chỉnh tốc độ, động cơ không đồng bộ tiêu thụ rất nhiều năng lượng [2-5].

Chất lượng điện áp là một trong hai chỉ tiêu chính liên quan đến chất lượng điện năng. Trong phần đầu của bài báo, tác giả sẽ trình bày ảnh hưởng của độ lớn điện áp đến sự hoạt động, đến sự tiêu thụ công suất của các động cơ điện [6, 7]. Các giải pháp nâng cao chất lượng điện áp đã và đang áp dụng cũng sẽ được trình bày. Trong phần cuối, tác giả đề xuất giải pháp nâng cao chất lượng điện áp bằng thiết bị bù trôn công suất phản kháng đặt phân tán điều khiển tập trung.

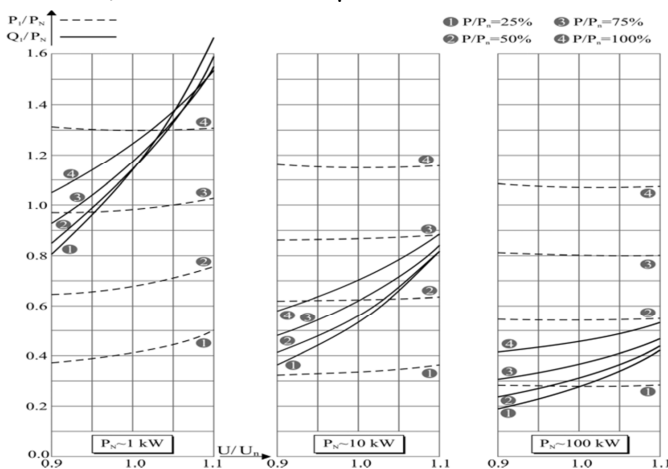
## 2. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ LỚN ĐIỆN ÁP ĐẾN ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Độ lớn điện áp có tác động và ảnh hưởng khác nhau đối với loại động cơ tải và mức tiêu thụ năng lượng điện, nó tùy thuộc vào chủng loại, công suất danh định và mức độ tải ( $p = P/P_{dm}$ ) của các động cơ. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh sự ảnh hưởng của độ lớn điện áp đến mức độ tiêu thụ năng lượng trong phần ứng của các động cơ, đặc biệt là các động cơ công suất nhỏ [7, 8]. Hình 1 biểu thị ảnh hưởng của độ lớn điện áp đến hiệu suất ( $\eta$ ) của các động cơ có công suất 10Hp và 100Hp với mức độ mang tải từ 50 - 100%.



Hình 1. Ảnh hưởng của giá trị điện áp đến hiệu suất của động cơ ứng với các mức độ tải khác nhau [9]

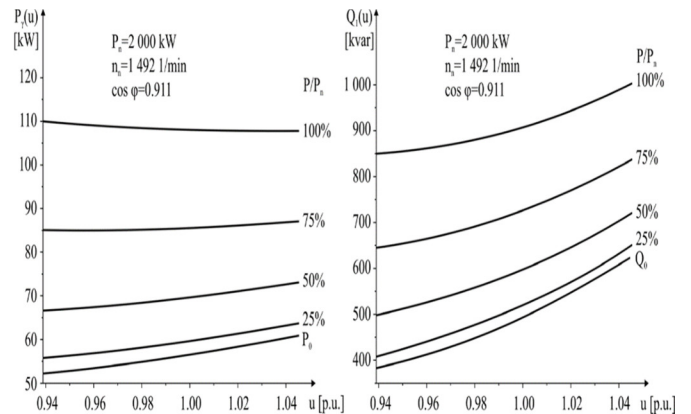
Một số kết quả nghiên cứu khác đã tính toán, phân tích được sự phụ thuộc của tổn thất công suất trong động cơ và phụ tải phản kháng vào giá trị điện áp [9]. Để xác định sự phụ thuộc của tổn thất điện năng trong động cơ vào điện áp, người ta thay đổi mức độ mang tải của động cơ từ không tải đến đầy tải. Sự phụ thuộc của công suất đầu vào ( $P_1/P_{1dm}$ ) và phụ tải phản kháng ( $Q_1/P_{1dm}$ ) vào giá trị điện áp tương đối ( $U/U_{dm}$ ) với hệ số mang tải lần lượt là 25%, 50%, 75% và 100% đối với những động cơ có công suất định mức 1kW, 10kW và 100kW được biểu diễn như trên hình 2.



Hình 2. Sự phụ thuộc của công suất đầu vào và phụ tải phản kháng vào điện áp [9]

Từ hình 2, ta thấy ảnh hưởng của điện áp đến phụ tải phản kháng và tổn thất công suất là rất lớn, đặc biệt là đối với các động cơ công suất nhỏ và hệ số mang tải thấp. Khả năng tiết kiệm năng lượng của các động cơ sẽ rất hiệu quả trong dải điện áp  $U_{dm} \pm 5\%$ , bởi vì hơn 80% động cơ, đặc biệt là các động cơ có công suất nhỏ và trung bình (1 - 30kW) làm việc ở hệ số tải là 70%.

