

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA CƠ - ĐIỆN

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VỀ
CƠ KHÍ - ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA**
National Conference on Mechanical, Electrical, Automation Engineering
(MEAE2021)



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

KHOA CƠ - ĐIỆN

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VỀ CƠ KHÍ - ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

National Conference on Mechanical, Electrical, Automation Engineering

(MEAE2021)

CÁC CHỦ ĐỀ CHÍNH CỦA HỘI NGHỊ

- Kỹ thuật Cơ khí, Cơ khí động lực;
- Kỹ thuật Điện, Điện tử, Điện công nghiệp;
- Năng lượng, Năng lượng tái tạo;
- Tự động hóa, Robot, Cơ điện tử;
- Công nghệ thông tin và trí tuệ nhân tạo;
- và những tiến bộ kỹ thuật trong các lĩnh vực kể trên.

BAN TỔ CHỨC

1. GS.TS. Trần Thanh Hải, *Trường ĐH Mở - Địa chất, Trưởng ban*
2. GS.TS. Bùi Xuân Nam, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
3. PGS.TS. Triệu Hùng Trường, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
4. PGS.TS. Khổng Cao Phong, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
5. TS. Ngô Thanh Tuấn, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
6. PGS.TS. Nguyễn Đức Khoát, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Ủy viên*
7. PGS.TS. Nguyễn Văn Xô, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Ủy viên*
8. PGS.TS. Đỗ Như Ý, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Ủy viên*
9. TS. Nguyễn Thạc Khánh, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Ủy viên*
10. ThS Hà Văn Thủy, *Trường ĐH Mở-Địa chất, Ủy viên*
11. PGS.TS. Đào Huy Du, *Trường ĐH CN Thái Nguyên, Ủy viên*
12. PGS.TS. Trần Thế Văn, *Trường ĐH SPKT Hưng Yên, Ủy viên*
13. TS. Đoàn Yên Thế, *Trường ĐH Thủy Lợi, Ủy viên*
14. TS. Đỗ Trung Hiếu, *Viên cơ khí năng lượng và Mở, Ủy viên*
15. TS. Lưu Hồng Việt, *Công ty Cognex Việt Nam, Ủy viên*
16. Ông Đỗ Mạnh Cường, *Ban Khoa học công nghệ Mở KCM – Vinacomin, Ủy viên*
17. Ông Nguyễn Vũ Cường, *Tổng công ty thiết bị điện – Đông Anh, Ủy viên*
18. Ông Nguyễn Xuân Huy, *Công ty TNHH Cơ khí chính xác, Dịch vụ & Thương mại Việt Nam, Ủy viên*
19. Ông Nguyễn Đình Thống, *Viện KHCN Mở, Ủy viên*
20. Ông Nguyễn Hải Long, *Công ty CP cơ khí Mạo Khê-Vinacomin, Ủy viên*
21. Ông Lê Văn Minh, *Công ty than Vàng Danh – Vinacomin, Ủy viên*
22. Ông Phạm Xuân Phi, *Công ty CP Công nghiệp ô tô Vinacomin, Ủy viên*
23. Ông Nguyễn Văn Sơn, *Công ty than Hà Lâm – Vinacomin, Ủy viên*
24. Ông Phạm Anh Tuấn, *Công ty CP Cơ khí Hòn Gai – Vinacomin, Ủy viên*
25. Ông Trần Hữu Phúc, *Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, Ủy viên*
26. Ông Đào Việt Tuấn, *Ban Cơ điện – Vận tải-TKV, Ủy viên*

BAN KHOA HỌC

1. PGS.TS. Khổng Cao Phong, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Trưởng ban*
2. TS. Ngô Thanh Tuấn, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Phó Trưởng ban*
3. TS. Trần Đức Huân, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Phó Trưởng ban*
4. PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Phó Trưởng ban*
5. PGS.TS. Nguyễn Đức Khoát, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
6. PGS.TS. Kim Ngọc Linh, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
7. PGS.TS. Phạm Trung Sơn, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
8. PGS.TS. Đinh Văn Thắng, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
9. PGS.TS. Nguyễn Văn Xô, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
10. PGS.TS. Đỗ Như Ý, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
11. TS. Nguyễn Thạc Khánh, *Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Ủy viên*
12. PGS.TS. Trần Thế Văn, *Trường ĐH SPKT Hưng Yên, Ủy viên*
13. TS. Đoàn Yên Thế, *Trường ĐH Thủy Lợi, Ủy viên*
14. PGS.TS. Đào Huy Du, *Trường ĐH CN Thái Nguyên, Ủy viên*
15. TS. Đỗ Trung Hiếu, *Viện cơ khí năng lượng và Mỏ, Ủy viên*
16. TS. Hà Văn Tuấn, *Tập đoàn KYUSHU, Ủy viên*
17. TS. Ngô Mạnh Tiến, *Viện Vật lý – Viện Hàn Lâm và Khoa học Việt Nam, Ủy viên*
18. TS. Phạm Ngọc Minh, *Viện công nghệ thông tin-Viện Hàn Lâm và Khoa học VN, Ủy viên*
19. Ông Trương Hồng Thanh, *Công ty Ứng dụng giải pháp công nghệ ASTEC, Ủy viên*



