

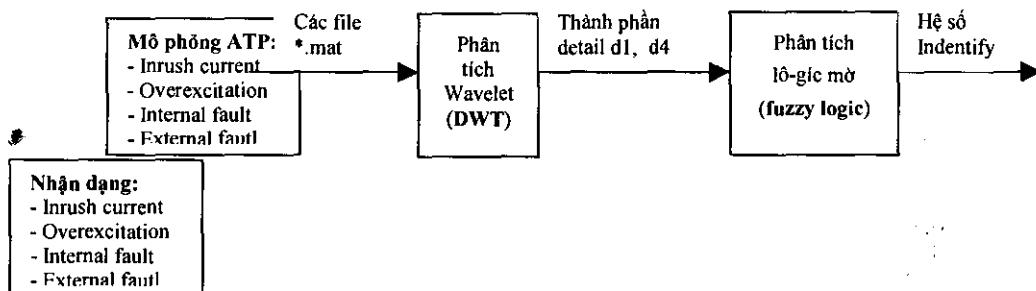
NHẬN DẠNG CÁC HIỆN TƯỢNG QUÁ ĐỘ TRONG MÁY BIẾN ÁP SỬ DỤNG PHÂN TÍCH WAVELET VÀ FUZZY LOGIC

NGUYỄN HOÀNG VIỆT, NGUYỄN TUẤN DŨNG

I. GIỚI THIỆU

Những thuận lợi trong kỹ thuật số hoá hệ thống bảo vệ đã giúp chúng ta có một cái nhìn mới về các phương pháp bảo vệ số cho các phần tử của hệ thống điện, bảo vệ so lệch máy biến áp cũng là một phần trong hệ thống đó.

Phép biến đổi wavelet được xem là một công cụ phân tích mới được sử dụng để phân tích các tín hiệu dùng cũng như quá độ. Phép biến đổi wavelet được xem như là một kỹ thuật cơ bản cho việc nhận dạng ngắn mạch bên trong, bên ngoài từ các điều kiện dòng từ hoá và dòng quá kích trong Máy biến áp. Quá trình mô phỏng, phân tích và nhận dạng được thực hiện theo lưu đồ trong hình 1.

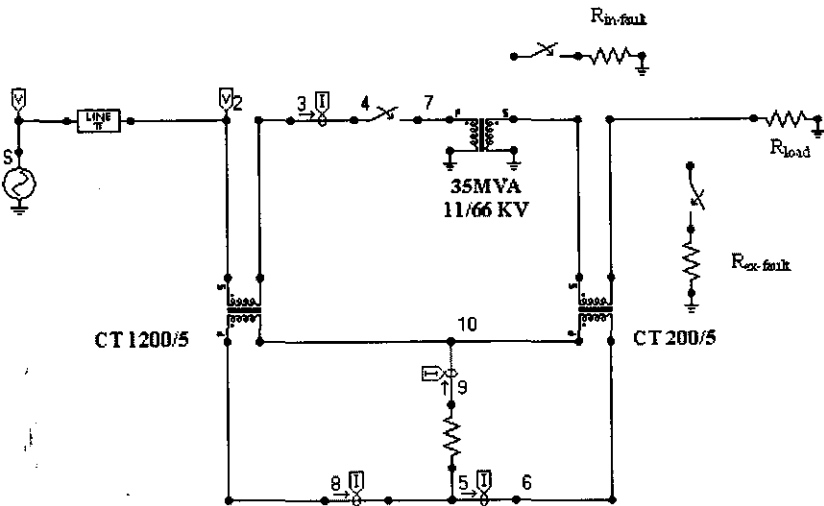


Hình 1. Lưu đồ mô phỏng, phân tích và nhận dạng các tín hiệu quá độ trong máy biến áp

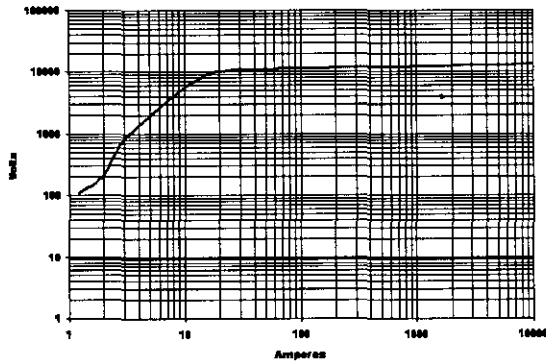
II. MÔ PHỎNG QUÁ ĐỘ

EMTP – ATP là chương trình máy tính dùng để mô phỏng các hiện tượng điện từ, điện cơ và quá trình quá độ của hệ thống điện. EMTP và ATP (Alternative Transients Program) có thể xác định được các biến số mà chúng ta quan tâm trong mạng điện như là một hàm của thời gian, là hàm tiêu biểu cho hiện tượng nhiễu [4].