Với các động cơ công suất lớn, ngoài ảnh hưởng đến hiệu suất và sự tiêu thụ công suất phản kháng như các động cơ công suất nhỏ thì độ lớn điện áp còn làm giảm hệ số công suất  $\cos\varphi$  [9]. Hình 3 biểu diễn sự phụ thuộc của tổn thất công suất phụ tải phản kháng và  $\cos\varphi$  vào độ lớn điện áp đối với các động cơ có công suất danh định 2MW với các hệ số mang tải lần lượt là 0%, 25%, 50%, 75% và 100%.



Hình 3. Sự phụ thuộc của công suất đầu vào và phụ tải phản kháng vào điện áp của động cơ 2MW [9]

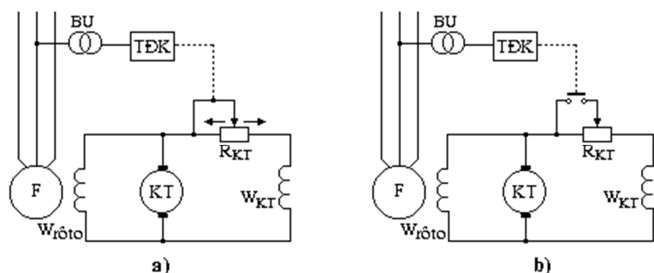
## 3. CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO GIÁ TRỊ ĐIỆN ÁP

Việc duy trì điện áp ổn định là một trong những biện pháp cơ bản để đảm bảo chất lượng điện năng của hệ thống điện. Điện áp tại các điểm nút trong hệ thống điện được duy trì ở một giá trị định trước nhờ có những phương thức vận hành hợp lý, chẳng hạn như tận dụng công suất phản kháng của các máy phát hoặc máy bù đồng bộ, ngăn ngừa quá tải tại các phần tử trong hệ thống điện, tăng và giảm tải hợp lý của những đường dây truyền tải, chọn tỷ số biến đổi thích hợp ở các máy biến áp,... Thông thường có năm phương pháp điều chỉnh điện áp chính như sau:

### 3.1. Điều chỉnh điện áp của máy phát điện

Thiết bị tự động điều chỉnh kích từ (TĐK) được sử dụng để duy trì điện áp theo một đặc tính định trước và để phân phối phụ tải phản kháng giữa các nguồn cung cấp trong tình trạng làm việc bình thường của hệ thống điện. Hình 4 biểu diễn phương pháp điều chỉnh điện áp tại đầu cực máy phát bằng cách thay đổi dòng kích từ.

Phương pháp này có ưu điểm là dễ điều chỉnh nhưng chỉ điều chỉnh được tại một điểm nút và khi thay đổi kích từ của máy phát điện, công suất phản kháng của nó cũng thay đổi theo. Vì vậy vấn đề điều chỉnh kích từ của máy phát có liên quan chặt chẽ với vấn đề điều chỉnh và phân phối công suất phản kháng trong hệ thống điện.

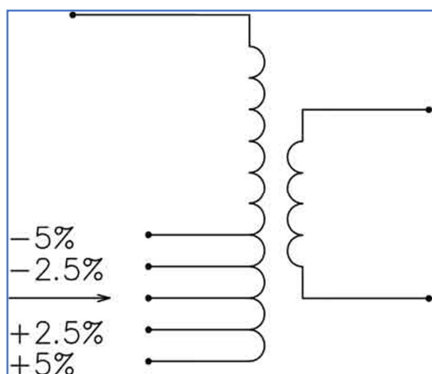


Hình 4. Thay đổi kích từ máy phát nhờ thay đổi  $R_{KT}$

### 3.2. Điều chỉnh tỉ số biến đổi của máy biến áp

Nguyên tắc điều chỉnh điện áp bằng cách thay đổi đầu phân áp của máy biến áp dựa trên nguyên lý làm việc của máy biến áp (nguyên lý Faraday). Việc thay đổi đầu phân áp có thể thực hiện thông qua các thiết bị tự động hoặc bằng tay.

Phương pháp tự động điều chỉnh đầu phân áp của máy biến áp rất phổ biến, đặc biệt là tại các máy biến áp từ 110kV trở lên vì hiệu quả cao, chi phí rẻ. Các thiết bị tự động điều chỉnh đầu phân áp thường là thiết bị cơ khí, có thể đặt phía bên trong máy biến áp hoặc đặt ở bên ngoài hoạt động độc lập. Do sử dụng các thiết bị cơ khí tốc độ phản ứng chậm. Đối với phụ tải điện ở phía hạ áp, cách tự động điều chỉnh đầu phân áp rất khó thực hiện vì dòng điện hồ quang sinh ra rất lớn, khiến máy biến áp nhanh bị hỏng. Do đó, phương pháp điều chỉnh điện áp bằng cách thay đổi đầu phân áp cũng gần như không có hiệu quả đối với các dây chuyền sản xuất.



