

ẢNH HƯỞNG CỦA MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG ĐẾN CÁC ĐẠI LƯỢNG DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP THỨ TỰ KHÔNG TRONG MẠNG ĐIỆN TRUNG ÁP MỎ KHI CHẠM ĐẤT MỘT PHA

Đinh Văn Thắng

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: dinhvanthang@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Trong lưới điện trung áp mỏ, các máy biến áp đo lường điện áp loại 3 pha 5 trụ được lắp đặt để đo các đại lượng điện áp pha-dây, đo điện áp thứ tự không $3U_0$. Chúng thường phải làm việc theo chế độ trung tính với cuộn dây sơ cấp nối và do vậy chúng cũng tham gia vào việc tạo nên thành phần dòng điện thứ tự không khi có sự cố chạm đất một pha bên trong và bên ngoài mạng điện trung áp mỏ. Bài báo đề cập đến các kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của các máy biến áp đo lường đến độ lớn và góc pha của đại lượng dòng điện thứ tự không phụ thuộc vào thông số cách điện của mạng điện so với đất, chế độ trung tính của mạng và số lượng các máy biến áp đo lường mắc vào mạng điện trung áp khi xảy ra chạm đất một pha.

Từ khóa: Máy biến áp đo lường, bù dòng điện dung, dòng điện thứ tự không

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các máy biến áp (MBA) đo lường điện áp loại 3 pha 5 trụ được lắp đặt trong hệ thống lưới điện trung áp mỏ với nhiệm vụ đo lường các đại lượng điện áp pha-dây, đo điện áp thứ tự không $3U_0$ làm việc theo chế độ trung tính cuộn dây sơ cấp nối đất và do vậy chúng cũng tham gia vào việc tạo nên thành phần dòng điện thứ tự không khi có sự cố chạm đất một pha bên trong và bên ngoài mạng điện trung áp [2]. Mức độ ảnh hưởng của các MBA đo lường đến độ lớn và góc pha của đại lượng dòng điện thứ tự không phụ thuộc vào thông số cách điện của mạng điện so với đất, chế độ trung tính của mạng và số lượng các MBA đo lường mắc vào mạng điện trung áp khi làm việc. Số lượng của các MBA đo lường trong mạng điện trung áp mỏ phụ thuộc vào sơ đồ cung cấp điện, chủng loại các trạm đóng cắt điện và số lượng các thiết bị điện làm việc trong mạng trung áp (trạm phân phối trung tâm, các trạm đóng cắt di động, các máy xúc, v.v...) và do đó số lượng của các MBA đo lường này thường có từ một vài chiếc cho đến hàng chục chiếc.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của máy biến áp đo lường HTMI đến pha của dòng và áp thứ tự không

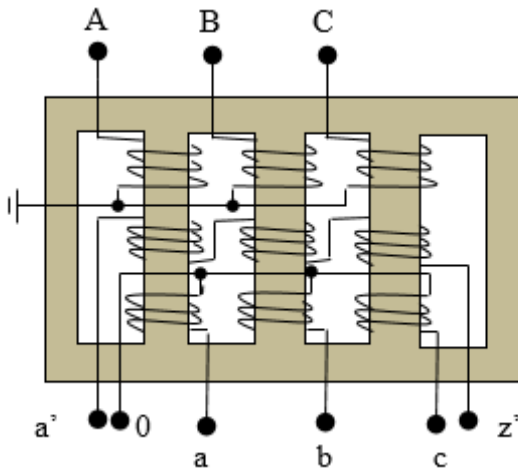
Để đo điện áp dây, điện áp pha và điện áp thứ tự không trong các lưới điện trung áp mỏ, người ta sử dụng MBA ba pha năm trụ loại HTMI do LB Nga sản xuất (Hình H.1). Lõi thép của MBA gồm 5 trụ thép, hai trụ ngoài cùng không có dây quấn để khép kín mạch từ với thành phần từ thông thứ tự không.

