

CÔNG THƯƠNG

TẠP CHÍ CÔNG THƯƠNG - CƠ QUAN THÔNG TIN LÝ LUẬN CỦA BỘ CÔNG THƯƠNG
INDUSTRY AND TRADE MAGAZINE ISSN: 0866-7756

**KHOA HỌC
& CÔNG NGHỆ**

**ỨNG DỤNG AI
VÀO SẢN XUẤT TẠI VIỆT NAM:
CƠ HỘI, THÁCH THỨC
VÀ SỰ SẴN SÀNG
CHUYỂN MÌNH**



CHUYÊN SAN KH&CN (Số 02 - 2025)

TRONG SỐ NÀY

ISSN: 0866-7756 CHUYÊN SAN KH&CN (Số 02 - 2025)



HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

Bà Nguyễn Thị Lâm Giang

Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo,

Chuyển đổi xanh và Khuyến công

THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG

TS. Đào Duy Anh

ThS. Đặng Hải Dũng

ThS. Trần Minh

TS. Nguyễn Việt Tấn

TS. Dương Xuân Diêu

ThS. Đào Xuân Diệp

TS. Kiều Nguyễn Việt Hà

TS. Đàm Hải Nam

TS. Đỗ Hồng Nga

ThS. Cù Huy Quang

TS. Đặng Tất Thành

TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Đặng Thị Ngọc Thu

ĐT: 0968.939 668

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Ngô Thị Diệu Thúy

ĐT: 0903.223 096

Nhà báo Phạm Thị Lệ Nhung

ĐT: 0912.093 191

TÒA SOẠN

Tầng 8, số 655 Phạm Văn Đồng,

Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

ĐT: 0243. 2088856 - 0936.131861

Email: tapchicongthuong.moit@gmail.com

Giấy phép hoạt động báo chí số:

196/GP-BTTTT cấp ngày 05/6/2023

In tại: Công ty CP Đầu tư và Hợp tác quốc tế

TIN TỨC - SỰ KIỆN

- Ứng dụng AI vào sản xuất tại Việt Nam: Cơ hội, thách thức và sự sẵn sàng chuyển mình
- Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong quản trị doanh nghiệp: Từ xu thế đến hành động chiến lược
- Lựa chọn chiến lược trong kỷ nguyên AI: Những lĩnh vực doanh nghiệp Việt nên ưu tiên ứng dụng

NGHIÊN CỨU & TRIỂN KHAI

- Ứng dụng công nghệ vi sóng kết hợp enzyme protease trích ly protein từ vi tảo *chlorella vulgaris*
- Tầm quan trọng của việc kiểm soát độc tố nấm mốc T-2 và HT-2 trong các sản phẩm từ ngũ cốc và những điểm mới trong Dự thảo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 8-1:2025/BYT tại Việt Nam
- Quy định về ô nhiễm độc tố vi nấm đối với sản phẩm thực phẩm thuộc phạm vi quản lý ngành Công Thương
- Tổng quan những nhận định ban đầu về lợi ích sức khỏe của peptide và một vài phương pháp chiết xuất peptide chức năng từ vi tảo
- Ứng dụng axit amin trong lĩnh vực dinh dưỡng và thực phẩm
- Thực trạng sản xuất măng vót (*Schizostachyum aciculare*) tại các huyện miền núi tỉnh Quảng Ngãi
- Nâng cao hiệu quả xử lý màu nước thải sản xuất giấy bao bì công nghiệp bằng kỹ thuật oxy hóa xúc tác kết hợp fenton/ozone ở quy mô phòng thí nghiệm
- Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trồng và số lá thu hoạch đến năng suất, chất lượng nguyên liệu của dòng thuốc lá 2031 tại Lạng Sơn trong vụ xuân 2024
- Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng trong khai thác mỏ lộ thiên
- Nghiên cứu giải pháp nâng cao chất lượng điện năng trong khai thác mỏ hầm lò
- Tiềm năng lưu trữ CO₂ tại một số lỗ dầu khí, đề xuất ý tưởng về vị trí khu vực triển khai dự án CCS ở Việt Nam
- Khả năng sinh trưởng và phát triển của một số giống dưa cao trong thời kỳ kiến thiết cơ bản tại đảo Phú Quốc
- Đánh giá hiệu quả kinh tế của vườn dừa lấy dầu tại tỉnh Tiền Giang và Bến Tre

DOANH NGHIỆP VỚI KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

- Rạng Đông đi đầu trong chuyển đổi kép: Số và Xanh
- Tăng tốc đổi mới, THACO INDUSTRIES nâng tầm chuỗi giá trị "All-in-one" bằng R&D
- Vinatoba: Đồng bộ chuyển đổi số - Thúc đẩy hiệu quả trong toàn hệ thống