Hình 5. Nguyên lý điều chỉnh đầu phân áp của máy biến áp

### 3.3. Điều chỉnh thông số của lưới điện

Việc điều chỉnh thông số của lưới điện có thể thực hiện bằng hai cách chính sau:

Xây dựng thêm các đường dây hoặc lắp đặt thêm máy biến áp để giảm điện trở, điện kháng, từ đó giảm sụt điện áp trên các thiết bị này. Tuy nhiên, phương án này rất khó thực hiện, phải đầu tư rất lớn.

Lắp thêm các thiết bị tụ điện bù dọc để giảm thông số điện kháng hệ thống. Tuy nhiên, tụ điện này phải chịu được dòng rất cao. Tác dụng của nó cũng hạn chế do chỉ thay đổi thông số điện kháng mà không thay đổi điện trở.

Với những nhược điểm như trên, việc thay đổi các thông số hệ thống cũng ít khi được sử dụng.

### 3.4. Sa thải phụ tải để phục hồi điện áp

Sa thải phụ tải là quá trình cắt phụ tải ra khỏi lưới điện khi có sự cố trong hệ thống điện hoặc khi có quá tải cục bộ ngắn hạn nhằm đảm bảo vận hành an toàn hệ thống điện, được thực hiện thông qua hệ thống tự động sa thải phụ tải hoặc lệnh điều độ. Tùy theo mục đích của sa thải phụ tải, người ta phân chia sa thải phụ tải thành 3 loại:

- Sa thải phụ tải theo tần số thấp;
- Cắt tải sự cố theo dòng điện hoặc công suất;
- Cắt tải sự cố theo điện áp thấp.

Nguyên lý chính của việc sa thải phụ tải là nhằm giảm bớt lượng công suất tác dụng và phản kháng truyền tải trên đường dây điện nhằm giảm bớt hiện tượng sụt áp tại các nút trên hệ thống điện. Tuy nhiên, việc sa thải phụ tải đồng nghĩa với việc các hộ tiêu thụ điện phải ngừng sản xuất, kinh doanh gây ra những thiệt hại lớn về mặt kinh tế cũng như ảnh hưởng tới tuổi thọ của các thiết bị điện. Do đó, việc sa thải phụ tải chỉ được thực hiện khi xảy ra những trường hợp khẩn cấp, ảnh hưởng tới an toàn của hệ thống điện. Cũng chỉ có những đơn vị điều độ hệ thống điện miền và Quốc gia được phép thực hiện việc sa thải phụ tải. Phương pháp này vì thế cũng không được sử dụng rộng rãi và cũng không thể sử dụng để nâng cao điện áp cục bộ cho các nhà máy sản xuất.

### 3.5. Điều chỉnh công suất phản kháng

Hiện tại, phương pháp điều chỉnh điện áp bằng cách sử dụng các thiết bị bù công suất phản kháng là phương pháp thông dụng và phổ biến nhất hiện nay. Nguyên lý của phương pháp này là điều chỉnh lượng công suất phản kháng hợp lý để giữ cho điện áp ổn định. Như đã phân tích ở trên, việc điều chỉnh công suất tác dụng của phụ tải điện cũng như điện trở, điện kháng rất khó thực hiện nên không thực sự phổ biến. Ngược lại việc điều chỉnh công suất phản kháng thường dễ dàng hơn rất nhiều so với điều chỉnh công suất tác dụng và thông số của hệ thống điện. Ngoài ra, thường thì giá trị điện kháng X của hệ thống điện cao hơn so với giá trị R khoảng 10 lần nên việc điều chỉnh công suất phản kháng sẽ đem lại hiệu quả rất cao. Không giống như công suất tác dụng, công suất phản kháng có thể mang giá trị âm (-) nên việc điều chỉnh điện áp khiến cho điện áp tăng cao hơn, khả năng điều chỉnh điện áp rộng hơn nên đem lại hiệu quả cao hơn. Ngoài ra việc bù công suất phản kháng chính xác và hợp lý sẽ giúp giảm đáng kể lượng tổn thất công suất tác dụng.