Các bộ lọc điện áp thứ tự không về lý thuyết có thể được sản xuất dưới dạng tổ hợp gồm 3 MBA 1 pha giống nhau có lõi thép kiểu trụ bọc (dạng III và I) đặt trong một bình kín ngâm dầu. Ba cuộn dây sơ cấp của ba MBA một pha nối sao điểm trung tính nối đất. Thứ cấp có hai cuộn dây, một trong số đó nối sao có trung tính nối đất và cuộn dây còn lại nối tam giác hở [2].

Điện áp thứ tự không nhận được trên hai cực của cuộn dây tam giác hở xác định được theo biểu thức:

$$\dot{U}_{az} = (\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C) / k = 3\dot{U}_0 / k \quad (1)$$

trong đó k – tỷ số biến đổi của MBA.



H.1. Cấu trúc của máy biến áp đo lường 3 pha 5 trụ

Điện áp định mức phía thứ cấp MBA bằng 100V với cuộn nối sao. Khi có chạm đất một pha trên mạng, điện áp xuất hiện trên hai cực của cuộn dây tam giác hở có thể đạt giá trị lớn nhất bằng 100V.

Ở chế độ hoạt động bình thường của lưới điện (chưa có chạm đất một pha), điện áp các pha so với đất tạo thành hệ đối xứng nên điện áp $3U_0$ trên hai cực của cuộn dây tam giác hở luôn bằng 0. Trên thực tế vận hành các MBA đo lường HTMI cho thấy, do tính không cân bằng của điện áp các pha của lưới điện vì thế điện áp thứ tự không của cuộn tam giác hở luôn khác không, thường có giá trị khoảng 8 đến 12 V.

Thành phần điện áp thứ tự không không cân bằng U_{0kb} chủ yếu do độ dẫn điện của các dây pha so với đất không giống nhau hoặc mạng trung áp tồn tại thành phần sóng hài bậc 3. Một nguyên nhân nữa xuất hiện điện áp $3U_0$ khi không có sự cố chạm đất một pha là do sai số chế tạo MBA đo lường HTMI.

Trong các lưới điện trung áp có cấp điện áp 6 – 10 kV, để lấy tín hiệu điện áp thứ tự không $3U_0$, người ta dùng các MBA loại 3HOЛ có nối đất điểm trung tính phía sơ cấp.

Với các lưới điện trung áp có cấp điện áp 22-35 kV, người ta không sử dụng MBA kiểu ba pha năm trụ để lấy ra điện áp thứ tự không. Khi chạm đất một pha có thể gây ra cháy hỏng một hoặc 2 MBA đo lường do nguyên nhân không khép kín mạch từ của MBA với thành phần dòng từ thông thứ tự không. Do đó, trong MBA xuất hiện dòng từ hóa rất lớn.

Với mạng điện trung áp làm việc ở chế độ trung tính cách ly hoàn toàn, khi chạm đất một pha xảy ra, dòng điện chạm đất một pha và dòng điện thứ tự không ở các khởi hành còn lại được hình thành từ các nguồn sau:

- Thành phần dòng do các thông số điện trở cách điện và điện dung của mạng so với đất;
- Thành phần dòng điện do tổng trở của các pha MBA đo lường nối đất.

Từ sơ đồ thay thế (hình H.2) mạng điện trung áp mở có MBA đo lường ba pha năm trụ (HTMI), tổng dẫn của mạng xuống đất có dạng: $Y = Y_T + Y_C$.

Ảnh hưởng rõ rệt của MBA đo lường đến các đại lượng dòng điện và điện áp thứ tự không khi điều kiện xảy ra với mạng điện có tổng điện dung của mạng so với đất nhỏ (mạng có chiều dài tuyến cấp điện cho phụ tải ngắn và số lượng các tuyến nối vào trạm cấp điện ít). Căn cứ vào lập luận trên, để đơn giản hoá và thuận tiện cho xây dựng mô hình toán học của mạng, có thể bỏ qua ảnh hưởng của điện trở cách điện của mạng so với đất, khi ấy ta nhận được biểu thức [1]:

$$Y = \frac{R_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} - j \frac{\omega L_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} + j3\omega C$$

Hay

$$Y = \frac{R_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} + j \frac{3\omega C (R_T^2 + \omega^2 L_T^2) - \omega L_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} \quad (2)$$

trong đó: R_T, L_T – điện trở và điện cảm của cuộn dây sơ cấp MBA đo lường loại 3 pha 5 trụ; n – số lượng MBA đo lường HTMI nối trực tiếp vào mạng; C – điện dung tổng của mạng so với đất.