BAN THƯ KÝ

1. TS. Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Trưởng ban*
2. TS. Trần Đức Huân, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Phó Trưởng ban*
3. TS. Hồ Việt Bun, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
4. TS. Đặng Văn Chí, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
5. TS. Nguyễn Đăng Tấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
6. TS. Lê Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
7. ThS. Kim Cẩm Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
8. ThS. Trần Việt Linh, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
9. ThS. Nguyễn Tiến Sỹ, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
10. ThS. Phạm Thị Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*
11. ThS. Nguyễn Thanh Tùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất, Ủy viên*

BAN BIÊN TẬP

1. TS. Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Trưởng ban*
2. TS. Nguyễn Việt Nghĩa, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
3. TS. Trần Đức Huân, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Phó Trưởng ban*
4. PGS.TS. Nguyễn Đức Khoát, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Ủy viên*
5. PGS.TS. Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Ủy viên*
6. PGS.TS. Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Ủy viên*
7. TS. Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở-Địa chất, Ủy viên*

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, cách mạng công nghiệp 4.0 đang là xu thế phát triển của nền công nghiệp, nền công nghiệp hiện đại này, vừa tạo ra cơ hội và cũng chính là thách thức cho sự phát triển của công nghiệp Việt Nam. Với mục đích nhằm giới thiệu những tiến bộ kỹ thuật trong các lĩnh vực liên quan đến sự đào tạo và phát triển của Nhà trường, trường Đại học Mỏ - Địa chất, Khoa Cơ – Điện tổ chức Hội nghị khoa học toàn quốc về Cơ khí, Điện và Tự động hóa (National Conference on Mechanical, Electrical, Automation Engineering – MEAE2021).

Hội nghị là nơi giao lưu, kết nối các nhà khoa học, các doanh nghiệp, các cá nhân đang hoạt động trong lĩnh vực nói trên, để cùng nhau thảo luận, trao đổi học thuật và chia sẻ kinh nghiệm nhằm thúc đẩy sự phát triển của các lĩnh vực về Cơ khí, Điện và Tự động hóa, nhằm phục vụ cho sự nghiệp xây dựng và phát triển đất nước.

Trọng tâm của hội nghị đề cập đến “Chuyển đổi số trong lĩnh vực Cơ – Điện” – “Digital Transformation in Electro-Mechanics” với các chủ đề như:

- ✓ Kỹ thuật Cơ khí, Cơ khí động lực;
- ✓ Kỹ thuật Điện, Điện tử, Điện công nghiệp;
- ✓ Năng lượng, Năng lượng tái tạo;
- ✓ Tự động hóa, Robot, Cơ điện tử;
- ✓ Công nghệ thông tin và trí tuệ nhân tạo;
- ✓ và những tiến bộ kỹ thuật trong các lĩnh vực kể trên.

Ban tổ chức tin rằng, Tuyển tập các công trình khoa học tham gia Hội nghị lần này sẽ góp phần đóng góp có chất lượng nhằm thúc đẩy cho sự phát triển chung cho nền công nghiệp ngày nay.

Thay mặt Ban tổ chức, tôi chân thành cảm ơn đến Đảng ủy, Hội đồng trường, Ban Giám hiệu Trường Đại học Mỏ - Địa chất và các đơn vị liên quan đã đồng hành, tạo mọi điều kiện thuận lợi cho việc Hội nghị được tổ chức thành công tốt đẹp.

Đặc biệt, trân trọng cảm ơn đến các tác giả các bài báo khoa học, các phản biện, các nhà khoa học, các cơ quan đồng nghiệp, các doanh nghiệp tài trợ đã có đóng góp quan trọng vì sự thành công chung của Hội nghị MEAE2021.