Trên thực tế, có rất nhiều phương pháp bù công suất phản kháng khác nhau và được chia thành 4 loại chính như sau:

- Sử dụng máy bù đồng bộ, thực chất là động cơ điện đồng bộ làm việc ở chế độ quá kích thích. Biện pháp này có thể điều chỉnh trơ công suất bù và công suất bù có thể điều chỉnh dương hoặc âm. Nhược điểm cơ bản là thiết bị cồng kềnh, ồn, chi phí bảo dưỡng, sửa chữa lớn, giá thành cao, tổn thất công suất lớn, hay hỏng hóc do sử dụng thiết bị quay

với vận tốc lớn, tốc độ điều khiển chậm.... Do những nhược điểm kể trên, phương án này rất ít được sử dụng;

- Sử dụng tụ điện với dung lượng bù cố định: Đây là phương pháp lắp đặt cứng tụ bù vào lưới điện là phương án có chi phí rất thấp. Tuy nhiên, do bản chất của các thiết bị điện là thường xuyên thay đổi công suất nên các thiết bị bù cứng thường không đảm bảo các yêu cầu về bù. Việc bù thừa công suất phản kháng thường xuyên xảy ra. Khi bù thừa công suất phản kháng, tổn thất công suất có thể tăng lên. Việc bù thừa còn gây ra hiện tượng điện áp tăng cao, gây hư hỏng thiết bị điện. Do không thể điều chỉnh được điện áp như mong muốn;

- Phương pháp bù tĩnh sử dụng thiết bị đóng cắt theo bậc. Đây là phương án có điều chỉnh công suất của thiết bị bù bằng cách đóng cắt các tụ điện khác nhau tùy theo yêu cầu của phụ tải điện. Ưu điểm của phương án này là thiết bị đơn giản, giá thành thấp và phần nào thỏa mãn của phụ tải điện. Vì những ưu điểm nêu trên, đây đang là phương án bù công suất phản kháng phổ biến nhất trên toàn thế giới. Tuy nhiên, phương pháp bù này cũng có khá nhiều nhược điểm như sau: tốc độ phản ứng rất chậm (thường là vài phút, do thiết bị tụ điện không được phép đóng vào lưới điện khi chưa xả hết điện áp), ngoài ra thiết bị không thể điều chỉnh trơn công suất phản kháng theo đúng yêu cầu của phụ tải. Do tốc độ phản ứng chậm, thiết bị này cũng không thể sử dụng để nâng điện áp;

- Phương pháp sử dụng các thiết bị điều chỉnh nhanh công suất phản kháng (SVC, STATCOM). Nguyên tắc làm việc của những thiết bị này là sử dụng các phần tử điện tử công suất để thay đổi nhanh công suất phản kháng của thiết bị. Những thiết bị này có phản ứng rất nhanh (khoảng 20 - 40ms), đảm bảo điều chỉnh gần như tức thời công suất - điện áp. Tuy nhiên, các thiết bị này thường có giá thành rất cao.

Qua những phân tích ở trên, có thể thấy phương pháp sử dụng các thiết bị điều chỉnh nhanh công suất phản kháng là biện pháp mang lại hiệu quả cao trong việc điều chỉnh điện áp. Tuy nhiên, trên thực tế, trong các nhà máy, xí nghiệp, phụ tải điện thường bao gồm nhiều phụ tải nhỏ, nằm phân tán rải rác tại các phân xưởng khác nhau. Các thiết bị này thường được kết nối tới điểm phân phối chính của nhà máy thông qua các hệ thống dây cáp điện ba pha. Trên các đường dây này thường diễn ra hiện tượng suy giảm điện áp và tổn thất làm nóng các dây cáp điện. Các thiết bị điều khiển điện áp kiểu tập trung sẽ không thể làm giảm tổn thất trên hệ thống dây cáp phân phối này và rất khó để tính toán chuẩn xác điện áp cần thiết tại từng phụ tải điện. Vì vậy cần phải có hệ thống điều khiển dòng công suất phản kháng phù hợp.

#### 4. HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP PHÂN TÁN ĐIỀU KHIỂN TẬP TRUNG

##### 4.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống

Bù công suất phản kháng gần như là một giải pháp bắt buộc, được hầu hết các nhà máy, xí nghiệp sử dụng trong

việc nâng cao chất lượng điện năng, đáp ứng quy trình vận hành hệ thống điện. Tuy nhiên, với công nghệ ngày càng phát triển, hiệu quả của các dây chuyền sản xuất ngày càng cải thiện nhưng cũng rất "nhạy cảm" với những thay đổi nhỏ của các thông số trên của lưới điện. Điều này chứng tỏ năng suất, chất lượng, độ tin cậy phụ thuộc rất lớn vào chất lượng điện năng. Bên cạnh đó, để nâng cao hiệu quả tiết kiệm năng lượng thì cần sử dụng các thiết bị bù công nghệ mới [10], xác định vị trí tối ưu đặt thiết bị bù và giải pháp giám sát, vận hành hệ thống tủ bù. Trong khuôn khổ của bài báo này, tác giả chỉ trình bày đề xuất hệ thống điều chỉnh điện áp điều khiển tập trung cho hệ thống tủ bù đặt phân tán. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống được thể hiện như hình 6.