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

- Trung Quốc tăng tốc tự động hóa cảng biển: AI trở thành "bộ não" điều phối siêu cảng
- Text2Robot – Hệ thống AI mở đường cho chế tạo robot từ mô tả ngôn ngữ tự nhiên

VĂN BẢN MỚI

- Thành lập Ban Chỉ đạo thúc đẩy khoa học, công nghệ và chuyển đổi số quốc gia
- Quốc hội thông qua cơ chế đặc thù, mở lối cho đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN NĂNG TRONG KHAI THÁC MỎ HẦM LÒ

TRỊNH QUYẾT THẮNG, ĐÀO THỊ THỦY, NGUYỄN THỊ BÍCH HẬU, HỒ VIỆT BUN

TÓM TẮT:

Đặc điểm của khai thác mỏ hầm lò là thiết bị máy móc có công suất lớn, mạng điện có xuất tuyến hình tia, bán kính cấp điện xa và môi trường làm việc khắc nghiệt. Hiệu quả trong khai thác mỏ hầm lò phụ thuộc nhiều vào hiệu quả làm việc của các thiết bị cơ điện. Điện năng là nguồn năng lượng đầu vào cho các thiết bị điện, máy móc làm việc, khi nguồn điện đầu vào có chất lượng kém gây ra cho các thiết bị làm việc có hiệu quả kém, thiết bị nóng hơn gây nên các hư hỏng. Việc cải thiện chất lượng điện năng để nâng cao hiệu quả hoạt động của các thiết bị trong khai thác mỏ là công việc quan trọng. Nội dung bài báo đi phân tích về chất lượng điện năng từ đó đề xuất giải pháp để nâng cao chất lượng điện năng trong khai thác mỏ, trong bài báo sử dụng phương pháp phân tích lý thuyết, mô phỏng. Kết quả trong bài báo có thể là giải pháp hữu ích để triển khai áp dụng thực tế trong khai thác mỏ.

Từ khóa: Chất lượng điện năng, khai thác mỏ, D-Stacom

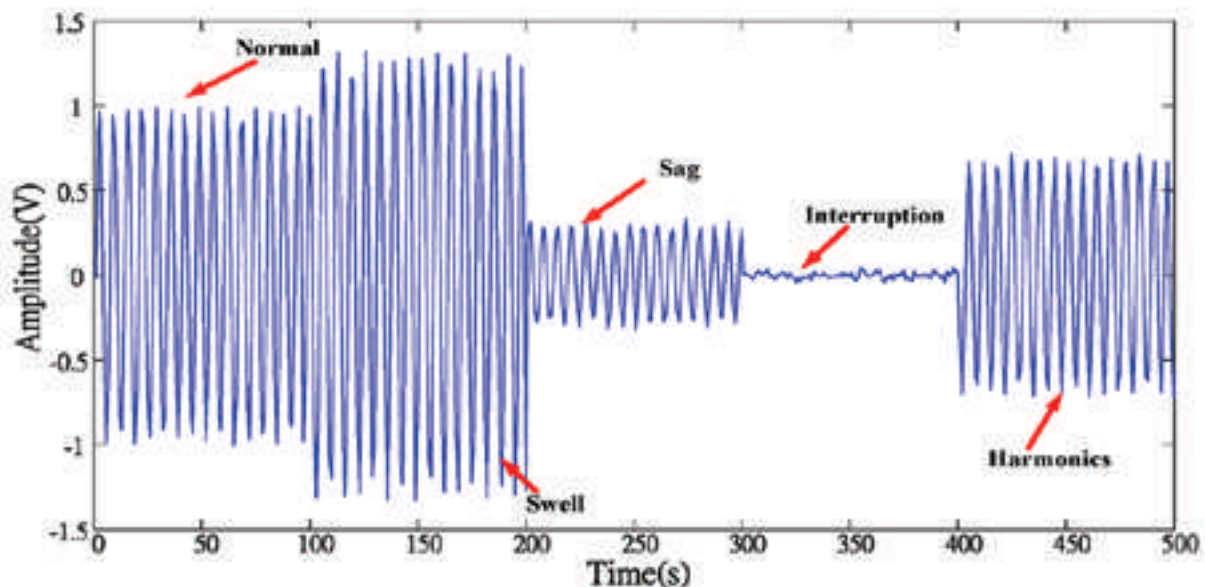
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khai thác mỏ là lĩnh vực công nghiệp trọng yếu trong nền kinh tế Việt Nam, là một trong những lĩnh vực sử dụng nhiều điện năng nhất trong hệ thống điện. Đặc điểm của khai thác mỏ hầm lò là thiết bị máy móc có công suất lớn, mạng điện có xuất tuyến hình tia, bán kính cấp điện xa và môi trường làm việc khắc nghiệt. Do đó nguồn điện trong khai thác mỏ luôn bị ảnh hưởng bởi nhiều các yếu tố khác nhau như khởi động động cơ, sụt áp của lưới điện, quá áp của nguồn điện cấp... những vi phạm về chất lượng điện

năng trong khai thác mỏ được đưa ra trên hình 1 [1].