Dòng điện chạm đất một pha toàn phần khi có sự cố chạm đất một pha trực tiếp vào mạng tiếp địa trong mạng điện trung áp mở có MBA đo lường HTMI nối trực tiếp vào mạng được xác định theo biểu thức:

$$\dot{I}_{CD} = \dot{U}_f \left[\frac{R_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} + j \frac{3\omega C (R_T^2 + \omega^2 L_T^2) - \omega L_T n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} \right], \quad (3)$$

$$\dot{I}_T = \frac{\dot{U}_f n}{R_T^2 + \omega^2 L_T^2} (R_T - j\omega L_T), \quad (4)$$

$$\dot{I}_C = j3\dot{U}_f \omega C, \quad (5)$$

MBA đo lường HTMI nối trực tiếp vào mạng có tính chất điện cảm đóng vai trò tương tự như thiết bị bù thành phần dòng điện dung sẽ tác động ảnh hưởng đến các đại lượng dòng điện và điện áp thứ tự không trong mạng. Độ lớn của dòng điện thứ tự không do tác động của MBA đo lường (khi chạm đất một pha hoàn toàn) phụ thuộc vào điện trở và điện cảm và số lượng MBA đo lường đồng thời kết nối vào mạng điện trung áp mỏ.

Với giả thiết được nêu ra ở trên thì góc pha của véc tơ dòng điện thứ tự không và véc tơ điện áp pha sự cố chạm đất trong trường hợp chạm đất một pha hoàn toàn xác định được theo biểu thức:

$$\varphi_T = \arctg \frac{3\omega C(R_T^2 + \omega^2 L_T^2) - \omega L_T n}{R_T n}, \quad (6)$$

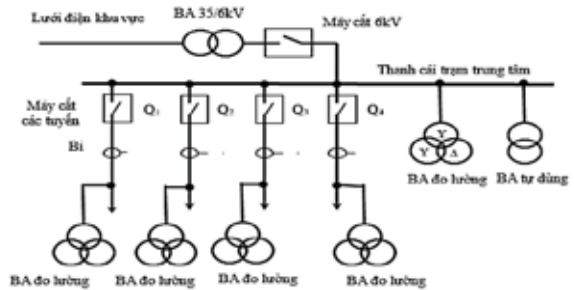
2.2. Mô phỏng ảnh hưởng của máy biến áp đo lường lên thông số dòng áp thứ tự không

Tiến hành thực nghiệm mô phỏng mạng điện trung áp mỏ 6 kV để khảo sát ảnh hưởng của MBA đo lường đến các thông số dòng và áp thứ tự không, sử dụng phần mềm mô phỏng mạch điện thông dụng Electronics Workbench 5.12. Mạch điện trung áp mỏ được mô hình hóa bằng mạch điện ba pha đơn giản thông số tập trung. MBA đo

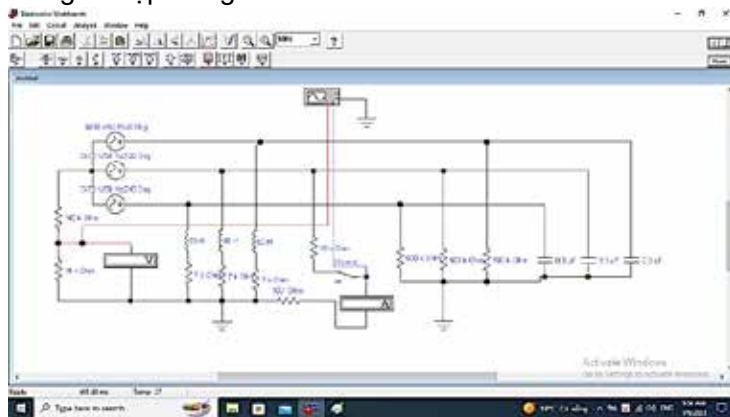
lường là loại HTMI-6-66 có các số liệu sau: Điện áp sơ cấp định mức 6000V; Điện áp thứ cấp định mức 100V; Điện áp cuộn tam giác hở 100/3 V; Công suất danh định 150VA; Công suất cực đại cho phép 630VA

Với số liệu trên của MBA đo lường ta xác định được $r \approx 7k\Omega$, $X_L \approx 25k\Omega$.