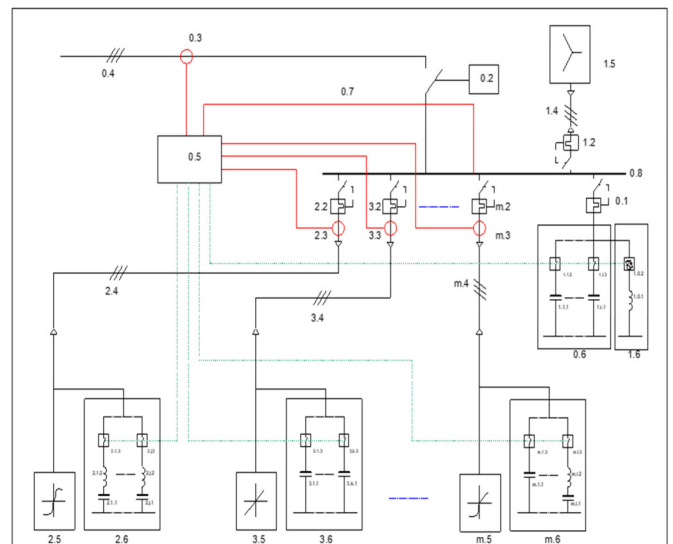
Cấu trúc hệ thống điều chỉnh điện áp kiểu phân tán điều khiển tập trung bao gồm:

- Bộ điều khiển Control: Bộ điều khiển gồm nhiều hệ thống đo lường công suất tại từng nhánh thông qua các tín hiệu dòng điện và điện áp. Tại đây sẽ tiến hành tính toán quá trình điều chỉnh điện áp thông qua việc kết hợp thay đổi công suất của các thiết bị ngoại vi và trung tâm;

- Thiết bị cuộn kháng trung tâm 1.6: thực chất là thiết bị dạng Thyristor Control Reactor. Thông qua việc thay đổi góc mở của TCR kết hợp với đóng/ngắt các thiết bị ngoại vi giúp cho công suất của thiết bị được điều chỉnh trơn;

- Thiết bị bù công suất phản kháng trung tâm 0.6: nhằm mục đích bổ sung công suất cần thiết cho hệ thống điều chỉnh điện áp hoặc thay thế một thiết bị ngoại vi nào đó gặp sự cố;

- Các thiết bị ngoại vi 2.6, 3.6, m.6 là những thiết bị dạng tụ điện hoặc nhánh lọc sóng hài đóng cắt theo bậc đặt tại các hệ thống phụ tải phân tán 2.5, 3.5, m.5.



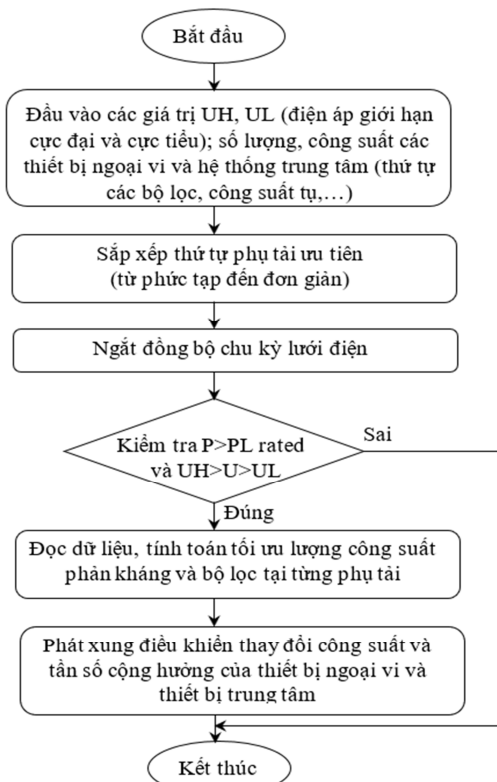
Hình 6. Hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung

##### 4.2. Nguyên tắc làm việc và thuật toán của hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung

Bộ điều khiển trung tâm sẽ tiến hành tính toán lượng công suất cần bù tại từng nhánh phụ tải. Sau khi tính toán

lượng công suất bù, sẽ tiến hành kết hợp điều chỉnh công suất của thiết bị ngoại vi kết hợp với điều chỉnh góc mở của cuộn kháng trung tâm. Khi tiến hành đóng một nhánh của thiết bị phân tán thì kết hợp thay đổi vị trí góc mở  $\alpha$  của cuộn kháng về vị trí  $\alpha_{min}$  (tại vị trí này công suất của cuộn kháng là lớn nhất và bằng công suất của nhánh cần đóng, do đó công suất tổng của thiết bị bằng không). Sau đó tiến hành điều chỉnh góc mở cho tới khi đạt được công suất tối ưu mong muốn (do bộ điều khiển tính toán). Nếu khi góc mở  $\alpha$  đạt giá trị lớn nhất  $\alpha_{max}$  mà vẫn chưa đủ công suất thì tiến hành đóng các nhánh tiếp theo tương tự. Việc điều chỉnh công suất tại các thiết bị ngoại vi có thể thực hiện theo hệ số công suất, điện áp hoặc công suất phản kháng.