Hiệu quả trong khai thác mỏ hầm lò phụ thuộc nhiều vào hiệu quả làm việc của các thiết bị điện. Điện năng là nguồn năng lượng đầu vào cho các thiết bị điện, máy móc làm việc, khi nguồn điện đầu vào có chất lượng kém gây ra cho các thiết bị làm việc có hiệu quả kém, thiết bị nóng hơn gây nên các hư hỏng gây nên gián đoạn về cung cấp điện cũng như làm việc của máy móc thiết bị làm giảm năng suất trong khai thác mỏ [4] [5].

Ngày nay, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của vật liệu



Hình 1. Các vấn đề của chất lượng điện năng của mạng điện mỏ hầm lò

bán dẫn, kỹ thuật điện tử, đo lường điều khiển nhiều giải pháp hiện đại được triển khai áp dụng trong đó có việc sử dụng các thiết bị FACTS là các thiết bị bù có điều khiển dùng thyristor mang lại hiệu quả cao trong việc nâng cao ổn định chất lượng điện áp của hệ thống điện Nội dung bài báo đi phân tích về chất lượng điện năng từ đó đề xuất giải pháp để nâng cao chất lượng điện năng trong khai thác mỏ, trong bài báo sử dụng phương pháp phân tích lý thuyết, mô phỏng.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Chất lượng điện năng của mạng điện mỏ

Chất lượng điện năng của mạng điện mỏ được đánh giá bởi nhiều các chỉ tiêu kỹ thuật. Về cơ bản chất lượng điện năng của mạng điện mỏ liên quan chính tới chất lượng điện áp và được đánh giá bởi các chỉ số như sau [2]:

- Độ lệch điện áp: trong chế độ vận hành bình thường điện áp vận hành cho phép tại điểm đầu nối được phép dao động so với điện áp danh định là $\pm 05\%$.

- Cân bằng pha: trong chế độ làm việc bình thường, thành phần thứ tự nghịch của điện áp pha không vượt quá 05% .

- Tổng độ biến dạng sóng hài điện áp (THD): là tỷ lệ giữa giá trị hiệu dụng của sóng hài điện áp với giá trị hiệu dụng của điện áp bậc cơ bản không vượt quá $6,5\%$.

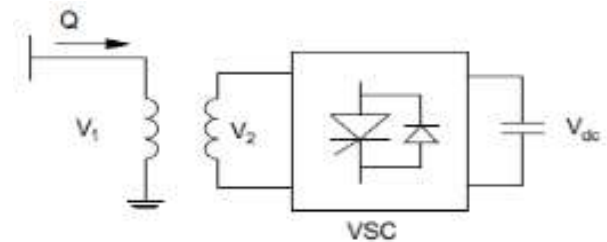
- Nhấp nháy điện áp: sự cố lỗi lôm điện áp được định nghĩa là hiện tượng điện áp hiệu dụng bị suy giảm trong khoảng $10\%-90\%$ hay vượt quá 110% so với điện áp định mức trong khoảng thời gian ngắn, từ một nửa chu kỳ điện áp lưới cho đến một phút.

Khi tăng công suất mỏ thì mức độ cơ giới hóa trong khai thác ngày một tăng, ngoài ra trong quá trình làm việc liên tục xảy ra quá trình khởi động và dừng các động cơ điện nhất là các động cơ có công suất lớn làm xuất hiện hiện tượng nhấp nháy điện áp trong mạng điện mỏ. Ngày nay trong mạng điện mỏ sử dụng nhiều các thiết bị điện tử công suất và các phụ tải phi tuyến (như biến tần, khởi động mềm, trạm nạp...) để hỗ trợ quá trình làm việc của máy móc. Việc trang bị này làm cho điện áp trong mạng điện bị méo không còn sin dẫn tới mức độ sóng hài (THD) vượt quá chỉ tiêu cho phép điều này làm tăng tổn thất, tăng phát nóng của thiết bị điện, cáp điện cũng như gây ra tác động nhầm lẫn của thiết bị đo lường, điều khiển và bảo vệ nhất là rơle bảo vệ rò điện trong mạng điện mỏ.