Xây dựng mô hình mô phỏng mạng điện trung áp mỏ với trường hợp giả thiết mạng có điện dung cách điện pha-đất là 0,3 μF; điện trở cách điện pha-đất là 500kΩ; điện trở tiếp xúc chạm đất là 10kΩ. Tiến hành mô phỏng với mạng có 0, 1, 2, 4 MBA đo lường HTMI-6 nối song song vào mạng.

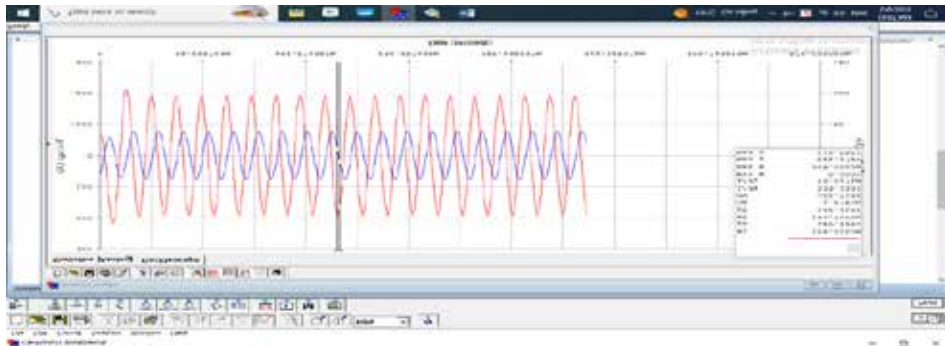


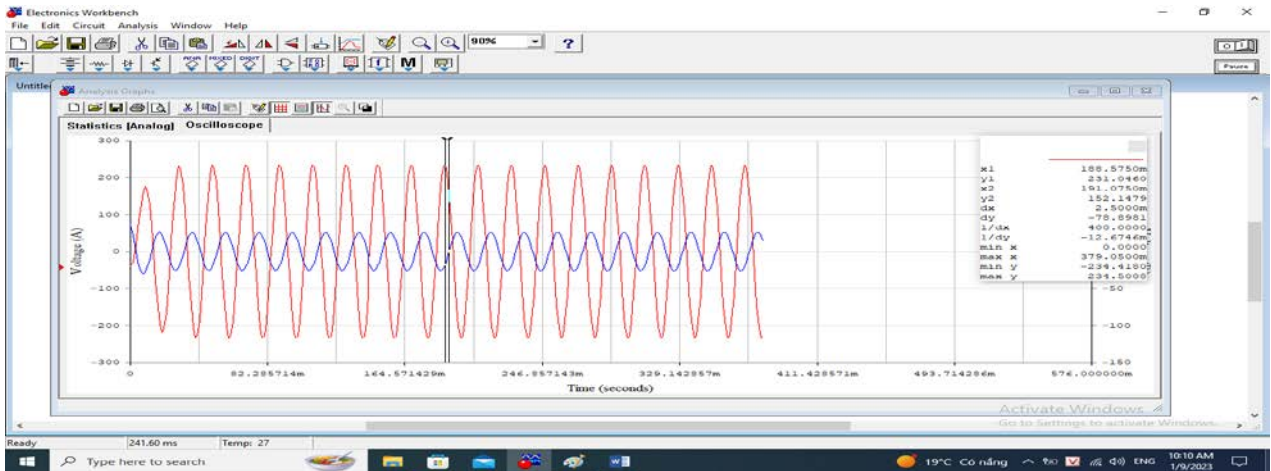
H.2. Sơ đồ nguyên lý mạng trung áp mỏ có nhiều MBA đo lường mắc song song



H.3. Mô hình mô phỏng mạng điện trung áp 6 kV mỏ có kết nối với MBA HTMI

Kết quả tiến hành mô phỏng mạng điện có kết nối với 1 MBA HTMI-6 được thể hiện trên Hình H.4





H.4. Kết quả chạy mô phỏng ảnh hưởng của MBA đo lường đến đại lượng dòng và áp thứ tự không

Kết quả mô phỏng thể hiện trên Hình H.4 cho thấy khi kết nối MBA đo lường HTMI vào lưới điện góc pha của dòng thứ tự không và điện áp thứ tự không thay đổi không nhiều tùy theo số lượng chúng có trong mạng. Tuy nhiên, độ lớn của dòng chạm đất và điện áp thứ tự không thay đổi đáng kể theo số lượng của các MBA này.