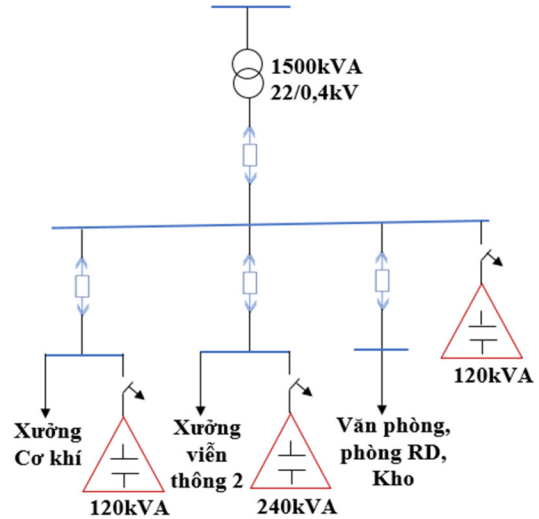
Hình 7 biểu diễn sơ đồ thuật toán của hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán điều khiển

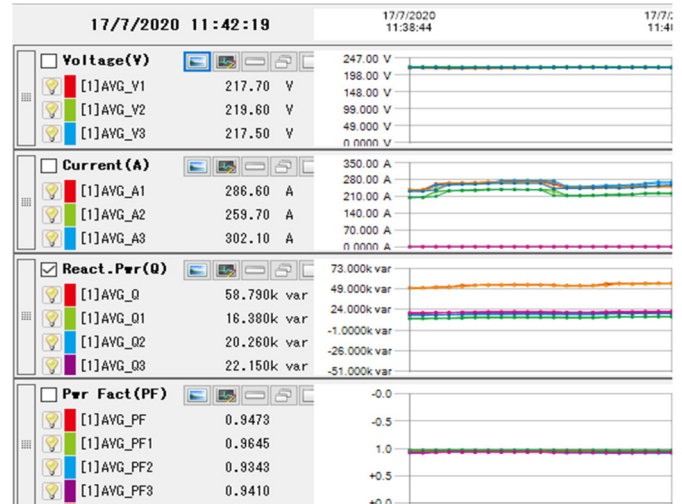
### 4.3. Kết quả thử nghiệm hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung

Sau nhiều lần cải tiến, hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung đã được lắp đặt thử nghiệm tại một số địa điểm như: Nhà máy sản xuất kính an toàn Hải Long, nhà máy sản xuất inox Hoàng Vũ, nhà máy dệt Kim Hoa, nhà máy sản xuất gang cầu Thiên Phát, nhà máy thông tin M1 trực thuộc tập đoàn Viettel,... Trong giới hạn khuôn khổ của bài báo này, tác giả đưa ra và phân tích một số kết quả đạt được tại nhà máy thông tin M1 - Viettel. Vị trí lắp đặt thử nghiệm hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán trong nhà máy được tính toán và bố trí như trên hình 8. Hệ thống điều khiển được bố trí tại tủ bù nằm trên hệ thống thanh cái chính của trạm biến áp.

