

NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG VI MẠCH THUẬT TOÁN CHO MẠCH ĐẦU VÀO CỦA RƠ LE BẢO VỆ CHỐNG CHẠM ĐẤT MỘT PHA CHỌN LỌC CHO TRẠM PHÂN PHỐI ĐIỆN CAO ÁP MỎ 6KV TRUNG TÍNH CÁCH LY KHÔNG CÓ BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG HTMI-6

ĐINH VĂN THẮNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

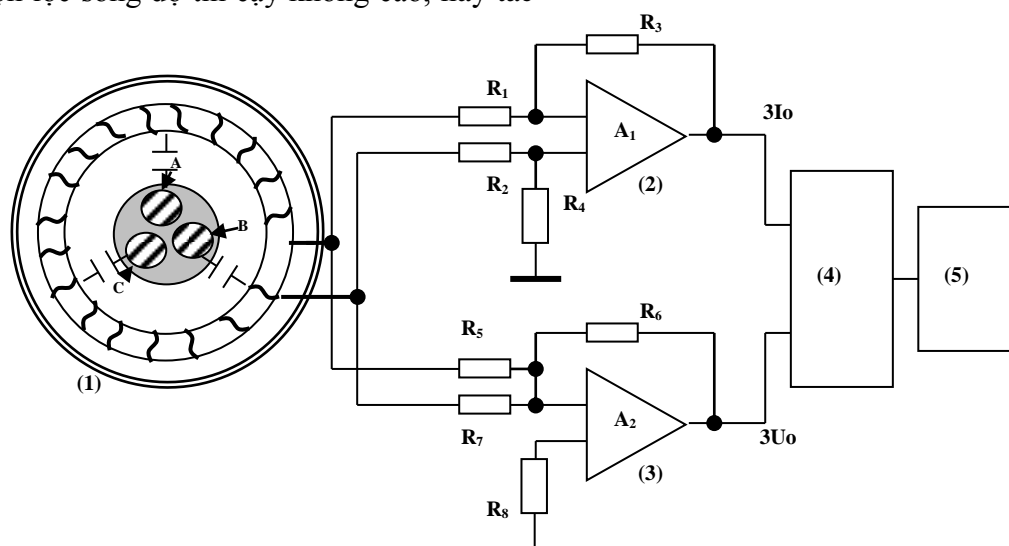
Tóm tắt: Để bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc, cần sử dụng hai tín hiệu là dòng thứ tự không $3I_0$ (từ máy biến dòng) và áp thứ tự không $3U_0$ (từ máy biến áp đo lường ba pha năm trụ). Với các lưới điện cao áp mỏ không được trang bị máy biến áp đo lường HTMI thì vấn đề lắp đặt thiết bị bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc thông thường trở nên khó khăn. Vì vậy tác giả đề xuất giải pháp thực hiện dùng máy biến dòng thứ tự không BI kết hợp với 02 mạch khuếch đại thuật toán để tách hai tín hiệu $3I_0$ và $3U_0$ thông qua khuếch đại đồng pha và khuếch đại vi sai.

1. Mở đầu

Để bảo vệ các lưới điện và các thiết bị điện cao áp mỏ khi có sự cố chạm đất một pha, người ta thường trang bị rơ le bảo vệ chống chạm đất. Có nhiều loại rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha được trang bị cho lưới điện cao áp mỏ tùy thuộc vào tính năng tác dụng, yêu cầu bảo vệ khi sự cố xảy ra. Rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha tác động theo tín hiệu điện áp thứ tự không thường được xây dựng với chức năng cảnh báo có chạm đất mà không có khả năng tác động cắt chọn lọc. Rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha tác động theo tín hiệu biên độ dòng thứ tự không có chức năng bảo vệ chống chạm đất một pha, có khả năng tác động cắt chọn lọc song độ tin cậy không cao, hay tác

động nhầm lẫn. Rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha tác động đồng thời theo hai đại lượng tín hiệu điện áp và dòng thứ tự không có khả năng tác động cắt chọn lọc cao, đảm bảo độ tin cậy, hạn chế được tác động nhầm lẫn. Với những trạm phân phối điện cao áp không được trang bị máy biến áp đo lường ba pha năm trụ HTMI -6 sẽ khó khăn và không khả thi cho rơ le loại này vì không có tín hiệu điện áp thứ tự không $3U_0$. Để bảo vệ cho trạm phân phối điện cao áp mỏ 6kV trung tính cách ly không có biến áp đo lường HTMI -6, tác giả đề xuất xây dựng mạch đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc.