Như vậy ngày nay khi khai thác mỏ ngày càng xuống sâu, công suất mỏ ngày một lớn, mức độ cơ giới hóa, điện khí hóa ngày càng tăng làm cho các chỉ tiêu về nhấp nháy điện áp cũng như mức độ không sin (THD) của điện áp trong mạng điện ngày một tăng cao. Những nguyên nhân này làm tăng tổn hao, đáng chú ý cách điện gây hỏng thiết bị và gây tác động nhầm lẫn đối với các thiết bị đo lường, điều khiển và bảo vệ làm giảm hiệu quả sử dụng điện năng của mạng điện mỏ. Để nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng của mạng điện mỏ cần thiết phải có biện pháp để cải thiện các chỉ tiêu về nhấp nháy điện áp và mức độ không sin của điện áp.

2.2. Giải pháp cải thiện chất lượng điện năng của mạng điện mỏ

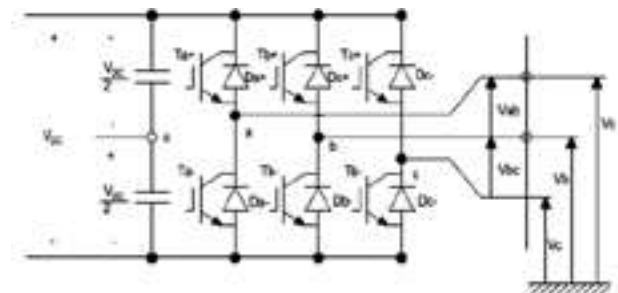
Để cải thiện chất lượng điện năng trong khai thác mỏ thì việc sử dụng thiết bị FACTS là các thiết bị bù có điều khiển dùng thyristor mang lại hiệu quả cao. Trong đó STATCOM một trong các thiết bị FACTS là thiết bị chuyển đổi nguồn điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều để bù công suất phản kháng (CSPK) cho hệ thống điện (HTĐ), cấu trúc cơ bản của STATCOM được thể hiện trong hình 2 [3].



Hình 2. Cấu trúc cơ bản của STATCOM

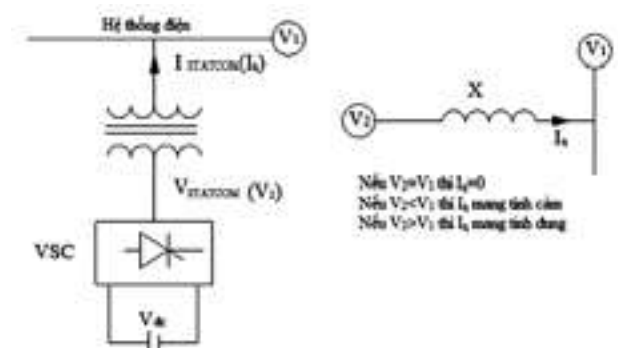
VSC - bộ biến đổi nguồn điện áp ba pha ; V_{dc} - điện áp nguồn một chiều

VSC sử dụng các linh kiện điện tử công suất (GTO, IGBT hoặc IGCT) để điều chế điện áp xoay chiều ba pha V_2 từ nguồn một chiều theo nguyên tắc điều chế độ rộng xung PWM, cấu trúc của VSC cho trên hình 3 [6],[7].



Hình 3. Cấu trúc của VSC ba pha sử dụng IGBT

Nguyên lý hoạt động của STATCOM, đó là việc thay đổi công suất tác dụng và công suất phản kháng được thực hiện bằng bộ VSC nối bên thứ cấp của máy biến áp để từ đó thay đổi điện áp của hệ thống V_1 và điện áp V_2 được tạo ra bởi VSC.



Hình 4. Nguyên lý hoạt động cơ bản STATCOM

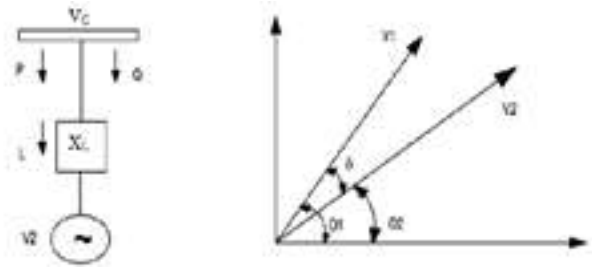
Trong chế độ hoạt động ổn định điện áp phát ra bởi STATCOM (V_2) là cùng pha với V_1 ($\delta = 0$), do đó chỉ có công

suất phản kháng truyền tải. Bằng cách điều khiển điện áp V_2 tạo ra bởi VSC cùng pha với điện áp V_1 của hệ thống nhưng có biên độ lớn hơn khiến dòng phản kháng (I_q) chạy từ STATCOM vào hệ thống, lúc này dòng điện I_q hoạt động như một điện dung cung cấp công suất phản kháng đến hệ thống, qua đó nâng cao điện áp hệ thống lên.