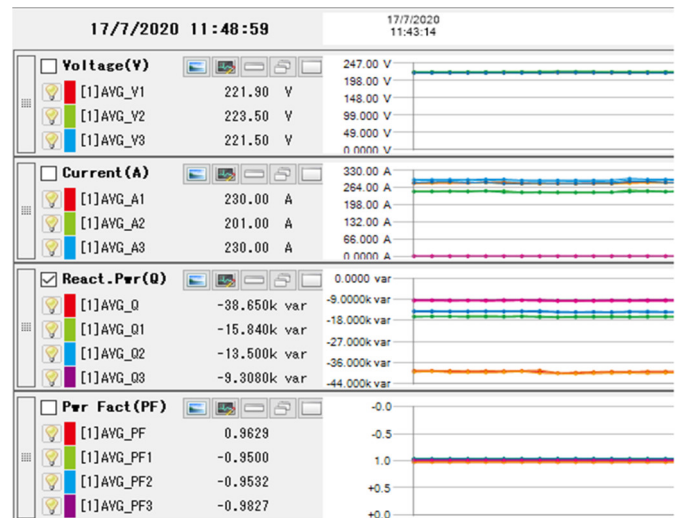


Hình 8. Vị trí lắp đặt các tủ bù

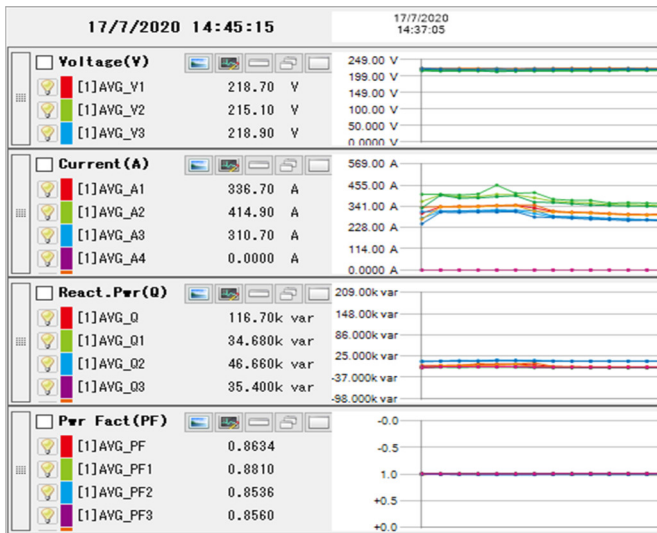
Hình 9 - 11 là các kết quả đo đạc một số thông số chính của hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung được sử dụng tại nhà máy thông tin M1 - Viettel.



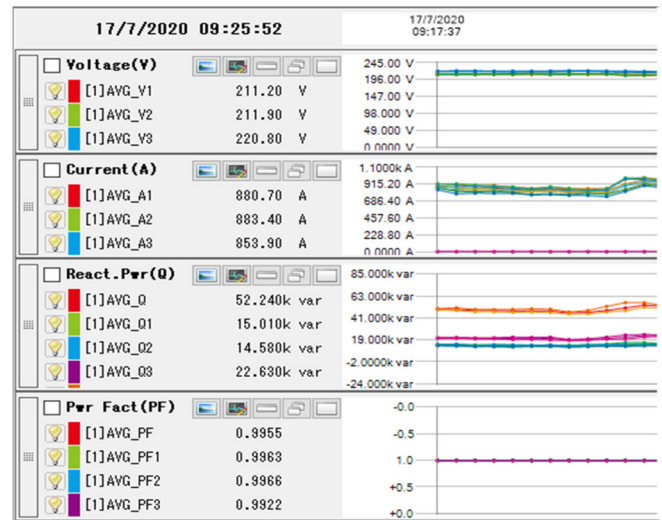
Hình 9a. Phòng RD trước khi đặt thiết bị bù



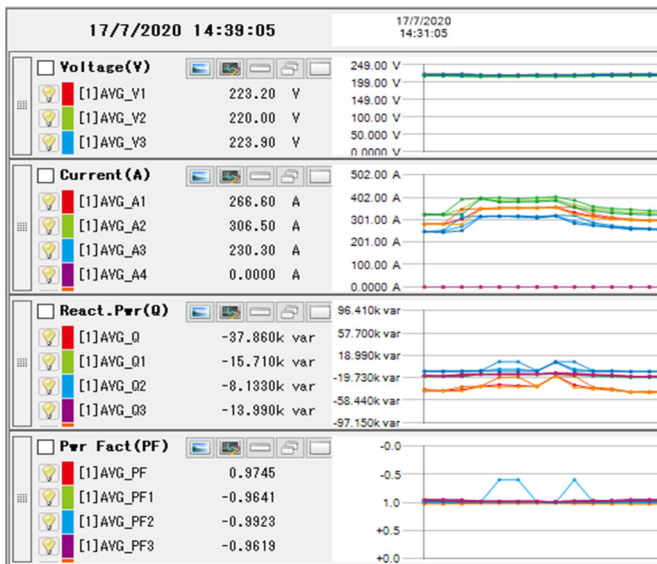
Hình 9b. Phòng RD sau khi đặt thiết bị bù



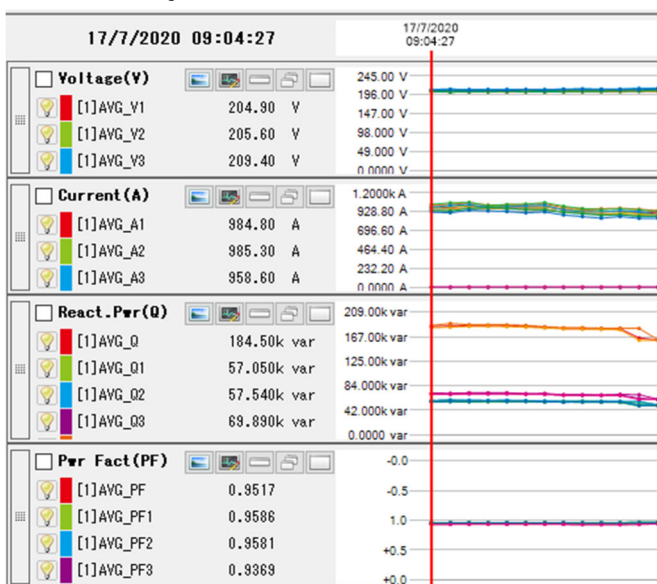
Hình 10a. Xưởng cơ khí trước khi đặt thiết bị bù



