



ẢNH HƯỞNG CỦA THIẾT BỊ BIẾN TẦN ĐẾN DÒNG ĐIỆN RÒ TRONG MẠNG ĐIỆN MỎ HẦM LÒ

Đỗ Như Ý

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 04/9/2023

Ngày nhận bài sửa: 18/11/2023

Ngày chấp nhận đăng: 23/12/2023

Tác giả liên hệ:

Email: donhuy@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Biến tần là thiết bị sử dụng phổ biến trong khai thác mỏ hiện nay, trong tương lai khi khai thác mỏ có công suất ngày càng lớn, độ sâu khai thác ngày càng tăng để nâng cao hiệu quả cung cấp điện thì các xí nghiệp mỏ có thể chuyển sang sử dụng trạm biến tần. Việc sử dụng các thiết bị này trong mạng điện mỏ ngoài thành phần dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz còn xuất hiện thêm các thành phần dòng điện xoay chiều tần số khác 50 Hz và thành phần dòng điện một chiều DC. Sự xuất hiện các thành phần dòng điện này gây ra sự tác động nhằm lẫn của role bảo vệ rò điện. Nội dung của bài báo nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của thiết bị biến tần đến dòng điện rò trong mạng điện mỏ. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để tính toán lựa chọn thiết bị bảo vệ rò điện nhằm mục đích nâng cao công tác an toàn trong khai thác mỏ hầm lò.

Từ khóa: dòng điện rò, biến tần, mạng điện mỏ

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sử dụng các thiết bị bảo vệ rò điện để đảm bảo an toàn điện và an toàn phòng chống cháy nổ do dòng điện là yêu cầu bắt buộc trong khai thác mỏ hầm lò. Trong khai thác mỏ hầm lò ở Việt Nam đang sử dụng các thiết bị bảo vệ rò điện được tính toán thiết kế để làm việc trong mạng điện xoay chiều tần số 50 Hz [1].

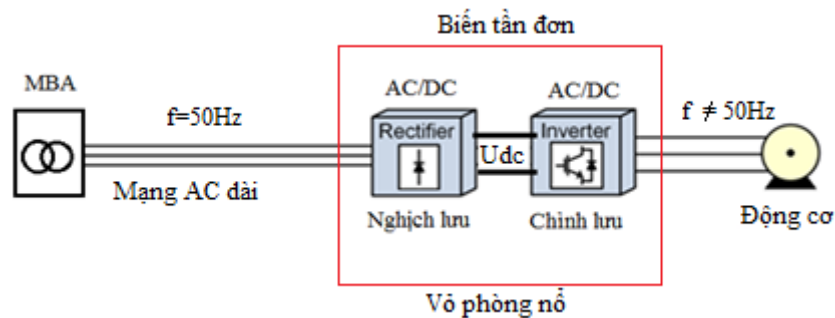
Hiện nay, trong khai thác mỏ sử dụng nhiều thiết bị điện tử công suất trong đó có biến tần để nâng cao hiệu quả làm việc của máy móc. Ngoài ra, theo kết quả nghiên cứu của [2] chỉ ra rằng, trong tương lai khi công suất mỏ tăng, độ sâu khai thác lớn để đảm bảo và nâng cao hiệu quả cung cấp điện thì các xí nghiệp mỏ có thể chuyển sang sử dụng trạm biến tần. Trạm biến tần là thiết bị có một khâu chỉnh lưu (AC/DC) đặt gần biến áp phòng nổ nhưng lại có nhiều khâu nghịch lưu (DC/AC) đặt gần máy công tác để điều khiển nhiều động cơ cùng hoạt động [2].

Việc sử dụng các thiết bị biến tần đơn hay trạm biến tần ngoài gây ra các vấn đề về sóng hài, tăng tổn hao trên thiết bị, v.v.. còn gây ra nhiều các yếu tố khác làm ảnh hưởng dẫn tới tác động nhằm lẫn của các thiết bị bảo vệ rò điện trong mạng điện gây nên mất an toàn trong khai thác mỏ.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Ảnh hưởng của thiết bị biến tần trong mạng điện mỏ

Biến tần đơn gián tiếp là loại biến tần được sử dụng nhiều nhất và phổ biến nhất trong khai thác mỏ hiện nay. Biến tần đơn gián tiếp có cấu tạo gồm một khâu chỉnh lưu (AC/DC) và một khâu nghịch lưu (DC/AC) để điều khiển cho một động cơ làm việc, hai khâu chỉnh lưu và nghịch lưu này được liên kết với nhau bằng mạch DC. Tất cả các bộ phận này được đưa vào trong vỏ phòng nổ, cấu tạo trung của loại biến tần này như Hình 1 [4].



