

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ANSYS XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÁY BIẾN ÁP BA PHA VÀ PHÂN TÍCH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP TRONG ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG VÀ SỰ CỐ

Đào Duy Yên*

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Hệ thống điện là một hệ thống phức tạp trong cả cấu trúc và vận hành, khi xảy ra sự cố bất kỳ một phần tử nào trong hệ thống đều ảnh hưởng đến độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện và gây thiệt hại lớn về kinh tế. Vì vậy, việc chuẩn đoán dạng sự cố trong MBA 3 pha là một bài toán rất cấp thiết để phát hiện và khắc phục sự cố của một thiết bị rất quan trọng trong hệ thống điện qua đó giảm bớt những thiệt hại về kinh tế và nâng cao độ tin cậy, chất lượng điện cung cấp cho các hộ tiêu thụ là hết sức cần thiết.

Bài báo tập trung vào tìm hiểu các ảnh hưởng của dòng điện, điện áp của MBA phân phối 22/0.4 kV để tính toán mô phỏng lực từ tác dụng lên các cuộn dây MBA trong chế độ làm việc bình thường và sự cố chập hai vòng dây.

Từ khóa: Phát hiện sự cố, mô hình Máy biến áp, phần mềm ANSYS, Phương pháp các phần tử hữu hạn, cuộn dây

GIỚI THIỆU

Sự tiến bộ của khoa học, kỹ thuật đòi hỏi người kỹ sư thực hiện những đề án ngày càng phức tạp, đắt tiền và đòi hỏi độ chính xác, an toàn cao.

Phương pháp các phần tử hữu hạn (*Finite Elements Methods - FEM*) là một phương pháp rất tổng quát và hữu hiệu cho các bài toán kỹ thuật khác nhau. Từ việc phân tích trạng thái ứng suất, biến dạng trong các kết cấu cơ khí, các chi tiết trong ô tô, máy bay, tàu thủy, khung nhà cao tầng, dầm cầu,... đến những bài toán của lý thuyết trường như: lý thuyết truyền nhiệt, cơ học chất lỏng, điện-từ trường... Phần mềm ANSYS giúp ta thiết kế được mô hình MBA 3 pha và mô phỏng lấy được các số liệu của MBA làm việc trong chế độ bình thường và sự cố.

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ PHẦN MỀM ANSYS

Hiện có nhiều phần mềm FEM nổi tiếng như: ANSYS, ABAQUS, SAP,... ANSYS là phần mềm phổ biến hiện nay, được sử dụng nhiều trong học tập và nghiên cứu. FEM là một phần mềm phân tích phần tử hữu hạn hoàn chỉnh dùng để mô phỏng, tính toán thiết kế công nghiệp.

Phần mềm ANSYS được tổ chức dưới dạng khối để dễ dàng hơn khi lựa chọn cấu hình

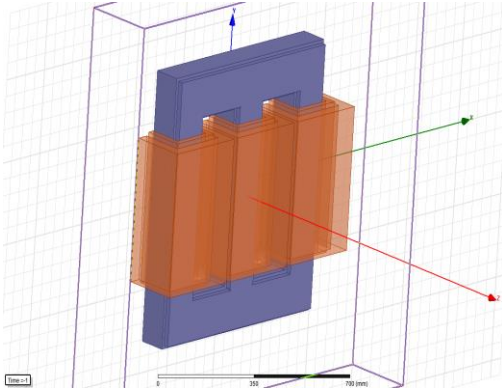
vừa phải theo nhu cầu. Trong số các khối chức năng chính có thể kể tới 5 khối là ANSYS Maxwell, ANSYS Structure, ANSYS Design Modeler và ANSYS Meshing, ANSYS Mechanical Workbench, ANSYS Mechanical.