TM. BAN TỔ CHỨC



PGS.TS Khổng Cao Phong

MỤC LỤC

Numerical simulation method application in the design of a line-start permanent magnet synchronous motor	2
Do Nhu Y, Ngo Thanh Tuan, Ngo Xuan Cuong, Le Anh Tuan	
Tính dòng điện rò trong các mạng điện mở hàm lò có sử dụng các bộ biến đổi bán dẫn ở chế độ quá trình quá độ	7
Kim Ngọc Linh, Nguyễn Thạch Khánh, Nguyễn Trường Giang, Kim Thị Cẩm Ánh	
Identification of Two-Mass Mechanical Systems by Using Fourier Interpolation	14
Thanh Loan Pham	
Đánh giá mức độ tiết kiệm vật liệu và hình dạng hợp lý ở một số chi tiết máy chịu tải trọng tĩnh.....	20
Phạm Tuấn Long	
Các phương pháp xử lý tín hiệu đo lường trước và sau bộ biến đổi ADC	24
Nguyễn Tiến Sỹ, Kim Thị Cẩm Ánh, Hà Thị Chúc	
Xây dựng bộ đo công suất ứng dụng cho các bài thí nghiệm, thực hành mạch điện xoay chiều của phòng thí nghiệm Kỹ thuật điện – Điện tử trường Đại học Mở - Địa chất.....	29
Nguyễn Trường Giang	
Tác động của mạng 5G đối với sự phát triển của tự động hóa và số hóa công nghiệp	34
Tống Ngọc Anh	
Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các thông số hai tầng cánh đến hệ số công suất của tuabin gió trục ngang chong chóng kép	41
Đoàn Kim Bình, Bùi Minh Hoàng, Nguyễn Văn Tuệ, Nguyễn Sơn Tùng	



Nghiên cứu áp dụng công nghệ vòi phun khí – lỏng dành cho động cơ đốt trong.....	47
Nguyễn Sơn Tùng, Nguyễn Thanh Tuấn	
Đánh giá dung sai công suất của các tấm pin quang điện thương mại trong điều kiện vận hành thực tế	54
Ngô Xuân Cường, Đỗ Như Ý, Nguyễn Thị Hồng	
Chiến lược thích ứng công nghiệp dầu khí trong xu hướng chuyển dịch năng lượng và đề xuất định hướng phát triển ngành dầu khí việt nam	59
Nguyễn Trung Khương	
Xác định các tham số mô phỏng và xây dựng phòng thí nghiệm ảo cho máy biến áp ba pha.....	69
Ngô Xuân Cường	
Method of determination of PI controller parameter for DFIG wind generator.....	78
Nguyen Cong Cuong, Trinh Trong Chuong, Nguyen Anh Nghia	
Bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc ứng dụng ic số logic.....	88
Đinh Văn Thắng	
Hybrid FUZZY-PID controller for electric shovel EKG-8И hoisting motor	91
Hong Quan Luu, Cao Phong Khong	
Research on designing a detectable circuit of the earth- fault phase in order to enhance power supply reliability of the 6kV grid of open-pit mines, Quang Ninh area	100
Tran Quoc Hoan, Nguyen Anh Nghia, Ho Viet Bun	
Numerical Analysis of the Ground Vibration Isolation of Shock Wave Propagation under Blasting in NuiBeo mine, Quang Ninh.....	105
Dao Hieu, Dang Van Chi	



Development of a data acquisition system for Geography accident warning, Environment monitoring and Agroforestry decision-making assistant purpose.....	112
Thanh Loan Pham, Quang Duy Do Nguyen	
Trang bị điện khí nén cho cửa gió trong khai thác mỏ hầm lò.....	118
Đỗ Như Ý, Ngô Thanh Tuấn	
Tạo hình biên dạng rotor cho cặp rotor bơm thủy.....	123
Nguyễn Thanh Tùng, Phạm Đức Thiên, Trần Thế Văn, Nguyễn Hồng Phong	
Nghiên cứu, thiết kế mạch tăng áp DC/DC trong bộ nghịch lưu hòa lưới của hệ thống pin mặt trời	129
Nguyễn Đức Minh, Đỗ Như Ý, Trịnh Trọng Chương	
Phương pháp gia công bánh răng côn răng thẳng bằng kỹ thuật CAD/CAM/CNC.....	136
Trần Đức Huân, Nguyễn Thanh Tùng, Lê Thanh Tâm, Nguyễn Văn Minh, Nguyễn Văn Toại	
Nghiên cứu xây dựng phương trình xác định đường kính và vận tốc quay của đĩa chia liệu máy nghiền ly tâm va đập trực đứng.....	141
Nguyễn Khắc Lĩnh, Nguyễn Văn Xô, Nguyễn Đăng Tấn, Lê Thị Hồng Thắng	
Bàn về cơ chế bảo mật trong mạng IoT.....	148
Cung Quang Khang	
Control of Permanent Magnet Synchronous Motor for Traction Application of Electric Vehicles...	153
Nguyễn Chí Dũng, Ưông Quang Tuyến	
A comparison study between the Craig - Bampton model reduction method and traditional finite element method for analyzing the dynamic behavior of vibrating structures.....	160
Kieu Duc Thinh, Trinh Minh Hoang, Nguyen The Hoang	