2. Nội dung

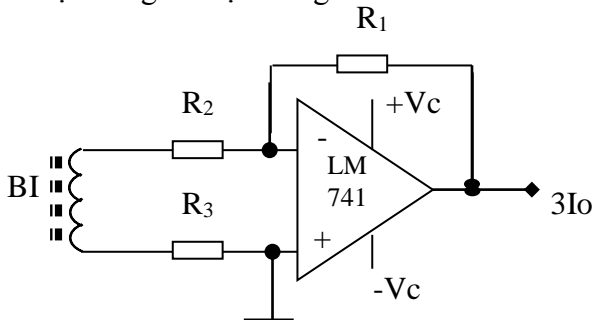


Hình 1. Sơ đồ mạch khuếch đại thuật toán với biến dòng thứ tự không để tách tín hiệu dòng $3I_0$ và áp thứ tự không $3U_0$

Rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc cho các khởi hành 6kV trung tính cách ly không có biến áp đo lường HTMI -6 được xây dựng dựa trên nguyên lý tác động bảo vệ theo đầu của đại lượng công suất thứ tự không, nhờ so sánh pha của hai đại lượng dòng điện và điện áp thứ tự không. Để xác định đúng khởi hành có chạm đất một pha, trong sơ đồ mạch có bộ so sánh pha của hai đại lượng dòng và áp thứ tự không. Để đồng thời lấy ra được tín hiệu dòng điện và điện áp thứ tự không trên các khởi hành không có máy biến áp đo lường HTMI -6, sử dụng máy biến dòng thứ tự không BI kết hợp hai mạch khuếch đại thuật toán, trong đó 01 là khuếch đại vi sai để lấy tín hiệu $3I_0$ và 01 còn lại là khuếch đại đồng pha để lấy ra $3U_0$.

2.1. Mạch thu tín hiệu dòng thứ tự không

Từ sơ đồ nguyên lý mạch điện đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha chọn lọc cho trạm phân phối điện cao áp mô 6kV mạng trung tính cách ly không có biến áp đo lường HTMI -6, tiến hành phân tích thiết kế mạch thu tín hiệu dòng thứ tự không như sau.



Hình 2. Sơ đồ Mạch thu tín hiệu dòng thứ tự không $3I_0$ sử dụng khuếch đại thuật toán LM741

Mạch khuếch đại thuật toán (hình 2) là sơ đồ khuếch đại đảo có hàm truyền đạt dạng:

$$U_{ra} = -\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} \cdot U_{vào} = -K_{ht} \cdot U_{vào}, \quad (1)$$

trong đó: U_{ra} – điện áp ra;

$U_{vào}$ – điện áp vào;

K_{ht} – hệ số khuếch đại có hồi tiếp âm.