Mô hình được mô phỏng (hình 2) là một máy biến áp 35 MVA – 11/66 KV ($R_p = 0,2 \Omega$, $L_p = 0,23 \text{ mH}$, $R_s = 0,7 \Omega$, $L_s = 0,7 \text{ mH}$) và đường cong từ hoá của Máy biến áp (hình 3), CT 1200/5 và CT 200/5, đường dây dạng hình π ($R_L = 0,5 \Omega$, $L_L = 1 \text{ mH}$, $C_L = 0,001 \mu\text{F}$), nguồn cấp ($U = 15500\text{V}$, $f = 50\text{Hz}$) theo nguyên lí làm việc của bảo vệ so lệch (87T) Máy biến áp:

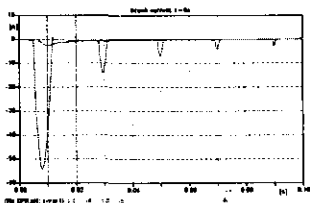


Hình 2. Mô hình mô phỏng bảo vệ 87T của Máy biến áp trên ATP

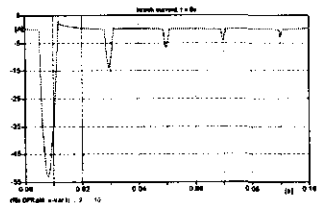


Hình 3. Đường cong từ hoá của Máy biến áp

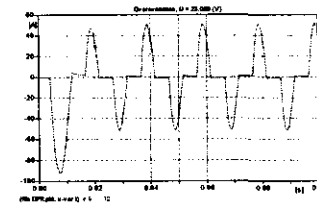
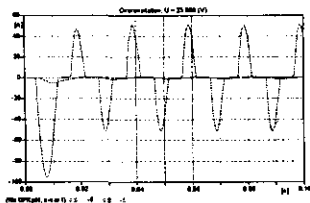
Kết quả mô phỏng thu được từ chương trình ATP với mô hình trên (hình 4).

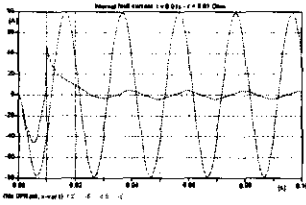


Dòng từ hoá

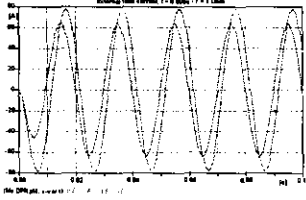
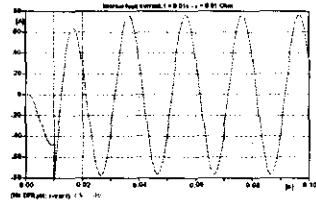


Dòng quá kích

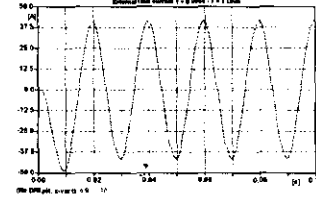




Dòng ngắn mạch trong



Dòng ngắn mạch ngoài



(a)

Hình 4. Kết quả mô phỏng

(b)

(a) Dòng sơ cấp chạy qua CT 1200/5 (dòng tại nhánh 8-5), dòng thứ cấp CT 200/5 (dòng tại nhánh 5-6)

(b) Dòng sơ lệch chạy qua relay bảo vệ (dòng tại nhánh 9-10)

Tín hiệu mô phỏng thu từ ATP sẽ được chuyển sang Matlab dưới dạng file *.mat để phân tích, nhận dạng bằng chương trình được lập trình để thực hiện phép biến đổi wavelet và fuzzy logic.

III. PHÂN TÍCH WAVELET

Các dạng sóng tiêu biểu liên quan quá trình quá độ điện từ diễn biến rất nhanh, là các tín hiệu không chu kỳ chứa đựng các thành phần tần số cao và xung áp (dòng) cục bộ trong tần số cơ bản và các thành phần sóng hài. Phân tích Fourier không hiệu quả, vì kỹ thuật phân tích Fourier chỉ phân tích tín hiệu chu kỳ (tuần hoàn) dựa trên tần số để trích ra các thành phần quá độ xảy ra trong quá trình quá độ.