Nghiên cứu, tính toán dòng chảy thủy lực qua van phân phối điều khiển cột chống mỏ hầm lò.....	167
Nguyễn Đăng Tấn, Nguyễn Khắc Lĩnh, Lê Thị Hồng Thắng, Nguyễn Văn Xô	
Ứng dụng bộ lọc Kalman để xử lý tín hiệu từ cảm biến độ ẩm soil moisture.....	173
Đặng Văn Chí	
Thiết kế bộ điều khiển PID tự chỉnh mờ để ổn định mức nước bao hơi – Công ty cổ phần nhiệt điện Quảng Ninh	179
Đặng Văn Chí, Nguyễn An Đông, Nguyễn Đình Thống, Uông Quang Tuyến	
Phương pháp xây dựng bộ điều khiển pid số trong công nghiệp.....	186
Nguyễn Đức Khoát, Phạm Minh Hải	
Decision support system for small hydropower systems	193
Thuy HA VAN, Tuan HA NGOC, Khoat NGUYEN DUC	
Kalman Filter and MPU6050 Sensor in Positioning Issue for one-axis Solar Tracking System	200
Dao Hieu, Khong Cao Phong	
Nghiên cứu số về khả năng cách nhiệt của buồng cứu sinh mỏ có kết cấu ốc xít nhôm xốp.....	207
Trần Ngọc Minh, Trần Đức Huân, Nguyễn Quốc Việt	
Đẩy mạnh hoạt động nghiên cứu thiết kế, chế tạo các thiết bị điện phòng nổ phục vụ khai thác than hầm lò.....	214
TS. Đỗ Trung Hiếu, ThS. Phạm Văn Hiếu	
Kết quả ứng dụng các giải pháp tự động hóa của Viện Cơ khí năng lượng và Mỏ - Vinacomin phục vụ đề án Tin học hóa – Tự động hóa của tập đoàn TKV.....	218
ThS. Phạm Văn Hiếu	



Kết quả thực hiện nhiệm vụ đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng giai đoạn 2010-2020 định hướng đến năm 2025 của Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin 225

TS. Đỗ Trung Hiếu, TS. Lê Thùy Dương

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến mòn gối trượt dẫn hướng máy khâu than trong khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh..... 228

NCS. Lê Văn Lợi, GS.TS. XuPing, GS.TS. YuYingHua=², TS. ShenJiaXing

Mô hình điều khiển số một quá trình sản xuất..... 237

Đình Văn Thắng

Using hydrostatic drive system for low operation pressure gas meter calibrator 244

Son Tung Nguyen, Kim Binh Doan, Thuy Pham Thi

Design, make and install a test-rig for testing 660V/1140V earth leakage protective device..... 253

Nguyen Thac Khanh, Kim Ngoc Linh, Nguyen Truong Giang, Bui Minh Dinh

Research on designing a detectable circuit of the earth- fault phase in order to enhance power supply reliability of the 6kV grid of open-pit mines, Quang Ninh area

Tran Quoc Hoan ^{1,*}, Nguyen Anh Nghia ², Ho Viet Bun ³

¹ College of industry and trade, email: hoantq@pci.edu.vn

² Ha Noi University of Mining and Geology, email: nguyenanhnghiadh@gmail.com

³ Ha Noi University of Mining and Geology, email: hovietbun@gmail.com

INFORMATION ARTICLE

ABSTRACT

Progress:

Received 15/02/2021

Accepted 16/3/2021

Published 29/6/2021

Key words: power supply reliability, fault- phase short circuit , the operating time; sensitivity and reliability of the device.

The device of short circuit of fault phases when the ground-fault intermittently occurs and self-restoring is to enhance power supply reliability, decrease the number of line- fault interruption, increase residual voltage on a busbar, ensure stable insulation without damage and reduce fault current. This article shows findings of researching and design a circuit of the earth- fault phase based on the absolute value of the leading phase and fault phase. The simulation results present that this designed circuit ensures fast, sensitive and reliable operation.

© 2020 University of Mining and Geology. All rights reserved.