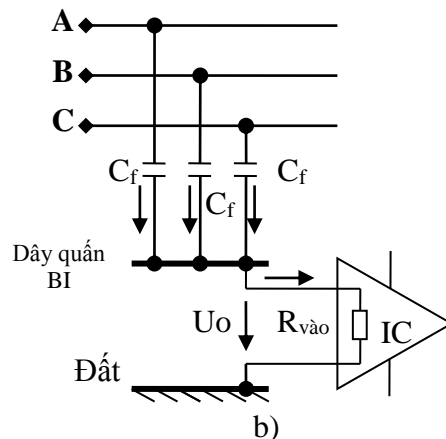
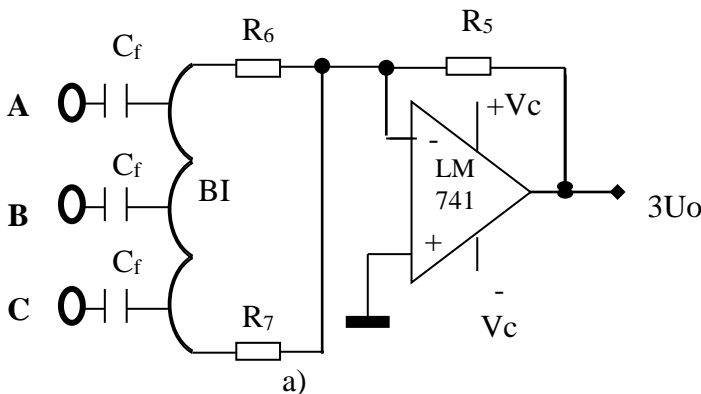
Vì điện áp ra của biến dòng thứ tự không thường rất nhỏ (cỡ vài chục đến vài trăm mV) nên để có điện áp ra sau khuếch đại thuật toán đạt đến cỡ một vài vôn, phù hợp với đầu vào của khối so sánh 4 thì hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại thuật toán khi thiết kế lựa chọn $K_{ht} = 20$. Mặt khác, mạch khuếch đại thuật toán thông dụng LM741 là dòng mạch tích hợp từ các transistor bipolar có điện trở vào trung bình khoảng dưới $1 \text{ M}\Omega$, khi thiết kế mạch khuếch đại thường sử dụng các điện trở vào R_2 và R_3 có trị số cỡ $100 \text{ k}\Omega$ suy ra điện trở hồi tiếp R_1 có trị số là:

$$1 + \frac{200}{R_1} = 20 \rightarrow R_1 = \frac{200}{19} = 10,5$$

\Rightarrow lựa chọn $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

2.2. Mạch tách tín hiệu $3U_0$

Thứ cấp của máy biến dòng thứ tự không có điện trở nhỏ so với điện trở vào của mạch khuếch đại thuật toán, trên thực tế điện trở trong của dây quấn thứ cấp máy biến dòng hầu như không ảnh hưởng đến hệ số khuếch đại của mạch. Từ mạch tách tín hiệu điện áp thứ tự không ta có mạch điện thay thế đầu vào như sau.



Hình 3. Sơ đồ mạch tách tín hiệu điện áp thứ tự không $3U_0$ sử dụng khuếch đại thuật toán LM741

a) Sơ đồ nguyên lý; b) Sơ đồ thay thế tương đương đầu vào

Ký hiệu điện dung riêng của các pha so với dây quấn thứ cấp của biến dòng thứ tự không là C_{fA} , C_{fB} , C_{fC} ($C_{fA} = C_{fB} = C_{fC} = C$), dòng điện dung tương ứng của chúng là $\dot{I}_A; \dot{I}_B; \dot{I}_C$.

Khi chưa chạm đất một pha, mạng đối xứng so với đất, ta có:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C \\ = \dot{I}_V = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Khi xảy ra chạm đất một pha (giả sử pha A) pha A có điện thế bằng 0, các pha còn lại B và C có điện thế bằng điện áp dây Ud. Dòng điện vào khuếch đại thuật toán được xác định như sau:

$$\begin{aligned} \dot{I}_V &= \dot{I}_B + \dot{I}_C = \dot{U}_{AB} \cdot g_B + \dot{U}_{AC} \cdot g_C \\ &= (\dot{U}_{AB} + \dot{U}_{AC}) \cdot g \\ &= -\dot{U}_{BC} \cdot g \end{aligned} \quad (3)$$

trong đó: $g_A = g_B = g_C = g = j \cdot \omega C$ – điện dung dẫn của các pha so với đất.

Điện áp vào của mạch khuếch đại thuật toán có dạng:

$$\begin{aligned} \dot{U}_V &= \dot{I}_V \cdot R_V = -\dot{U}_{BC} \cdot R_V \cdot g \\ &= -\sqrt{3} \cdot U_f \cdot e^{-j\frac{\pi}{2}} \cdot j\omega C \cdot R_V \\ &= -\sqrt{3} U_f \cdot \omega C R_V \\ &= -K \cdot U_f = -K \dot{U}_A \\ &= K \dot{U}_0 \end{aligned} \quad (4)$$

trong đó: $\dot{U}_0 = -\dot{U}_A$ điện áp thứ tự không ngược pha với điện áp pha bị chạm đất;

$K = \omega C \cdot R_V$ – hệ số truyền đạt của mạch vào khuếch đại thuật toán.