MÔ PHỎNG MBA PHÂN PHỐI BA PHA 400kVA 22-0.4kV Y-Y₀. SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS [1], [2]

Thông số cơ bản

Công suất định mức	400	kVA
Tổ đấu	Y-Y ₀ -12	
Điện áp sơ cấp	22	kV
Điện áp thứ cấp	0,4	kV
Chiều cao cửa sổ	530	mm
Chiều rộng cửa sổ	302	mm
Chiều rộng chân lớp 1	140	mm
Chiều rộng chân lớp 2	120	mm
Chiều dày lớp 1	200	mm
Chiều dày lớp 2	40	mm
Chiều rộng gông lớp 1	140	mm
Chiều rộng gông lớp 2	120	mm
Đường kính trong cuộn HA	150/250	mm
Đường kính ngoài cuộn HA	189/289	mm
Chiều cao cuộn HA	450	mm
Số vòng cuộn HA	22	
Đường kính trong cuộn CA	209/309	mm
Đường kính ngoài cuộn CA	282/382	mm
Chiều cao cuộn CA	430	mm
Số vòng cuộn CA	2098	

* Tel: 0983 214112; Email: daoduyyen88@gmail.com

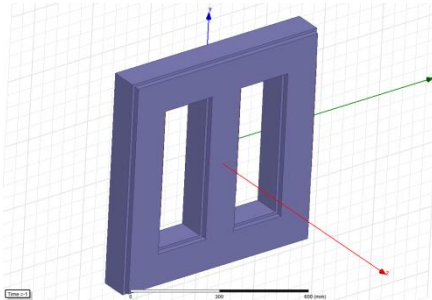


Hình 1. Mô hình MBA 3 pha

Các thiết lập cơ bản trên phần mềm

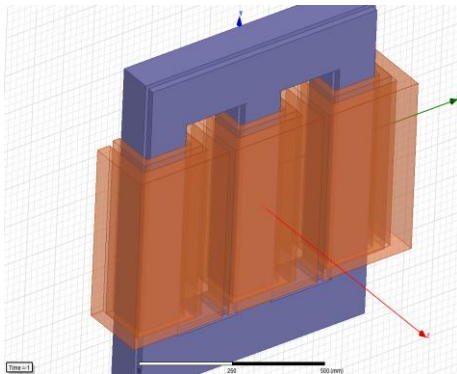
Thiết lập các thông số cho lõi MBA

Trong thiết kế này ta sử dụng thép kỹ thuật điện có mã JGH100



Hình 2. Mô hình lõi MBA

Thiết lập các thông số cho các cuộn dây MBA

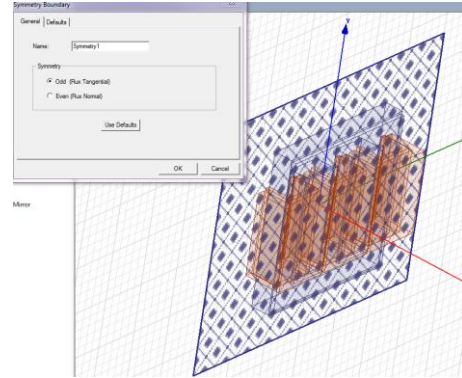


Hình 3. Mô hình cuộn dây MBA

Thiết lập điều kiện biên:

Mô hình được thiết lập kiểu điều kiện biên đối xứng để tiết kiệm thời gian giải cũng như khả năng của máy tính [3].

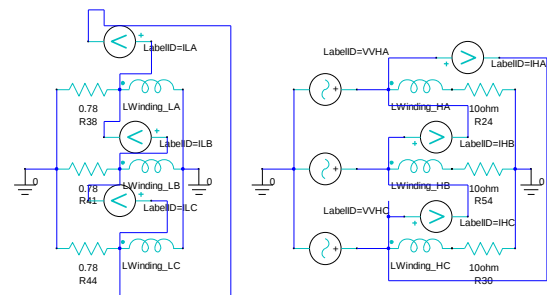
Điều kiện biên giới hạn không gian tính toán được thiết lập với biên giới xa vô cực có kích thước gấp 1.5 lần kích thước máy biến áp



Hình 4. Mô hình cuộn dây MBA

Thiết lập kích thích

Mô hình các cuộn dây được kích thích bởi một mạch điện bên ngoài. Mỗi cuộn dây được định nghĩa thông qua phần tử “Winding” [4], [5].