1. Introduction

A single-phase earth-fault is the main type of fault that often occurs in 6kV networks of open-pit mines in the Cam Pha- Quang Ninh region, accounting for 70%÷80% of the total number of faults. According to statistical results show that, in open-pit mines, the occurrence probability of single-phase 6kV ground -faults fluctuates about 60-70 times/month or 700-800 times/year.

When the single-phase earth- fault happens on the grid, there will emerge transient phenomenon and overvoltage in the unfaulted phases, considerable influencing on power supply reliability, working ability, lifetime of electrical equipments as well as causing grid asymmetry [1][5].

When the single-phase earth- fault happens on the grid, there will emerge transient phenomenon and overvoltage in the unfaulted

phases, considerable influencing on power supply reliability, working ability, lifetime of electrical equipments as well as causing grid asymmetry [3][4].

It is very necessary to study and select the principle of determining the earth-fault phase as a basis for designing and simulation a circuit that automatically detects and connects the fault-phase short circuit to ensure fast, sensitive and reliable operation.

2. Contents and results

2.1. The principles of determining fault-phase [2].

The principles of determining the ground fault-phase of 6kV network can be classified as follows:

a) According to the fault- phase voltage drop (while the non-fault two phase voltage increases);

b) According to phase difference angle between fault -phase voltage and zero sequence voltage);

c) According to the absolute difference of two electrical quantities, one is ahead phase voltage, another is the combination of voltage of the fault phase, behind phase and zero sequence;

d) According to the absolute difference of ahead phase and fault phase.

Analysis of the mentioned principles can see that, the principle a) has the disadvantage which shows the sensitivity is not high ($1 \div 2k\Omega/\text{phase}$ in the network with $C=1\mu\text{F}$); Principles b, c allow selection of fault phase with higher sensitivity but the complex structure; The principle d) has a simpler structure with the least number of elements and still ensures high sensitivity. The content of principle d) is:

$$U_v(A) = |U_C| - |U_A| \quad (1)$$

$$U_v(B) = |U_A| - |U_B| \quad (2)$$

$$U_v(C) = |U_B| - |U_C| \quad (3)$$

The figure 1 is the block diagram of the device according to the expressions (1), (2), (3). This device consists of rectifier bridges 1, 2, dc amplifier 3 containing RL relays, and 4,5 phase splitters separating into three phase difference voltages in block 6. Blocks 7,8 are also similar.

In the normal operating, the inputs of rectifier bridges 1 and 2 (phase A) are symmetrical voltages, rectified and compared in absolute value, the input voltage $U_v(A) = U_C - U_A = 0$. The blocks 7 and 8 are also similar $U_v(B) = U_A - U_B = 0$, $U_v(C) = U_B - U_C = 0$.

When a single phase earth -fault happens, for example phase A, the symmetry of the phase voltages is broken, the voltage into rectifier bridge 1 will decrease while the voltage into rectifier 2 will increase, as a result,

$U_v(A) = U_C - U_A > 0$, if enough voltage is true, it will cause the relay (RL) to operate while the DC amplifier inputs of blocks 7 and 8 (for two phases B and C, respectively) will have negative values due to $U_B > U_A$, $U_C > U_B$, so the corresponding relays do not operate.

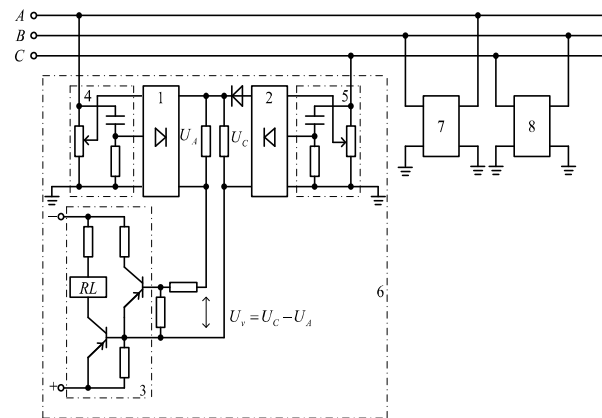


Figure 1. The block diagram of the device for determining fault- phase based on absolute difference between the ahead phase and the fault phase

2.2. Simulation of a circuit of automatic detection and earth -fault phase short -circuit

a) Before the ground- fault happens

The diagram of the phase splitter and voltage rectifier including three resistors and a capacitance to generate DC voltage proportional to phase voltage amplitude.

$$U_A = U_m \sin(\omega t + \psi + 120^\circ);$$

$$U_B = U_m \sin(\omega t + \psi);$$

$$U_C = U_m \sin(\omega t + \psi - 120^\circ);$$

The grid's parameter 6kV:

- Insulated resistor: 365 k Ω /phase

- Capacitance: C = 0,2629 μF /phase

A voltage, 6kV through a low-voltage transformer with a ratio N=300 generates a

voltage of 20VAC per a phase. The transformer has a primary winding and two secondary windings, which generates 2 independent voltages. Phase A is A1, A2; Phase B is B1, B2; Phase C is C1, C2.