Hình 1. Biến tần đơn loại gián tiếp

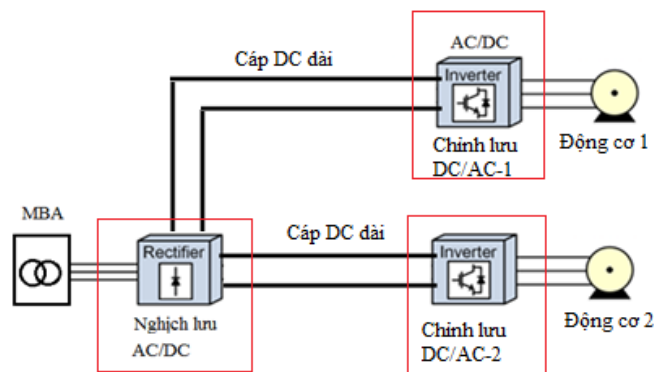
Việc sử dụng biến tần đơn có nhiều ưu điểm như mang lại nhiều hiệu quả trong vận hành, tiết kiệm điện năng, tăng tuổi thọ cho thiết bị. Tuy nhiên, việc sử dụng biến tần đơn cũng mang lại một số nhược điểm như: trong mạng điện ngoài thành phần dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz trước biến tần còn phát sinh thành phần dòng điện có tần số (0÷m) Hz khác 50 Hz sau biến tần và thành phần dòng điện một chiều (DC) trong mạng mạch liên kết DC giữa khâu chỉnh lưu (AC/DC) và khâu nghịch lưu (DC/AC).

Với các biến tần đơn mạch điện (DC) có khoảng cách rất ngắn thường là mạch in nằm trên board mạch và nằm trong vỏ phòng nổ của biến tần nên thường ít xảy ra tình trạng rò điện ở đoạn mạch DC này. Chủ yếu thường phát sinh các vấn đề rò điện trong phần mạng điện xoay chiều tần số 50 Hz trước biến tần và mạng điện xoay chiều tần

số khác 50 Hz sau biến tần. Do sự xuất hiện của các thành phần dòng điện tần số khác 50 Hz sau biến tần cũng như việc tạo ra sóng hài làm ảnh hưởng gây tác động nhằm cho thiết bị bảo vệ rò điện được thiết kế làm việc đối với mạng điện có tần số 50 Hz như hiện nay.

2.2. Trạm biến tần trong mạng điện mỏ

Trong tương lai, khi khai thác mỏ ngày càng xuống sâu, mức độ cơ giới hóa ngày một tăng, công suất mỏ ngày một lớn. Để đảm bảo đủ nguồn cung cấp điện trong khai thác thì điện áp sử dụng trong khai thác mỏ hầm lò không chỉ là 1140 V mà còn phải nâng lên thành 3 kV để cung cấp điện cho các máy móc thiết bị phục vụ khai thác mỏ. Khi đó biến tần dùng trong khai thác mỏ không chỉ là các biến tần đơn lẻ mà sẽ chuyển thành sử dụng trạm biến tần, cấu trúc như trên Hình 2 [4, 5].



Hình 2. Trạm biến tần

Trạm biến tần là một dạng của biến tần với kết cấu có một khâu chỉnh lưu (AC/DC) đặt gần trạm biến áp phòng nổ và nhiều khâu nghịch lưu (DC/AC) đặt sát các máy công tác để cung cấp điện và điều khiển cho nhiều động cơ hoạt động khác nhau. Các khâu chỉnh lưu (AC/DC) và các

nghịch lưu (DC/AC) được đặt trong vỏ phòng nổ riêng biệt và được liên kết với nhau bằng cáp điện một chiều DC dài (gọi là truyền tải điện DC). Sự khác biệt giữa sử dụng trạm biến tần so với sử dụng biến tần đơn là:



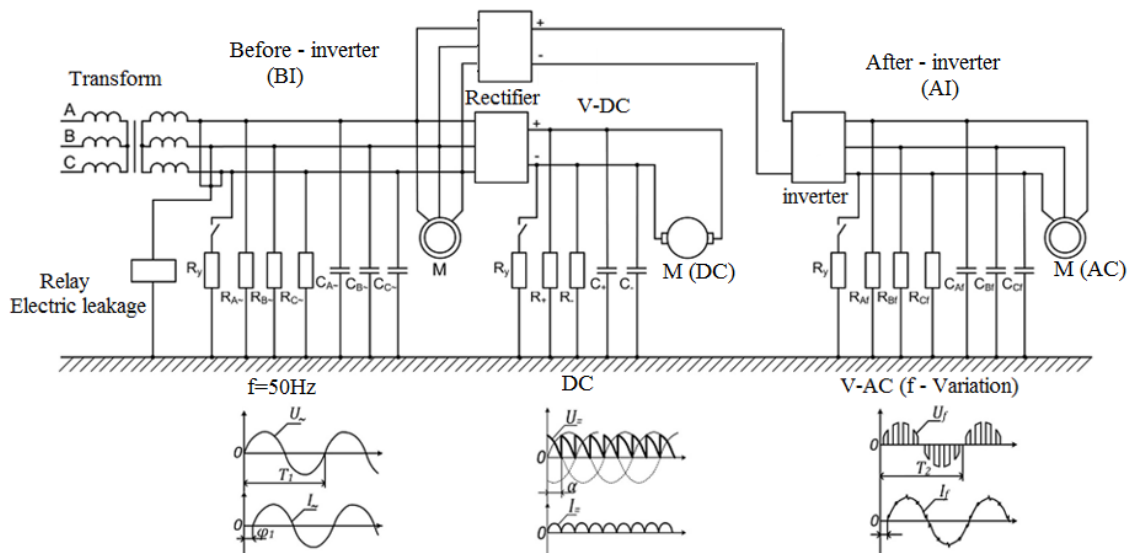
- Trạm biến tần có nhiều khâu nghịch lưu (DC/AC) để điều khiển nhiều động cơ hoạt động, trong khi đó biến tần đơn chỉ có một khâu nghịch lưu để điều khiển cho một động cơ;

- Trạm biến tần có các khâu chỉnh lưu (AC/DC) và các nghịch lưu (DC/AC) được đặt trong vỏ phòng nổ riêng biệt và được liên kết với nhau bằng cáp điện một chiều DC dài so với khi sử dụng biến tần đơn thì tất cả các bộ phận này được đưa vào chung một vỏ phòng nổ và mạch điện một chiều DC rất ngắn đặt trên board. Nghĩa là khi sử dụng trạm biến tần đã thay đổi các đoạn cáp truyền tải điện AC trong mạng mỏ thành các đoạn cáp truyền tải điện DC.

Việc sử dụng trạm biến tần có nhiều lợi ích so với khi sử dụng biến tần đơn như: tăng chất lượng điện năng, giảm phát sinh nhiễu sóng hài, giảm nhấp nháy điện áp trong quá trình chuyển mạch,

giảm chi phí mua cáp điện, giảm phát nóng của động cơ và cáp điện....ngoài ra trạm biến tần cũng có thể cung cấp điện một chiều DC cho các thiết bị phụ tải động cơ một chiều [6].

Tuy nhiên, việc sử dụng trạm biến tần xuất hiện vấn đề là mạng điện liên kết một chiều DC dài dẫn tới xác suất phát sinh rò điện từ mạng cáp DC này là rất lớn. Như vậy khi sử dụng các trạm biến tần ngoài việc phát sinh thành phần dòng điện tần số khác 50 Hz sau biến tần còn xuất hiện thêm thành phần dòng điện một chiều DC so với khi sử dụng biến tần đơn (Hình 3). Do sự xuất hiện của các thành phần dòng điện tần số khác 50 Hz sau biến tần và thành phần dòng điện một chiều DC làm ảnh hưởng gây tác động nhằm cho thiết bị bảo vệ rò điện được thiết kế làm việc đối với mạng điện có tần số 50 Hz như hiện nay.