Mô hình mạch MBA

Hình 5. Mô hình mạch MBA

Trong mô hình này các cuộn dây và tải được thiết lập theo tổ đấu Y-Y₀. Với tải ở phía hạ áp (Low Voltage – LV) được thiết lập tương đương với trạng thái làm việc 50% tải đây là trạng thái làm việc dài hạn phổ biến của các máy biến áp phân phối [6].

Thiết lập các tham số cho thuật toán giải mạch

Kết quả mô phỏng sẽ phân tích 0.2s kể từ thời điểm đóng máy tương đương với 10 chu kỳ. Bước thời gian được chia 0.001s tương đương 1/20 chu kỳ phân tích

KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Sau khi mô phỏng bằng phần mềm ANSYS cho MBA 400kVA 22-0,4kV Y-Y₀ làm việc trong chế độ bình thường và chế độ sự cố ta sẽ lấy được các kết quả sau :

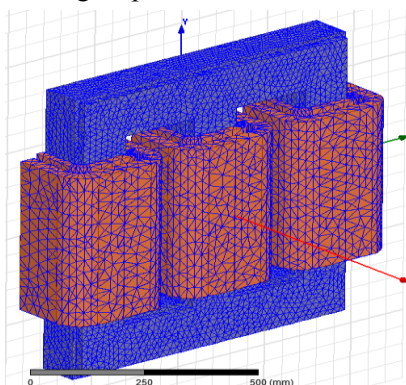
Dòng áp đầu ra khi MBA làm việc bình thường và sự cố;

Lực điện từ hướng trục và hướng kính tác dụng lên lõi khi MBA làm việc bình thường và sự cố.

KẾT QUẢ PHÂN TÍCH KHI MBA LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG

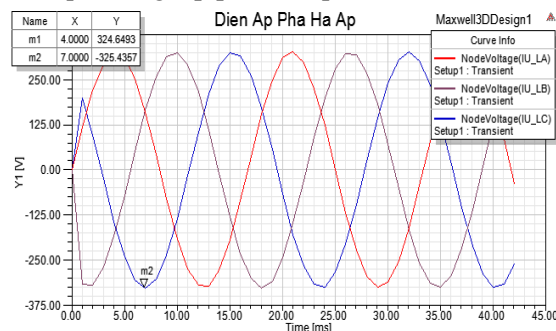
Lưới chia mô hình

Mô hình được chia thành lưới các phần tử tứ giác với tổng số phần tử là 197449



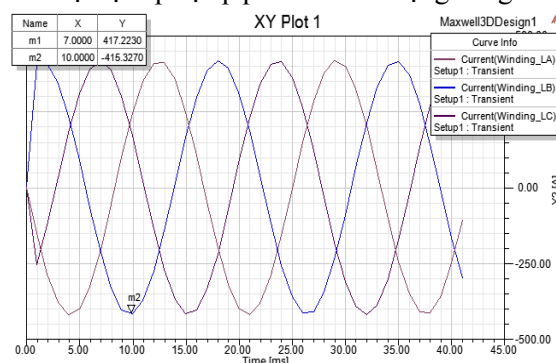
Hình 6. Mô hình chia lưới và số phần tử lưới MBA

Kết quả dòng, áp phía hạ áp



Hình 7. Đồ thị điện áp các pha hạ áp

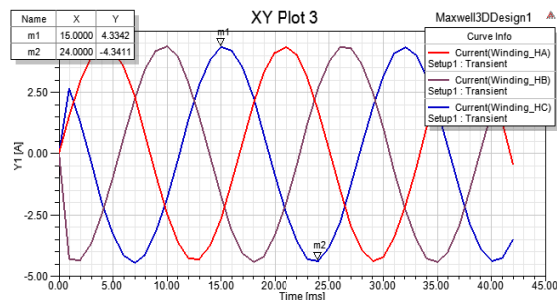
Giá trị điện áp hạ áp pha 230V có dạng dòng sin



Hình 8. Đồ thị dòng điện các pha hạ áp

Cường độ dòng điện trên pha trên cuộn hạ áp là 295 A.