Voltage A₁ and C₂ are the input ones for the voltage generating block U_v(A); Voltage B1 and A2 are input ones for voltage generating block U_v(B); Voltage C1 and B2 are the input ones for the voltage generating block U_v(C).

The voltages U_v(A), U_v(B), U_v(C) through the motive circuit consisting of 2 PNP transistors transfer the signal to close the relay (block 3 on the block diagram)

The schematic diagram of voltage generating circuit, three-phase voltage of 6kV grid and three-phase voltage after the low-voltage transformer is shown in Figures 3, 4 and 5.

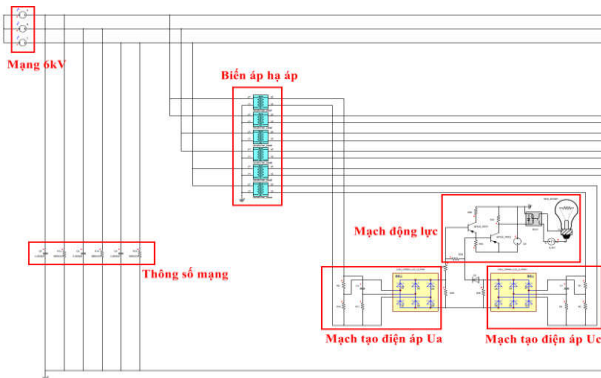


Figure 2: Circuit diagram of voltage generating circuit U_v(A)

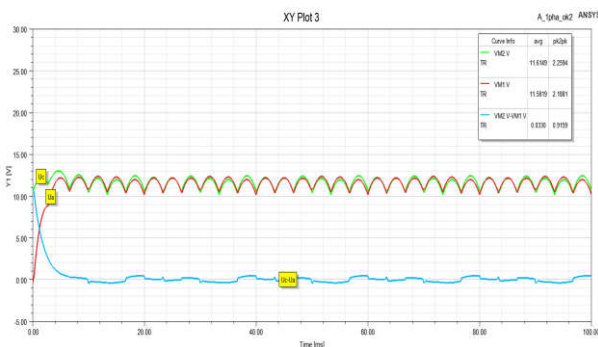


Figure 3. Phase A, C voltage form after the three-phase bridge rectifier

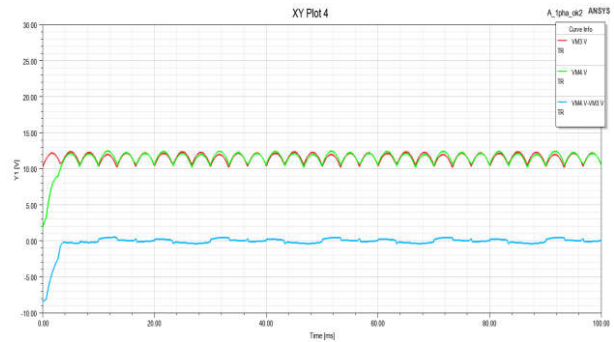


Figure 4. Phase A, B voltage form after the three-phase bridge rectifier

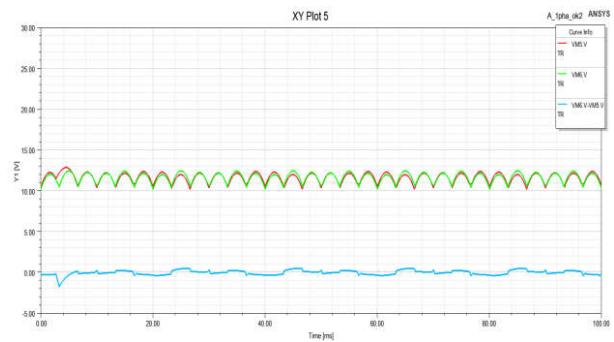


Figure 5. Phase B, C voltage form after the three-phase bridge rectifier

b) When a phase A earth- fault occurs

The three phase voltage after the low-voltage transformer when the A-phase earth- fault occurs shown in Figure 6.