Bảng 1. Số liệu kết quả mô phỏng về trị số dòng và áp thứ tự không với các trường hợp nối nhiều MBA đo lường HTMI

Số lượng HTMI	0	1	2	4
Điện áp thứ tự không (V)	102.2	145.4	166.9	112.3
Dòng điện thứ tự không (mA)	319.7	277.9	185.8	250.8
Góc lệch pha do ảnh hưởng của HTMI (độ)	0	≈1 ⁰	≈2 ⁰	≈5 ⁰

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở khảo sát ảnh hưởng của MBA đo lường HTMI đến dòng điện thứ tự không khi xảy ra chạm đất một pha [1,2] khi xét đến các yếu tố thay đổi các thông số điện trở cách điện, điện dung của mạng so với đất và số lượng các MBA đo

lường kết nối song song vào mạng điện trung áp, có thể đưa ra những nhận xét sau đây:

- Góc dịch pha của dòng điện thứ tự không gây bởi MBA đo lường HTMI -6 khi làm việc phụ thuộc vào số lượng các MBA này làm việc đồng thời và trị số điện dung của mạng so với đất. Với mạng có trị số điện dung tổng của mạng so với đất cỡ 0,1 μF/ pha thì một MBA đo lường HTMI-6 tạo ra sự thay đổi góc pha khoảng 1⁰;

- Với mạng trung áp mở có nhiều MBA đo lường HTMI-6 làm việc đồng thời và cấu trúc của tuyến cáp điện chủ yếu là đường dây cáp trần, sai lệch góc pha của dòng điện chạm đất có thể đạt đến 90⁰ hoặc hơn, có nghĩa là dòng điện chạm đất có tính điện cảm và có thể là nguyên nhân gây từ chối tác động hay tác động nhầm lẫn cho các thiết bị bảo vệ chạm đất một pha có chức năng định hướng trong mạng có chế độ vận hành trung tính cách ly;

Với mạng điện trung áp mở vận hành ở chế độ bù thành phần dòng điện dung (có thiết bị bù) cần xét thêm cả hiệu ứng bù điện dung của các MBA đo lường ba pha năm trụ □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Бухтояров В. Ф., Шущкий В. И. (1999), Защита от замыканий на землю в электроустановках 6 - 35Кв. Изд. Екатеринбург.
2. Хихерман М. Х., Несвижкий Е. И, Рассолова И. Б., Федотов С. П. (1990)Трансформатор напряжения повышенной надёжности для сетей 6 -10 кВ. Изд. Электростанции.

**THE INFLUENCE OF VOLTAGE MEASURING TRANSFORMERS
ON THE VALUE OF CURRENT AND ZERO- SEQUENCE VOLTAGE
IN THE MINE MEDIUM POWER NETWORKS
WHEN OCCUR SINGLE-PHASE EARTH FAULT**

Dinh Van Thang

ABSTRACT

The three-phase 5-pole measuring voltage transformers are installed in the mine medium voltage power network to measure the line-phase voltage and the zero-sequence voltage $3U_0$. They normally have to operate in grounded primary winding and therefore also contribute to the zero-sequence current component of a single-phase earth fault inside and outside the network. The article presents some results of a study of the influence of measuring transformers on the magnitude and angle of phase angle of the zero-sequence current, depending on the insulation parameters of the electrical network compared to the ground, the neutrality of the network and the number of measuring transformers connected to it when a single-phase earth fault occurs.

Keywords: *Measurement transformer, capacitance current compensation, zero sequence current.*

Ngày nhận bài: 04/11/2022;

Ngày gửi phản biện: 05/11/2022;

Ngày nhận phản biện: 25/12/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 05/01/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: *Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.*