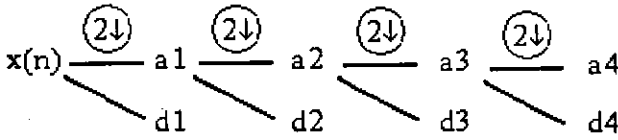
Hàm wavelet định vị trong miền thời gian và tần số đưa ra các hệ số wavelet tại mỗi độ co giãn khác nhau. Điều này dẫn đến khai triển wavelet có tính chính xác hơn để phân tích tín hiệu với các thành phần quá độ cục bộ. Wavelet là một loại hàm cơ sở khai triển tín hiệu, ta có thể phân loại chúng theo tính liên tục hay rời rạc theo thời gian hay theo tính chất của loại hàm cơ sở như wavelet trực giao, trực chuẩn, song trực giao, khung... Một vấn đề dễ nhận thấy là hàm cơ sở wavelet rất đa dạng và phức tạp hơn so với các hàm cơ sở liên tục hình sin và cosin của phép biến Fourier [5].

Wavelet rời rạc có nghĩa là hàm cơ sở trong phép biến đổi wavelet là các hàm rời rạc với các thông số độ phân giải a và thông số độ dịch chuyển b được cho trong biểu thức (1):

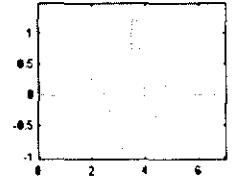
$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

DWT là một biến đổi wavelet rời rạc, là một wavelet biến đổi trực giao và việc tính toán hệ số wavelet tại mỗi co giãn có thể là một khối lượng công việc rất lớn và tạo rất nhiều dữ liệu. Do đó, chúng ta chọn những hệ số co giãn và dịch chuyển dựa vào hệ số lũy thừa bậc 2 (2), được gọi là những co giãn và dịch chuyển nhị nguyên để quá trình phân tích đạt hiệu quả và chính xác hơn:

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{-j/2} \cdot \psi(2^{-j}t - k) \quad \text{với } (j, k) \in \mathbb{Z}^2 \quad (2)$$



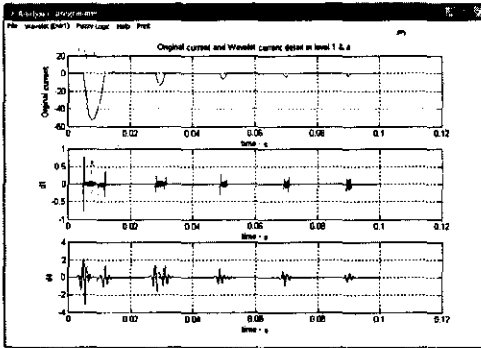
(a)



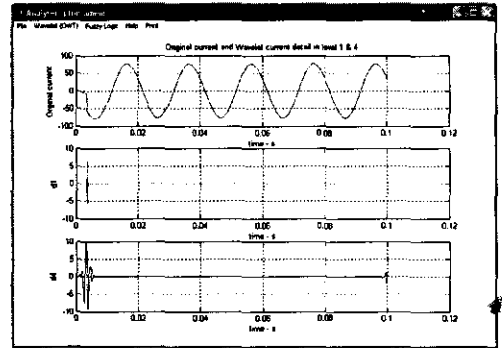
(b)

Hình 5. Cây phân tích 4 bậc (a) và Wavelet mẫu Db4 (b)

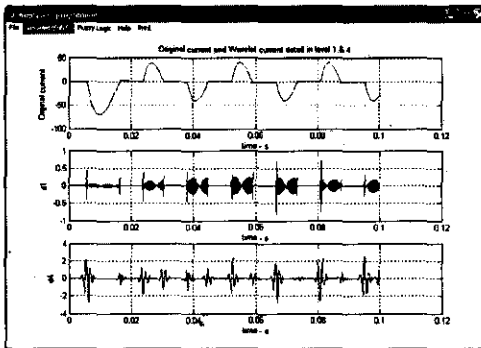
Dùng họ Daubechies wavelet làm wavelet mẫu và hàm Db4 wavelet để lấy mẫu với tần số 10.240Hz (hình 5), sử dụng cây phân tích 4 bậc để lọc lấy thành phần lọc thông cao $d1$ và $d4$ để xử lý [6]. Kết quả phân tích dòng từ hoá, dòng ngắn mạch, dòng kích từ chạy qua cuộn so lệch bằng phép biến đổi wavelet DWT (hình 6).