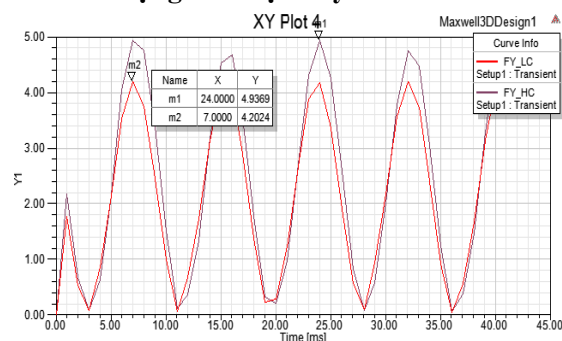
Kết quả dòng phía cao áp



Hình 9. Đồ thị dòng điện các pha cao áp

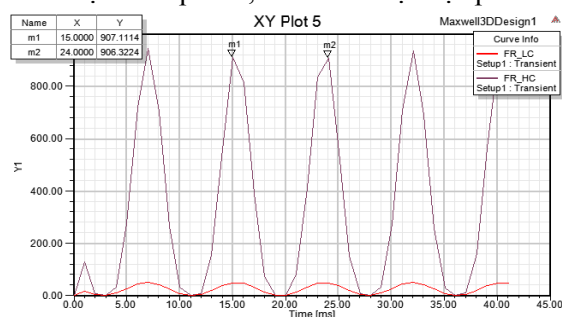
Giá trị dòng điện hiệu dụng 3A phân bố đều trên các pha

Kết quả lực điện từ hướng trục và hướng kính tác dụng lên cuộn dây



Hình 10. Đồ thị lực điện từ hướng trục tác dụng lên các cuộn dây pha C

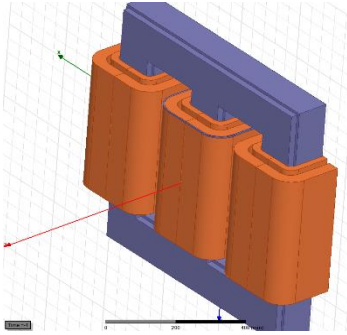
Lực điện từ hướng trục trên cuộn dây cao áp và hạ áp pha C, giá trị lớn nhất của lực đạt 4,93 N trên cuộn cao áp và 4,20 N trên cuộn hạ áp.



Hình 11. Đồ thị lực điện từ hướng kính tác dụng lên các cuộn dây pha C

Lực hướng kính trên cuộn dây cao áp pha C, giá trị lớn nhất trên cuộn cao áp đạt 907,11 N.

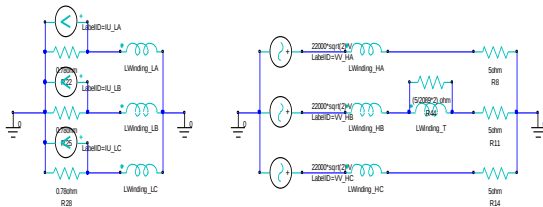
MÔ PHỎNG MBA KHI CÓ SỰ CỐ CHẬP HAI VÒNG DÂY CỦA CUỘN CAO ÁP PHA B



Hình 12. Mô hình MBA sự cố chập hai vòng dây cuộn cao áp pha B

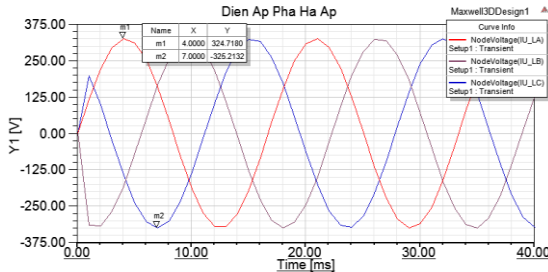
Thiết lập mạch điện cho MBA

Trong mô hình mạch hai vòng dây được nối tắt với nhau thông qua một điện trở có độ lớn bằng độ lớn điện trở thuần của hai vòng dây [7], [8].