Hình 11b. Xưởng viễn thông 2 sau khi đặt thiết bị bù



Hình 10b. Xưởng cơ khí sau khi đặt thiết bị bù



Hình 11a. Xưởng viễn thông 2 trước khi đặt thiết bị bù

Hiệu quả của hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung tại nhà máy thông tin M1 - Viettel được đánh giá như bảng 1.

Bảng 1. Bảng so sánh chất lượng điện năng trước và sau khi lắp đặt hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung tại nhà máy thông tin M1 – Viettel

Vị trí lắp đặt	Chỉ tiêu đánh giá					
	Trước khi lắp đặt			Sau khi lắp đặt		
	U (V)	Q (kVar)	cosφ	U (V)	Q (kVar)	cosφ
Phòng RD	217	59,8	0,95	222	-38,65	0,96
Xưởng cơ khí	210	116,7	0,86	223	-37,86	0,97
Xưởng viễn thông 2	205	184,5	0,95	211	52,2	0,99

Từ bảng 1 ta thấy, trước khi lắp đặt hệ thống điều chỉnh điện áp phân tán điều khiển tập trung, giá trị điện áp tại các vị trí khảo sát thấp hơn nhiều so với điện áp định mức và lượng tiêu thụ công suất phản kháng lớn. Sau khi lắp đặt, giá trị điện áp được nâng cao lên đáng kể kéo theo sự tiêu thụ công suất phản kháng cũng giảm xuống. Điều này không những làm cho hiệu suất làm việc của các dây chuyển sản xuất tăng lên, đặc biệt là các động cơ điện mà còn làm cho tổn thất điện năng giảm xuống.

### 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 chất lượng điện năng còn thấp nên 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 đặt phân tán tại các nút phụ tải nhằm nâng cao chất lượng điện áp, khả năng tiết kiệm điện của thiết bị mang lại rất

hiệu quả lớn. Ngoài ra, hiệu suất của các nhà máy cũng được cải thiện. Có thể nói, đây là một giải pháp mang lại hiệu quả cao cả về mặt kinh tế và kỹ thuật trong các nhà máy ở Việt Nam.

Bên cạnh đó, trong quá trình đo đạc, khảo sát, chất lượng điện năng trong các nhà máy còn gặp một số vấn đề khác như sóng hài bậc cao, dao động điện áp,... Với thiết bị bù đang sử dụng, hoàn toàn có thể tích hợp thêm các tính năng này để tối ưu hoá về mặt thiết bị cũng như về hiệu quả tiết kiệm năng lượng. Do vậy cần phải tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện sản phẩm.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tran Dinh Long, 2014. *Sơ tay tra cứu chất lượng điện năng*. Vietnam Electrical Engineering Association.
- [2]. J.C. Das, 1990. *Effects of Momentary Voltage Dips on the Operation of Induction and Synchronous Motors*. IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 26, No. 4, pp. 711-718.
- [3]. C.Y. Lee, 1999. *Effects of Unbalanced Voltage on the Operation Performance of a Three-phase Induction Motor*. IEEE Trans. on Energy Conversion, vol. 14, no. 2, pp. 202-208.
- [4]. M.H.J. Bollen, 2000. *Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, Series on Power Engineering*. New York: IEEE Press.
- [5]. C. Sankaran, 2002. *Power Quality*. CRC.
- [6]. A. Bonnet, 1999. *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, pp. 16- 26.
- [7]. T. D. Nguyen, N. Q. Dinh, A. T. Bui, 2020. *Voltage quality improvement for induction motor in power system*, (in Vietnamese). EPU Journal of Science and Technology for Energy, vol. 22, pp. 48-55.
- [8]. M. Kostic, 2012. *Induction Motors - Modelling And Control*. UK-Intech.
- [9]. Y. Zhang, A. Srivastava, 2021. *Voltage Control Strategy for Energy Storage System in Sustainable Distribution System Operation*. Journal Energies, vol.14, pp. 2-12.
- [10]. Bui Anh Tuan, 2021. *Solutions to improve energy efficient use on low voltage grids with a new generation reactive power compensation device*. TNU Journal of Science and Technology 226(16), pp.107-115.

---

#### AUTHOR INFORMATION

**Bui Anh Tuan**

Hanoi Industrial Textile Garment University