Ngược lại, nếu điện áp V_2 tạo ra bởi VSC có biên độ thấp hơn điện áp V_1 của hệ thống khiến dòng phản kháng (I_q) chạy từ hệ thống vào STATCOM, lúc này dòng điện I_q hoạt động như một điện cảm tiêu thụ công suất phản kháng từ hệ thống, qua đó hạn chế quá điện áp trên lưới điện. Nếu điện áp V_2 tạo ra bởi VSC và điện áp hệ thống V_1 bằng nhau thì không có trao đổi công suất phản kháng. Hình 5 là sơ đồ nguyên lý trao đổi CSPK và công suất tác dụng (CSTD) giữa bộ bù và lưới.

Ta có công suất tác dụng và công suất phản kháng trao đổi giữa hai nguồn V_1 (lưới) và V_2 (bộ bù):

$$P = \frac{V_1 V_2 \sin \delta}{X_L}; Q = \frac{V_1}{X_L} (V_1 - V_2 \cos \delta) \quad (1)$$



Hình 5. Nguyên lý bù của bộ bù tích cực

trong đó: V_1, θ_1 - Điện áp lưới cần điều chỉnh và góc lệch pha;

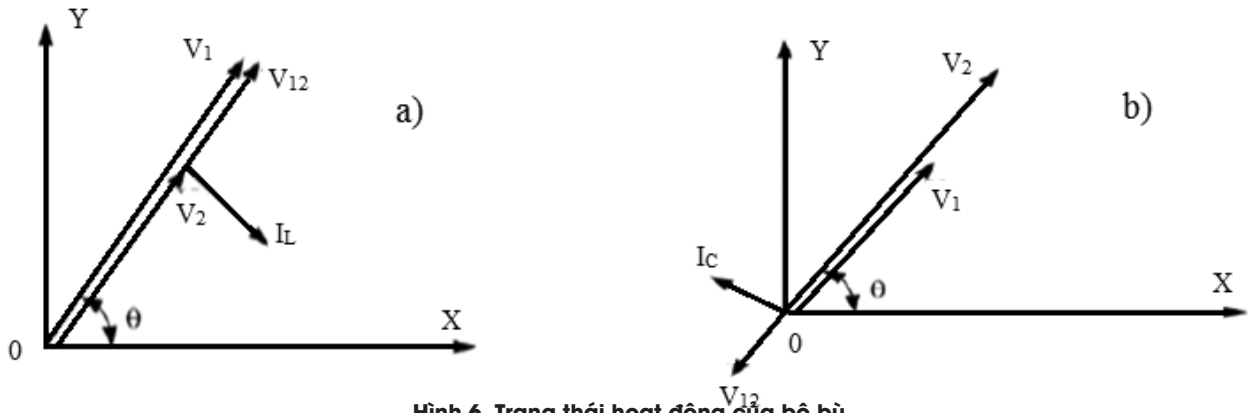
V_2, θ_2 - Điện áp tạo ra bởi VSC và góc lệch pha;

X_L - Điện kháng kết nối giữa lưới và bộ bù;