Hình 13. Sơ đồ mạch điện cho MBA

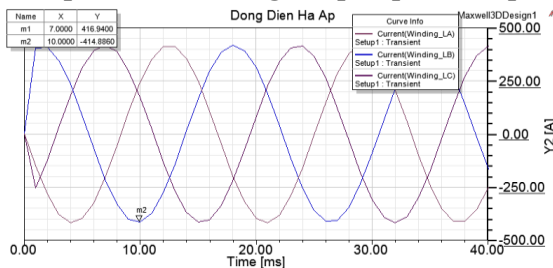
Kết quả đặc tính điện áp các pha phía hạ áp



Hình 14. Đồ thị đặc tính điện áp các pha hạ áp

Điện áp đầu ra không có bất cứ một sự thay đổi nào so với trường hợp không sự cố, giá trị điện áp hiệu dụng vẫn ở 230 V.

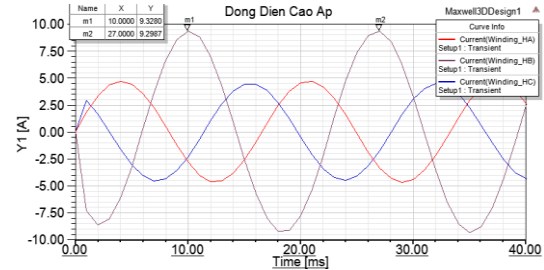
Kết quả đặc tính dòng các pha phía hạ áp



Hình 15. Đồ thị đặc tính dòng các pha hạ áp

Dòng điện phía HA không có một sự thay đổi nào so với trường hợp không có sự cố kể cả về biên độ và góc pha

Kết quả đặc tính dòng các pha phía cao áp

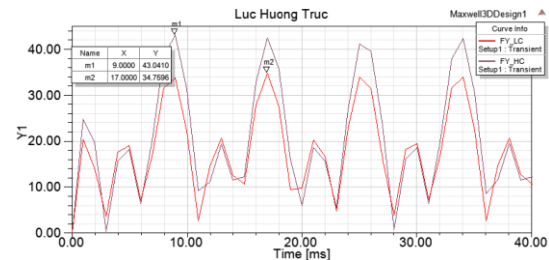


Hình 16. Đồ thị đặc tính dòng các pha cao áp

Dòng điện cực đại pha A và pha C tăng 9% (từ 4,3 A lên 4,7 A) dòng điện pha B tăng 2,16 lần.

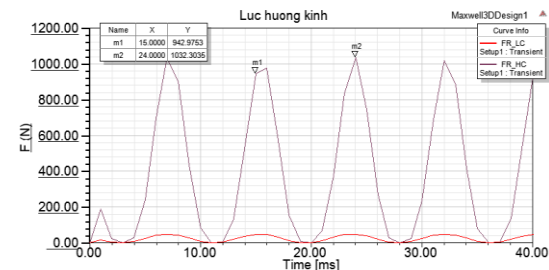
Tính đối xứng về dòng giữa 3 pha hoàn toàn bị phá vỡ khi dòng điện pha B (pha sự cố) lớn hơn 1,98 lần so với hai pha còn lại

Kết quả lực điện từ tác dụng lên cuộn dây phía cao áp và hạ áp



Hình 17. Đồ thị lực điện từ tác dụng lên pha C theo phương hướng trục

Giá trị lực hướng trục trên cuộn dây cao áp pha C 43,04 N lớn hơn 8,6 lần so với trạng thái 50% tải. Lực hướng trục trên cuộn hạ áp pha C 34,75 N lớn hơn 8 lần so với trạng thái 50% tải.