Điện áp ra của mạch tách tín hiệu điện áp $3U_0$ lấy từ biến dòng thứ tự không có dạng:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{ra} &= \dot{K}_{ht} \cdot \dot{U}_V \\ &= \dot{K}_{ht} \cdot K \cdot \dot{U}_0 \end{aligned} \quad (5)$$

Như vậy, với mạch khuếch đại thuật toán được thiết kế như trên hình 3 sẽ lọc được thành phần điện áp thứ tự không $3U_0$ từ cực của máy biến dòng thứ tự không BI.

3. Xây dựng mô hình mô phỏng mạch đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha mạng trung tính cách ly 6kV không có biến áp đo lường HTMI -6

Xây dựng mô hình mạch và thử nghiệm

Hiện nay, có rất nhiều phần mềm ứng dụng cho chuyên ngành kỹ thuật điện – điện tử để mô phỏng, kiểm tra và hiệu chỉnh các mạch điện tử trong khi thiết kế, như: PSPICE, ELECTRONICS WORKBENCH, MATLAB SIMULINKS, CIRCUIT MARKER, ... Để mô phỏng các mạch điện tử, thông dụng và thuận tiện nhất là phần mềm ELECTRONICS WORKBENCH, CIRCUIT MARKER.

Trong khi xây dựng mô hình mô phỏng mạch đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất trên phần mềm ELECTRONICS WORKBENCH lấy:

- Điện áp ba pha 6kV của mạng điện cao áp mở có trung tính cách ly được thay thế bằng 03 nguồn điện xoay chiều điện áp sin lệch pha nhau 120° .

- Điện dung riêng của các pha A, B, C lấy giống nhau bằng 1 nF

- Điện trở vào của khuếch đại thuật toán R_V sơ bộ lựa chọn bằng 10 k

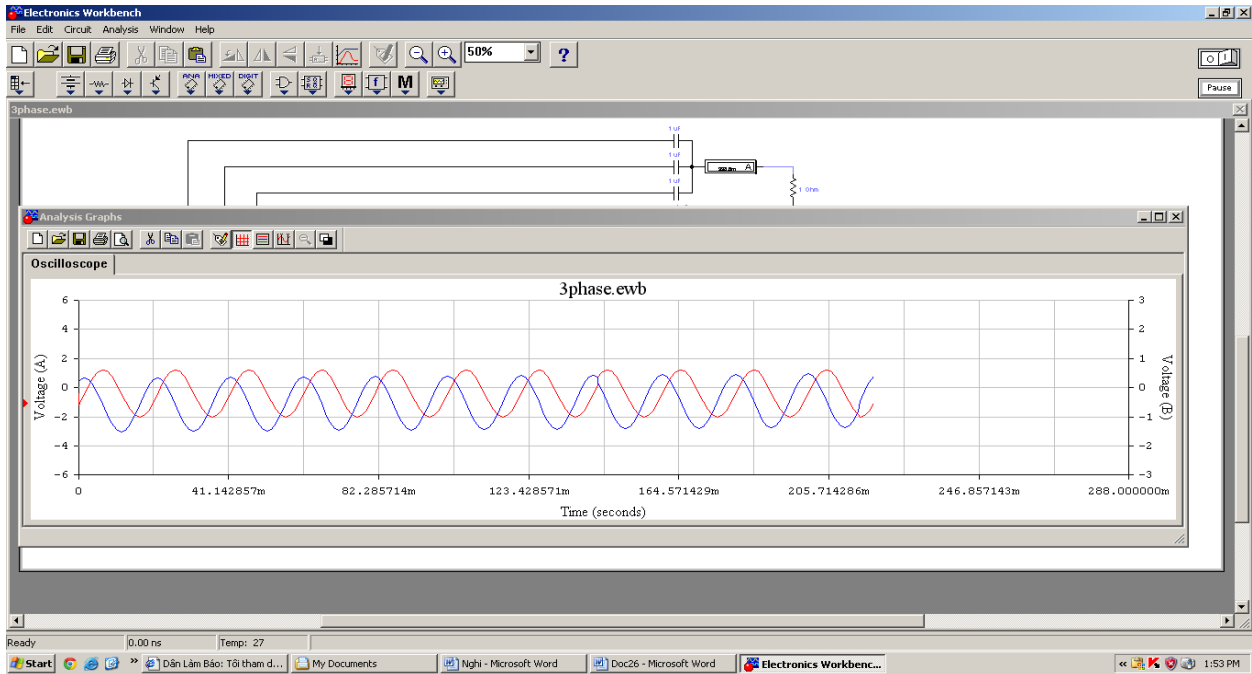
- Điện dung của từng pha so với đất lựa chọn giá trị trung bình bằng 0,5 μF