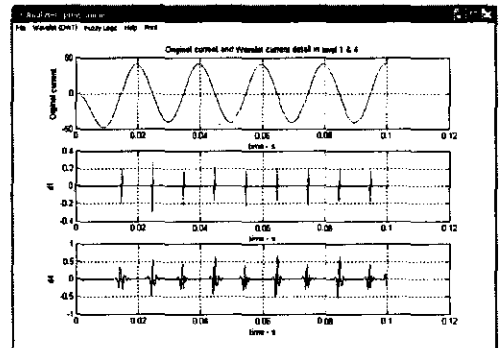
Dòng từ hoá



Dòng ngắn mạch bên trong



Dòng quá kích



Dòng ngắn mạch bên ngoài

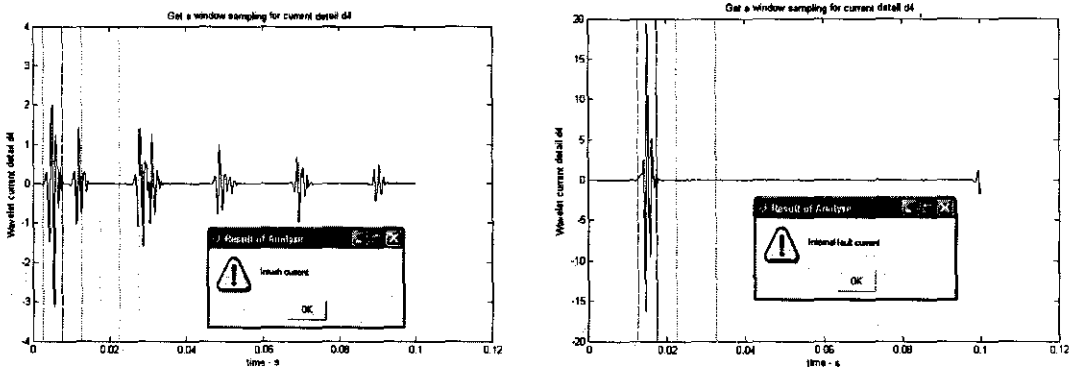
Hình 6. Kết quả phân tích wavelet của thành phần $d4$

Việc xử lý các tín hiệu dòng so lệch bằng wavelet đã nhận ra được các nét đặc trưng cơ bản giữa các dạng sóng của dòng từ hoá, dòng quá kích với các dạng sóng của dòng sự cố, đó chính là độ méo dạng sóng của $d1$ và $d4$ thu được từ phân tích wavelet. Tuy nhiên, để phân biệt được chính xác từng dạng riêng biệt chúng ta cần phải sử dụng đến phân tích mờ (fuzzy logic).

IV. PHÂN TÍCH MỜ (FUZZY LOGIC)

Các quy luật logic mờ dựa trên cơ sở của việc lựa chọn các phát biểu trong điều kiện mờ mà các phát biểu này thể hiện những hiểu biết cơ bản tương đương và xây dựng sự điều khiển bên ngoài. Cấp độ mờ của việc hiểu và mô tả về cơ bản của hệ thống chính là dạng đầu vào của tập hợp của những giới hạn đầu ra thoả mãn những điều kiện tại đầu vào. Việc xây dựng các khối theo dạng hệ thống mờ là những suy luận mờ và giải mờ, quy luật cơ bản của hệ thống. Sự suy luận mờ biểu diễn đầu ra dựa trên những quy luật mờ *if – then* và những quy luật cấu thành của sự suy luận [7].

Tín hiệu sau khi được xử lý qua phép biến đổi DWT ta lấy thành phần lọc thông cao $d1$ và $d4$ ra để phân tích, bằng phương pháp dịch chuyển một cửa sổ có kích thước chiều rộng là $\frac{1}{2}$ chu kì và bước dịch chuyển là $\frac{1}{4}$ chu kì tại thời điểm xảy ra các hiện tượng trên, chúng ta trích ra được những giá trị cực đại về biên độ của các thành phần bên trong của sóng – $peak(i)$, từ đó rút ra những nét đặc trưng của từng dạng tín hiệu.