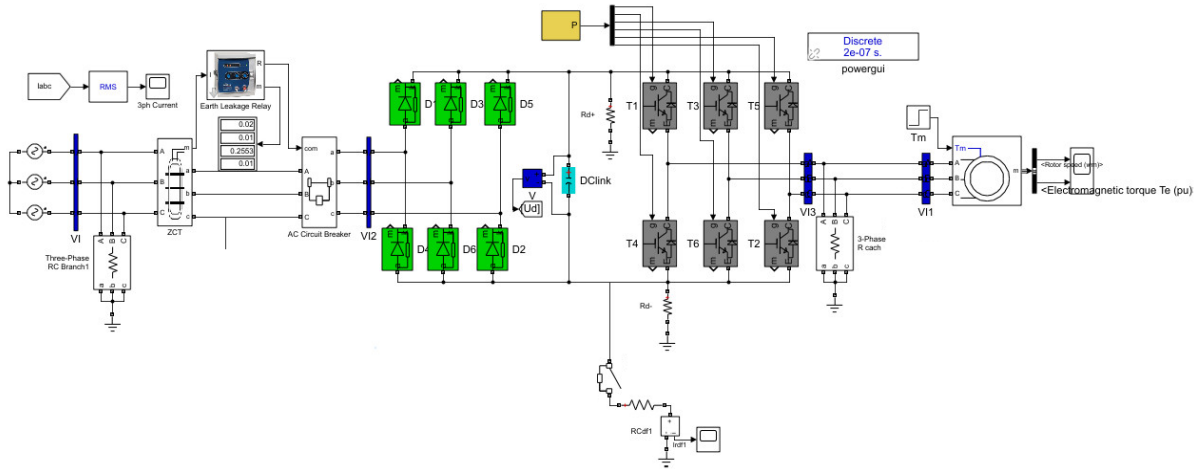
Hình 3. Mô hình tổng quát phân tích dòng điện trong mạng điện mỏ sử dụng biến tần

Như vậy thấy rằng, trong trường hợp tổng quát khi phân tích ảnh hưởng của thiết bị biến tần tới dòng điện rò trong mạng điện mỏ phải kể tới trường hợp sử dụng trạm biến tần khi đó sẽ xuất hiện các thành phần dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz trước biến tần, thành phần dòng điện xoay chiều tần số khác 50 Hz sau biến tần và thành phần dòng điện một chiều DC. Việc xuất hiện các thành phần dòng điện này dẫn tới ảnh hưởng đến các thiết bị bảo vệ rò điện đang được thiết kế làm việc

với lưới điện có tần số 50 Hz hiện nay trong khai thác mỏ.

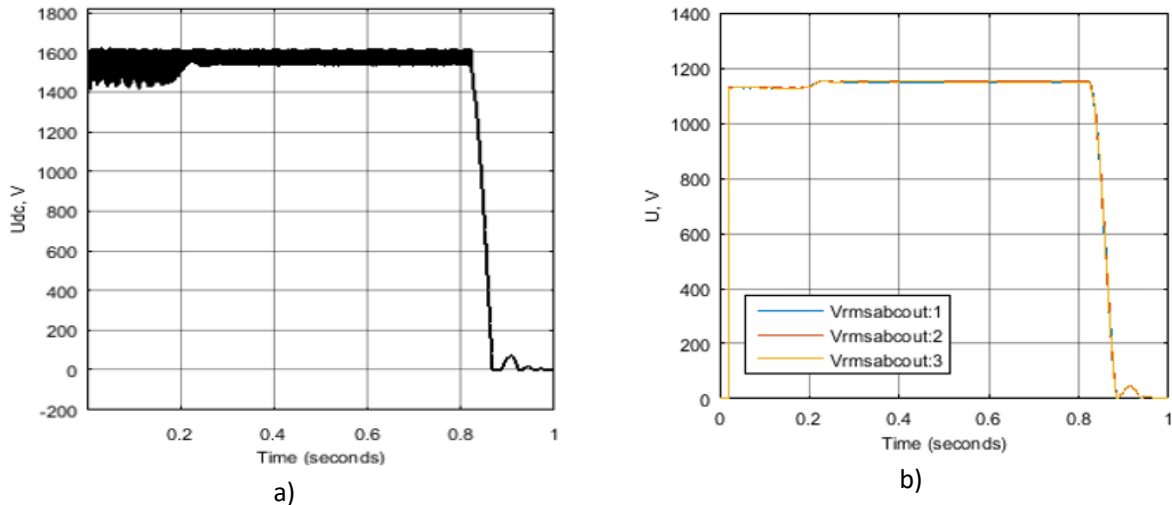
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô hình mô phỏng nghiên cứu tổng quát mạng điện mỏ hầm lò sử dụng biến tần trên phần mềm Matlab-simulink như Hình 4, trong đó mạch điện một chiều DC dài có điện trở cách điện dây dương và dây âm bằng nhau $R_+ = R_- = 300 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, điện trở cách điện phía mạng xoay chiều $R = 150 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, điện áp xoay chiều tần số 50 Hz, điện áp của mạng $U = 1140 \text{ V}$.