- Tải trên khởi hành thuần trở nối sao có công suất 35 kW

- Sử dụng máy hiện sóng có trong thư viện phần mềm để đo và quan sát điện áp thứ tự không $3U_0$ khi tiến hành tạo chạm đất một pha

- Sử dụng khoá K nối trực tiếp đất với pha A để tạo ra sự cố chạm đất hoàn toàn.

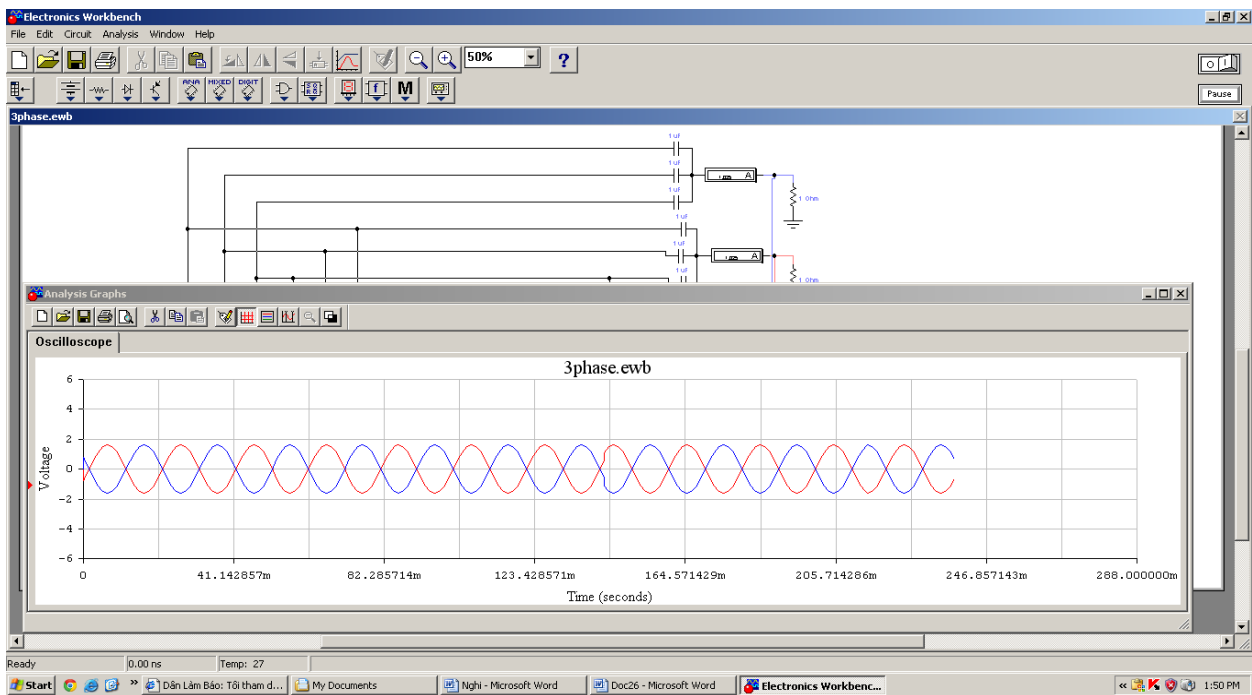
Sau khi xây dựng mô hình mạch đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất 1 pha bằng phần mềm ELECTRONICS WORKBENCH, kết quả thử nghiệm như sau:



Hình 4. Kết quả mô phỏng mạch đầu vào của rơ le bảo vệ chống chạm đất một pha với 2 đại lượng $3U_0$ và $3I_0$ trên khởi hành có chạm đất pha A

Nhận xét:

- Kết quả thu được tín hiệu $3u_0$ và $3I_0$ khi chạm đất một pha tại khởi hành có lắp mạch đầu vào rơ le bảo vệ chạm đất một pha cho thấy tín hiệu $3I_0$ luôn chậm sau $3U_0$ một góc khoảng 90° (hình 4).