Hình 18. Đồ thị lực điện từ tác dụng lên pha C theo phương hướng kính

Giá trị lực hướng kính cực đại trên cuộn cao áp pha C 1032,30 N lớn hơn 1,13 lần trường hợp 50% tải.

MỘT SỐ KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo đã xây dựng được mô hình MBA 400 kVA 22-0,4 kV Y-Y₀ trong phần ANSYS và mô phỏng lấy các kết quả đặc tính dòng, áp của các pha, lực điện từ tác dụng lên các cuộn dây khi MBA làm việc bình thường và sự cố chập hai vòng dây. Hướng phát triển của bài báo sẽ tiếp tục nghiên cứu về việc đáp ứng tần số rung trên vỏ MBA trong chế độ làm việc bình thường và sự cố [9], [10].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Tử Thụ (2005), *Thiết kế Máy biến áp điện lực*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
2. Thiết kế Máy biến áp (1967). Bộ môn Máy điện-Khí cụ điện. NXB ĐHBK HN.
1. S. Brahma (2005), Fault location scheme for a multi-terminal transmission line using synchronized voltage measurements, *IEEE Trans. Power Delivery*, 20(2), 1325-1331.
2. Brahma S, Girgis A, (2004), Fault Location on a Transmission Line Using Synchronized Voltage Measurements, *IEEE Trans. Power Delivery*, 19(4), 1619-1622.
3. P.K. Dash, B.K. Panigrahi, G. Panda, (2003), *Power quality analysis using S-transform*, *IEEE Power Delivery*, vol. 18, pp. 406- 411.
4. Djuric M, Radojevic Z, Terzija V, (1998), *Distance protection and fault location utilizing only phase current phasors*, *IEEE Trans. Power Delivery*, 13(4), 1020-1026.
5. Jiang Joe-Air, Yang Jun-Zhe, Lin Ying-Hong, Liu Chih-Wen, Ma Jih-Chen, (2000), *An adaptive PMU based fault detection/location technique for transmission lines Part I: Theory and algorithms*, *IEEE Trans. Power Delivery*, 15(2), 486-493.
6. Girgis A, Hart D, Peterson W, (1992), *A new fault location technique for two- and three-terminal lines*, *IEEE Trans. Power Delivery*, 7(1), 98-107.
7. Gopalakrishnan A, Hamai D, Kezunovic M, McKenna S, (2000), *Fault location using the distributed parameter transmission line model*, *IEEE Trans. Power Delivery*, 15(4), 1169-1174.
8. Y. Lin, C. Liu, C. Chen, (2001), *A new PMU-based fault detection/location technique for transmission lines with consideration of arcing fault discrimination-part I: theory and algorithms*, *IEEE Trans. Power Delivery*, (4), 1587-1593.

SUMMARY

**ANSYS SOFTWARE APPLICATION MODEL CONSTRUCTION PHASE
THREE TRANSFORMERS AND ANALYSIS OF WORKING REGIME IN
TRANSFORMERS NORMAL WORKING CONDITIONS AND FAULT**

Dao Duy Yen*

Uninversity of Technology - TNU

The electrical system is a complex system in both structure and operation, when an incident occurs, any element in the system affects the reliability of the power supply, the quality of the electricity, and the great damage. Therefore, the diagnosis of the type of incident in the three-phase MBA is a very urgent problem to detect and troubleshoot a very important device in the electrical system thereby reducing the economic losses and Improving the reliability and quality of electricity supplied to consumers is essential.

The paper will focus on understanding the effects of the electric current, the voltage of the 22 / 0.4 kV distributed MBA to calculate the magnetic force simulator effect on the MBA windings in normal working mode and shorting faults.

Keyword: *fault detection, transformer model, ANSYS software, Finite Elements Methods, Winding*

Ngày nhận bài: 01/11/2017; Ngày phản biện: 27/11/2017; Ngày duyệt đăng: 05/01/2018

* Tel: 0983 214112; Email: daoduyyen88@gmail.com