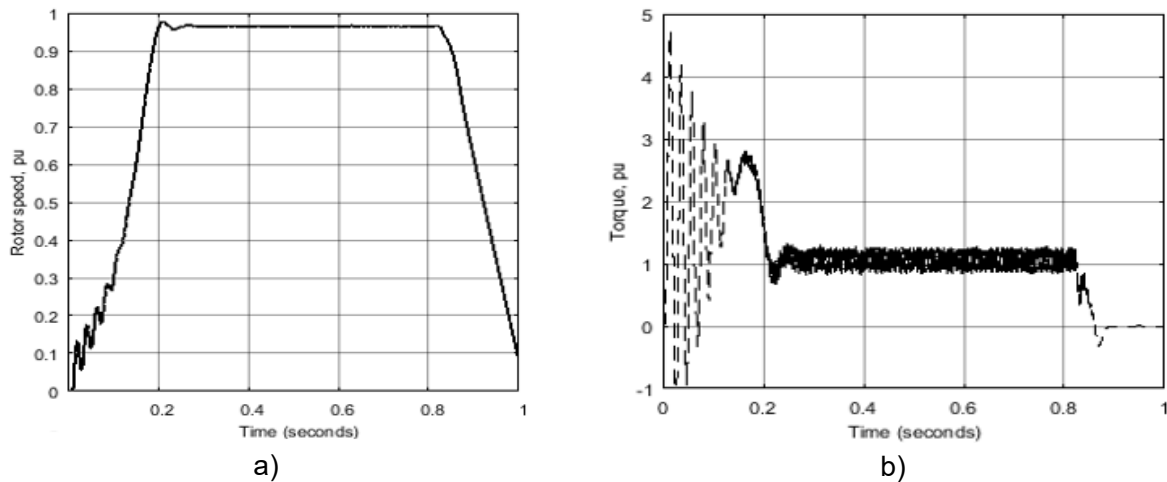


Hình 4. Mô hình mô phỏng mạng điện mở sử dụng biến tần

Kịch bản nghiên cứu trên mô hình mô phỏng là đưa điện áp nguồn 1140 V vào mạng điện, sau khoảng thời gian làm việc xảy ra tình trạng rò điện ở phần mạng điện một chiều DC (điện trở rò $R_{r0}=1 \text{ k}\Omega$) khi đó sẽ khảo sát tình trạng làm việc của mạng điện. Kết quả nghiên cứu đưa ra trên các Hình 5, 6 và 7.

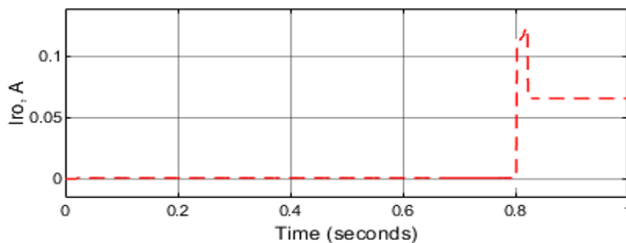


Hình 5. Điện áp một chiều DC (a) và điện áp trên cực động cơ (b)



Hình 6. Tốc độ (a) và mômen (b) của động cơ

Kết quả trên Hình 5 chỉ ra rằng điện áp một chiều DC sau khâu chỉnh lưu (Hình 5a) và điện áp đặt trên cực động cơ (Hình 5b) bị dao động trong một khoảng thời gian 0,2 s sau đó cơ bản ổn định. Khi xảy ra rò điện tại thời điểm 0,8 s rơle bảo vệ rò tác động làm cho điện áp một chiều DC và điện áp đặt trên cực động cơ về không sau một số chu kỳ dao động. Kết quả trên Hình 6 chỉ ra tốc độ và mômen làm việc của động cơ, động cơ khởi động tốt và làm việc ổn định sau 0,2 s. Khi xảy ra rò điện tại thời điểm 0,8 s rơle bảo vệ rò điện tác động làm động cơ bắt đầu dừng hoạt động