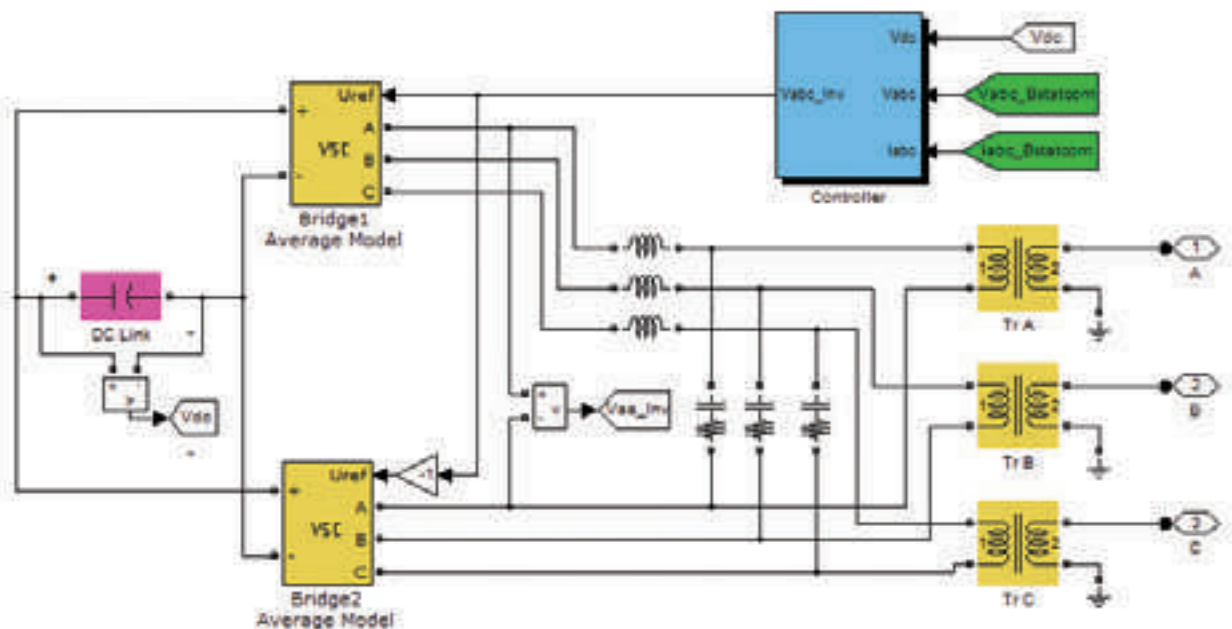
δ - Góc lệch pha giữa điện áp lưới và điện áp bộ bù.

Trong chế độ hoạt động chỉ bù công suất phản kháng thì $\delta = 0$, do đó từ (1) ta có:

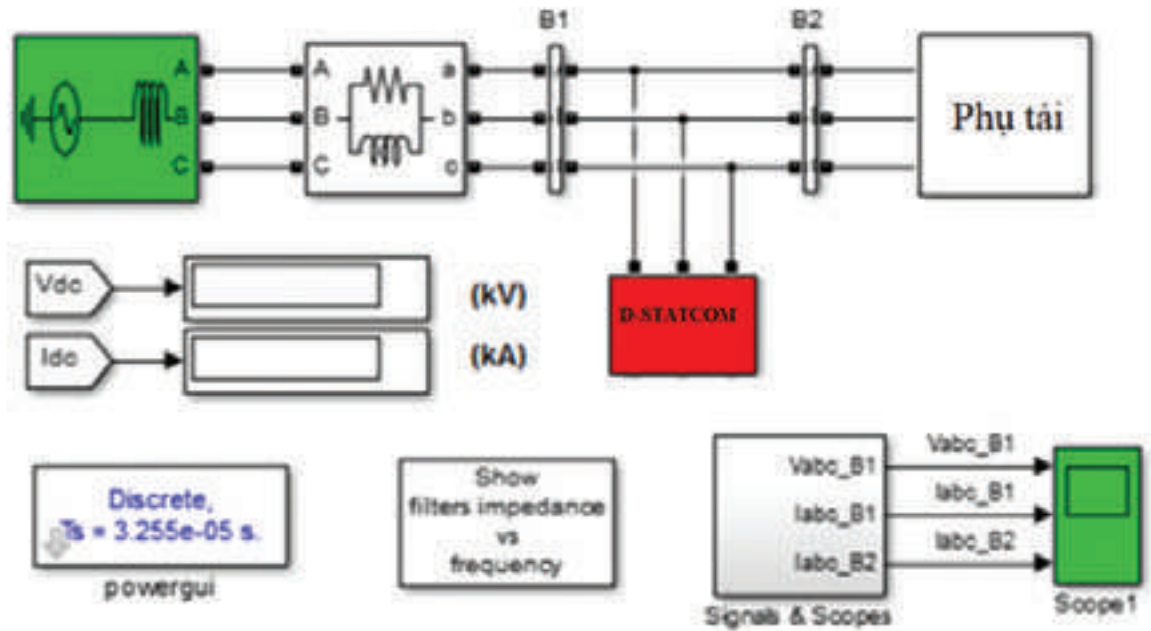
$$P = 0; Q = \frac{V_1}{X_L} (V_1 - V_2 \cos \delta) \quad (2)$$



Hình 6. Trạng thái hoạt động của bộ bù
a - trạng thái hấp thụ CSPK; b - trạng thái phát CSPK