Hình 5. Kết quả mô phỏng cho tín hiệu dòng chạm đất $3I_0$ Tại 2 khởi hành chạm đất và không chạm đất 1 pha

- Khi xảy ra chạm đất một pha, dòng điện thứ tự không trên khởi hành bị chạm đất và không chạm đất luôn ngược pha nhau 180° . Điều này chứng minh rằng tại khởi hành bị chạm đất một pha dòng thứ tự không luôn chậm pha sau điện áp thứ tự không (tính chất điện cảm) còn dòng thứ tự không tại khởi hành không chạm đất luôn vượt pha trước điện áp thứ tự không một góc khoảng 90° (tính chất điện dung).

4. Kết luận

Để lấy ra được tín hiệu dòng điện và điện áp thứ tự không khi có sự cố chạm đất một pha trên các khởi hành lưới điện cao áp 6 kV không có biến áp đo lường HTMI -6, có thể sử dụng máy biến dòng thứ tự không BI và 02 mạch khuếch đại thuật toán để lấy ra 02 tín hiệu 3U_o và 3I_o. Mạch khuếch đại vi sai cho phép lấy ra trên hai cực của máy biến dòng thứ tự không BI thành phần tín hiệu dòng điện thứ tự không 3I_o, còn mạch khuếch đại đồng pha cho phép tách

được thành phần tín hiệu điện áp thứ tự không 3U_o. Qua kết quả mô phỏng mạch khuếch đại thuật toán để tách tín hiệu 3U_o từ máy biến dòng thứ tự không BI cho thấy kết quả nhận được phù hợp ứng đúng với bản chất và hiện tượng chạm đất một pha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Букстоляр В.Ф., Шуцкий В.И. Защита от замыканий на землю в электроустановках 6-35 кВ. Изд. Екатеринбург, 1999г.
- [2]. Пивнях Г.Г., Шкрабец Ф.П. Несимметричные повреждения в электрических сетях карьеров. Изд. Москва "недра", 1993г.
- [3]. В.И. Карлашук. Электронная лаборатория на IBM (Программа Electronics workbench и ее применение). Изд. "СОЛОН пресс", Москва 2003.

SUMMARY

Research, design input circuit of the selectivity relay earth fault protection of single phase for high voltage power distribution stations 6kV mine with isolation neutral no measurement transformer HTMI - 6
Dinh Van Thang, Hanoi University of Mining and Geology

With the high voltage grid 6 kV in mine is not equipped measurement transformer type HTMI-6 problems installing equipment to protect earth fault to ground selectivity become very difficult and not feasible. In order to resolve this problems, the author proposed one equipment earth fault protection of single-phase to the ground with special input circuit. The proposed solution is just to use the currents transformer BI with 02 operational amplifiers algorithm for separating two signal 3I_o and 3U_o for operation. Using the applicated functions of operational amplifier to perform the task.

MÔ HÌNH MẠNG ĐIỆN MỎ HÀM LÒ...

(tiếp theo trang 53)

SUMMARY

Modeling the power system 1140 voltage of underground mines in Quang Ninh area with the view of safety from electrical shock
Nguyen Van Quan, Quang Ninh University of Industry
Kim Ngoc Linh, Hanoi University of Mining and Geology

This paper presents the results of research to build models of of underground mines in Quang Ninh area with the view of safety from electrical shock. From the research results overview of the model calculated leakage in underground mines electricity network and research results about the transition to disconnect the three-phase asynchronous motor from the power supply, the authors propose a leakage current model calculation applied to the electric network voltage 1140V underground mines in Quang Ninh. A new feature of the model is telling the influence of stator voltage of large capacity engine after disconnected from the power supply to the leakage current.