Hình 7. Dòng điện rò qua điện trở rò 1k Ω

Kết quả Hình 7 chỉ ra dòng điện rò qua điện trở rò 1 k Ω phía mạng cấp điện một chiều DC. Từ kết quả mô phỏng nhận thấy rằng giá trị dòng điện rò ổn định vào khoảng $I_{rodM} = 65$ mA, tuy nhiên tại thời

điểm bắt đầu xảy ra rò điện $t=0,8$ s thì xuất hiện dòng điện rò xung kích, giá trị của dòng điện rò xung kích này vào khoảng $I_{roxk}=130$ mA. Như vậy thấy rằng dòng điện rò xung kích có giá trị bằng khoảng 2 lần giá trị dòng điện rò ổn định, điều này có thể gây ra các tác động nhầm lẫn đối với thiết bị bảo vệ rò điện trong mạng điện mỏ.

4. KẾT LUẬN

Hiện nay và trong tương lai khi khai thác mỏ có công suất ngày càng lớn, độ sâu khai thác ngày càng tăng để nâng cao hiệu quả cung cấp điện thì các xí nghiệp mỏ có thể chuyển sang sử dụng trạm biến tần. Việc sử dụng các thiết bị này trong mạng điện mỏ ngoài thành phần dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz còn xuất hiện thêm các thành phần dòng điện xoay chiều tần số khác 50 Hz và thành phần dòng điện một chiều DC. Kết quả nghiên cứu trong bài báo chỉ ra rằng khi xảy ra suy giảm cách điện ở phần mạng DC thì sẽ xuất hiện dòng điện rò xung có giá trị gấp khoảng 2 lần giá trị dòng điện rò ở chế độ ổn định, giá trị dòng điện rò này có thể gây lên sự tác động nhầm lẫn đối với thiết bị bảo vệ rò điện $\square$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kim Ngọc Linh (2018). Nghiên cứu xác định dòng điện rò trong mạng điện mỏ hầm lò có sử dụng các bộ biến đổi. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 3-2018. tr. 15-19.
2. Đỗ Như Ý (2018). Ảnh hưởng của tải phi tuyến đến chất lượng điện áp và giải pháp nâng cao chất lượng điện áp trong mạng điện mỏ. *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học kỹ thuật mỏ toàn quốc lần thứ XXVI của Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*. 8-2018, Móng Cái. Hà Nội.
3. V. C. de Paula and H. de Paula (2015). Employing DC transmission in long distance AC motor drives: Analysis of the copper economy and power losses reduction in mining facilities. *2015 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*. pp. 1-7.
4. A. Marek (2017). Influence of indirect frequency converters on operation of central leakage protection in underground coalmine networks. *Mining-Informatics, Automation Electrical Engineering*, Vol. 55, No. 3. pp. 9-14.
5. J. A. de Castro Júnior, H. de Paula, B. J. Cardoso Filho & A. V. Rocha (2011). Rectifier-to-inverter connection through long DC cable-part II: The complete copper economy characterization. *2011 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*. pp. 1-7
6. Петриченко А. А. (2017). *Методы и средства граничения тока утечки на землю в системах электроснабжения железорудных шахт*. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Кривой Рог.



EFFECT OF INVERTER ON LEAKAGE CURRENT IN UNDERGROUND MINE POWER NETWORK

Y Nhu Do

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Pho Vien, Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 04/9/2023

Revised: 18/11/2023

Accepted: 23/12/2023

Corresponding author:

Email: donhuy@humg.edu.vn

ABSTRACT

Inverters are commonly used equipment in mining today, in the future, to improve the efficiency of power supply, inverter stations can be used. The use of these devices, in addition to the 50Hz frequency current component, also appears other 50Hz frequency current components and DC current components. The appearance of these current components causes the erroneous operation of the leakage protection relay. The content of the article is to study the influence of inverters on leakage current in underground mine electrical networks.

Keywords: *leakage current, inverter, mine power network*

@ Vietnam Mining Science and Technology Association