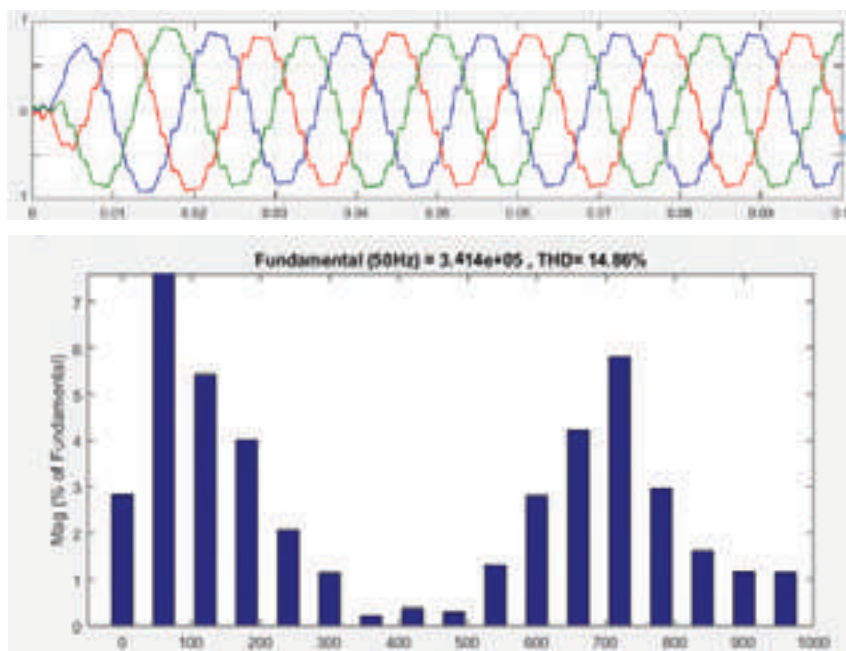
Hình 7. Cấu trúc sơ đồ khối của STATCOM



Hình 8. Sơ đồ mô phỏng đánh giá chất lượng điện năng

Từ (2) thấy rằng Q tỉ lệ với hai điện áp ($V_1 - V_2$). Khi $V_1 = V_2$ thì $Q = 0$ bộ bù không phát ra hay hấp thụ CSPK. Khi $V_1 > V_2$ thì $Q > 0$ tồn tại thành phần điện áp V_{12} tương ứng dòng cảm kháng I_L chậm sau V_1, V_2 một góc 90° , lưới sẽ truyền CSPK vào bộ bù (STATCOM hấp thụ CSPK). Khi $V_1 < V_2$ thì $Q < 0$ tồn tại thành phần điện áp V_{12} tương ứng dòng điện dung I_C vượt trước V_1, V_2 một góc bằng 90° bộ bù phát CSPK lên lưới điện.

Từ phân tích trên ta thấy rằng khi thay đổi biên độ điện áp đầu ra của bộ bù trong khi giữ góc lệch $\delta = 0$ ta có thể điều khiển dòng CSPK trao đổi giữa lưới và bộ bù từ đó điều khiển được điện áp của hệ thống. Cấu trúc sơ đồ khối của STATCOM được cho trên hình 6.



Hình 9. Chất lượng điện năng khi không sử dụng D-STATCOM

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Dựa vào mạch tương đương của Statcom được thể hiện trong hình 7, Tiến hành xây dựng mô phỏng với thông số mạng điện mở hầm lò phân xưởng Khe Tam của Công ty than Dương Huy trên hình 8

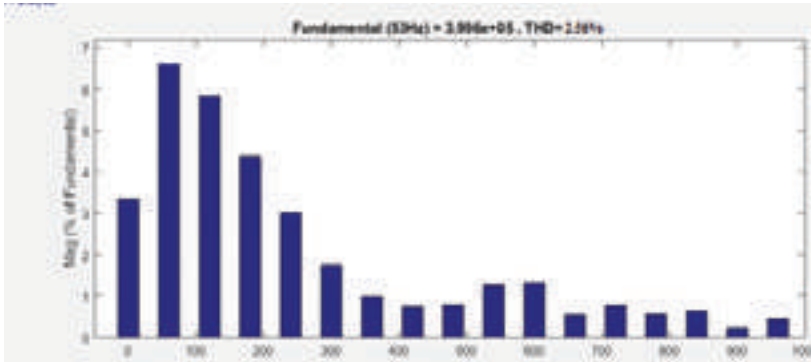
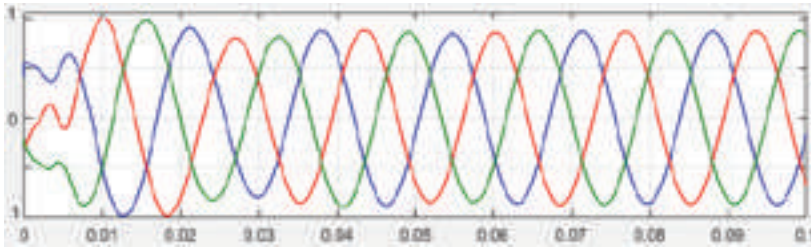
Kết quả phân tích chất lượng điện năng trong hai trường hợp khi không sử dụng và khi có sử dụng thiết bị D-STATCOM để cải thiện chất lượng điện năng của lưới điện. Kết quả thu được đưa ra trên hình 9 và hình 10.