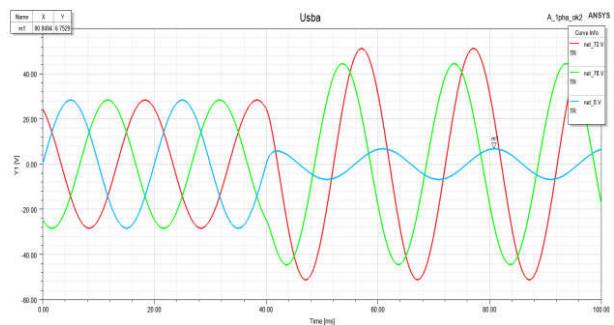


Figure 6. The three-phase voltage after the transformer when the phase A earth-fault occurs (Urms of phase A decreases from 20V to 4.7V)

The voltage form of phase A, phase B and phase C after three- phase bridge rectifier is shown in Figures 3,4,5.

Simulation with the following cases: Change the first phase angle of the grid’s voltage, change the leakage resistance, change the capacitance of the grid, the results are shown in Figures 7,8,9.

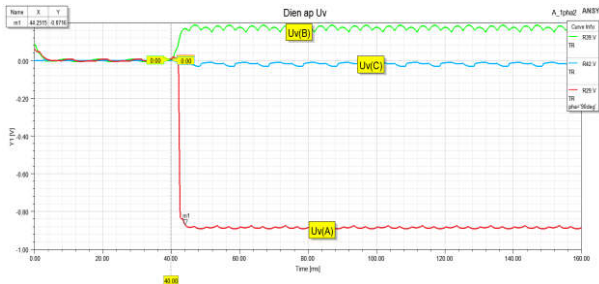


Figure 7. The diagram of the ahead phase and earth-fault phase voltage difference ($\psi = 90^\circ, t < 4 \text{ ms}$)

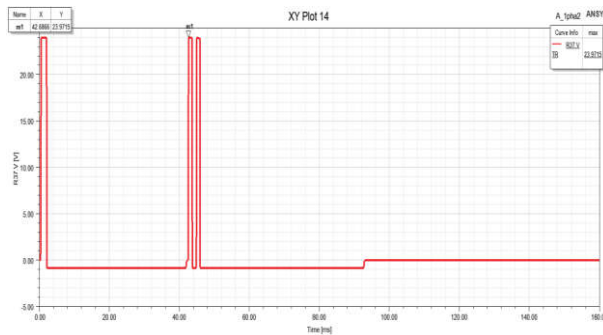


Figure 8. The diagram of the ahead phase and earth-fault phase voltage difference ($R = 11.46 \text{ k}\Omega; t = 2.68 \text{ ms}$)

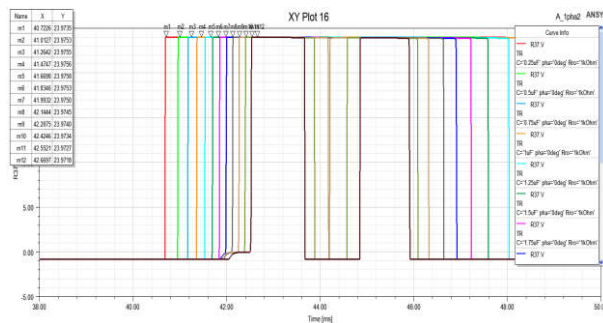


Figure 9. the graph of Output voltage on the C-terminal load of PNP2 when the grid’s capacitance changes from 0.25 to 3 μF /phase

Remark:

When the capacitance and insulation resistance of the network are $C = 0,263 \text{ F/phase}$, $R = 364 \text{ k /phase}$, respectively, with a earth- fault resistance less than 11.46k will ensure the essential sensitivity - the device will operate reliably.

Detectable time of earth- fault phase when the single-phase earth-fault through the resistor $1 \text{ k}\Omega$ is $t < 3 \text{ ms}$.

The operating time of short-circuit connection of earth-fault phase is $t < 10 \text{ ms}$.

2.3. Design a circuit that automatically detects and phase-to-earth short-circuit

Using automatic circuit design software Altium Designer 18, according to the product manufacturing and design process, the results are shown in Figures 10,11.