Từ kết quả đo ở trên hình 9 cho thấy, tổng độ méo sóng hài điện áp $THD = 14.86\%$ vượt quá tiêu chuẩn cho phép 5% . Điều này ảnh hưởng lớn đến sự làm việc bình thường và tuổi thọ của các thiết bị điện.

Kết luận: Kết quả mô hình hóa và mô phỏng thấy rằng khi sử dụng bộ D-STATCOM để cải thiện nâng cao chất lượng điện năng thì điện áp của lưới điện sin hơn, ít dao động hơn, đặc biệt mức độ sóng hài THD còn lại $2,56\%$ so với $14,86\%$ khi không sử dụng thiết bị D-STATCOM.

4. KẾT LUẬN

Khai thác mỏ là lĩnh vực công nghiệp trọng yếu trong nền kinh tế Việt Nam, là một trong những lĩnh



Hình 10. Chất lượng điện năng khi sử dụng D-STATCOM

Ngày nhận bài: 17/02/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 28/3/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 8/4/2025

Phản biện: TS. Lê Anh Tuấn - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Thông tin tác giả:

TRINH QUYẾT THẮNG¹, ĐÀO THỊ THỦY², NGUYỄN THỊ BÍCH HẬU², HỒ VIỆT BUN²

¹ Trường Cao đẳng Kinh tế Công nghiệp Hà Nội

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Như Ý (2019). Nghiên cứu để xuất giải pháp giảm dao động điện áp trong mạng điện mỏ. Tạp chí Công nghiệp mỏ, số 5.
2. Thông tư số 39/2015/TT-BCT ngày 18 tháng 11 năm 2015 của Bộ Công Thương Quy định hệ thống điện phân phối.
3. Hồ Khắc Lộc, Thiết bị FACTS trong hệ thống điện, 126tr-2013.
4. Do Nhu Y, Ngo Xuan Cuong (2021). Influence of Harmonics on the Working Efficiency of a 6/1.2 kV Transformer in a Pit Mine. Inzynieria Mineralna.
5. В. И. Кочкин, Ю. Г. Шакарян, Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах, 311с-2011.
6. Yong Hua Song ; Allan T. Johns, Flexible AC Transmission Systems (FACTS), 610tr-1999.
7. Enrique Acha, Claudio R. Fuerte-Esquivel, Hugo Ambriz-Pe' rez, Ce' sar Angeles-Camacho. FACTS Modelling and Simulation in Power Networks.

SOLUTIONS TO IMPROVE POWER QUALITY IN UNDERGROUND MINING

TRINH QUYẾT THẮNG¹, ĐÀO THỊ THỦY², NGUYỄN THỊ BÍCH HẬU², HỒ VIỆT BUN²

¹ Hanoi College of Industrial Economics

² Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

The characteristics of underground mining include high-power machinery, a radial power distribution network, long power supply distances, and a harsh working environment. The efficiency of underground mining operations largely depends on the performance of electromechanical equipment. Electrical energy is the primary input for electrical devices and machinery; when the input power quality is poor, it reduces the efficiency of equipment, causes overheating, and leads to failures. Improving power quality to enhance the performance of mining equipment is a crucial task. This paper analyzes power quality issues and proposes solutions to improve power quality in mining operations using theoretical analysis and simulation methods. The results presented in this paper could serve as a useful solution for practical implementation in mining activities.

Keywords: Power quality, mining, D-STATCOM.

vực sử dụng nhiều điện năng nhất trong hệ thống điện. Đặc điểm của khai thác mỏ hầm lò là thiết bị máy móc có công suất lớn, mạng điện có xuất tuyến hình tia, bán kính cấp điện xa và môi trường làm việc khắc nghiệt làm cho các chỉ tiêu về chất lượng điện năng bị vi phạm. Những nguyên nhân này tăng tổn hao, đáng thùng cách điện gây hỏng thiết bị và gây tác động nhầm lẫn đối với các thiết bị đo lường, điều khiển và bảo vệ làm giảm hiệu quả sử dụng điện năng của mạng điện mỏ.

Giải pháp đưa ra nhận thấy rằng việc sử dụng D-STATCOM đã làm cải thiện chất mức độ nhấp nháy điện áp mà mức độ không sin của mạng điện mỏ qua đó nâng cao chất lượng điện áp và hiệu quả sử dụng điện năng trong khai thác mỏ ❖