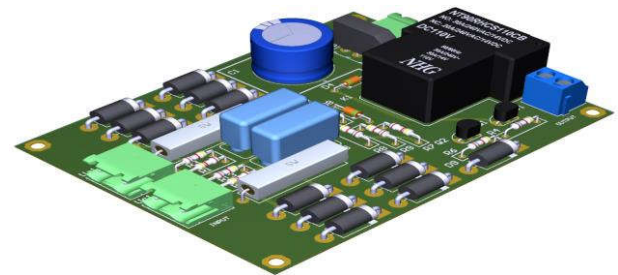
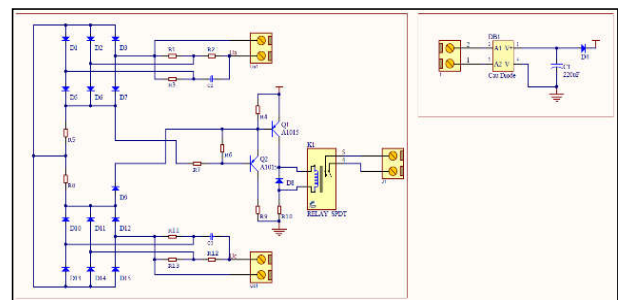


Figure 10. The schematic diagram and 3D image of the ground-fault phase detection circuit

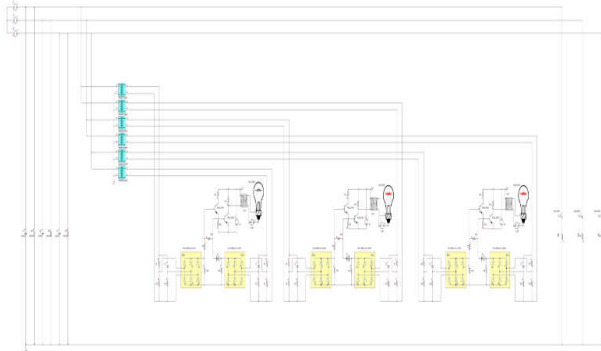


Figure 11. The diagram of circuit principle

3. Conclusion

Based on the simulation results, the following conclusions can be drawn:

The 6kV ground fault detectable device based on the principle of the absolute difference of ahead phase and fault phase has a simple structure, sensitive ensuring, reliability and quick action.

When the capacitance and insulation resistance of the network are $C = 0,263 \text{ F/phase}$, $R = 364 \text{ k /phase}$, respectively, with a earth- fault resistance less than 11.46 k will ensure the essential sensitivity - the device will operate reliably.

Phase-to-earth detectable time when single-phase ground fault occurs through a resistor $1 \text{ k}\Omega$ is $t < 3 \text{ ms}$.

The operating time of a phase-to-earth short-circuit device is $t < 10 \text{ ms}$.

The simulation results show that the circuit of automatic detection and short- circuit of the earth- fault phase meets the requirements: sensitivity, reliability and yield fast.

The automatic short circuit protection device helps to enhance the reliability of power supply in the event of a ground-fault, instead of the automatic backup closing device. Although the residual voltage at the ground- fault position can fluctuate in the range of $20\text{-}225 \text{ V}$, the application of a quick-acting shunt connected automatically protective device to limit the fault current, quickly recover voltage on the fault phases, do not break the insulation in the remaining phases,

reduce the overvoltage at the time of ground-fault (from 3-4 times to 2.08 times), extinguish the sparks at the failure location, without interrupting the power supply.

Reference

- [1]. Ho Viet Bun (2016). Research for the transient processes and suggest solutions to reduce the overvoltage when earth fault happens in 6kV ungrounded grid of Cam Pha – Quang Ninh coalmines. Doctoral dissertation, University of mining and geology.
- [2]. Серов В.И, Щуцкий В.И, Ягудаев Б.М. *Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий*, Москва “Наука” 1985.
- [3]. Цапенко Е. Ф. Замыкания на землю в сетях 6-35 кВ. М.: Энергоатомиздат, 1986.128 с.
- [4]. Сирота, И.М., Кисленко, С.Н., Михайлов, А.М. Режимы нейтрали электрических сетей/– Киев: Наук. думка, 1985. – 264 с.
- [5]. Гуревич, В.И. Некоторые технические аспекты проблемы защиты от замыканий на землю распределительных сетей среднего напряжения/ - журнал «Промышленная энергетика», № 1 – 2001.

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

80B - Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 024.39423346 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn * Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

Giám đốc - Tổng biên tập: Nguyễn Minh Nhật

BIÊN TẬP: Vũ Văn Bái

Đối tác liên kết xuất bản:

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

In 500 cuốn khổ 20,5 x 29,5 cm, tại Công ty TNHH Sản xuất, TM và Dịch vụ Đức Hải.

Địa chỉ: 264 Nguyễn Trãi - Nam Từ Liêm - Hà Nội

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 4686-2021/CXBIPH/01-217/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2482-9

Quyết định xuất bản số: 79 LK/QĐ-XBGT ngày 22/12/2021

In xong và nộp lưu chiểu năm 2021.