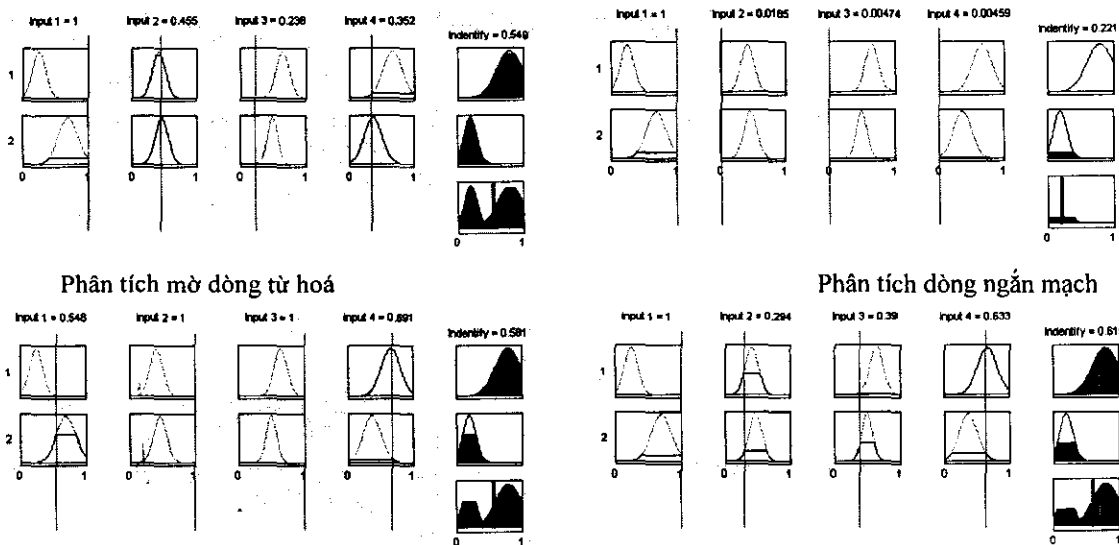
Hình 7. Cửa sổ lấy mẫu trên $d4$

Bằng phương pháp dịch chuyển cửa sổ này ta thu được các tỷ số bởi biểu thức:

$$Ratio(i) = \frac{peak(i)}{Max[peak(i)]} \quad \text{với } (i = 1 \div 4).$$

Các giá trị $[Ratio(i)]$ sẽ là đầu vào của khâu phân tích mờ được xây dựng dựa trên các hàm thuộc và quy luật *if – then*. Đầu ra của khâu phân tích mờ sẽ được giải mờ để đưa ra kết quả nhận dạng cho từng trường hợp tương ứng (hình 8).

Do hiện tượng và dạng sự cố là rất đa dạng cho từng loại máy biến áp khác nhau, từng loại chất liệu mạch từ khác nhau hay từng chế độ vận hành khác nhau mà kết quả thu được là khác nhau, nhưng về mặt vật lí thì chúng đều nằm trong các dạng sóng tín hiệu mà chúng ta đã đề cập ở trên và có những đặc điểm khác biệt. Chính vì vậy, việc sử dụng phân tích logic mờ là rất cần thiết và chúng được lập trình để nhận dạng thông qua khá nhiều kết quả mô phỏng cho từng trường hợp có thể có của các hiện tượng vật lí trên của máy biến áp. Từ đó, kết quả thu được là chính xác và ngày càng sát với thực tế hơn.



Phân tích mờ dòng ngắn mạch ngoài ~

Phân tích dòng quá kích

Hình 8. Kết quả phân tích mờ tại các trường hợp

V. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Từ kết quả thu được trên có thể thấy rằng, chỉ cần khảo sát trên 4 cửa số lấy mẫu trên d4 là có thể nhận dạng được các loại dòng từ hoá, dòng ngắn mạch, dòng kích từ thông qua việc phân tích và giải mờ chúng. Mặc dù, trên thực tế có khá nhiều chủng loại cũng như trạng thái hoạt động của máy biến áp nhưng xét về mặt vật lý thì tất cả các dạng sóng méo đều có dạng tương tự nhau cho từng trường hợp từ hoá, quá kích hay ngắn mạch khi sử dụng phép biến đổi Wavelet kết hợp với kỹ thuật nhận dạng bằng logic. Do đó phương pháp này mang lại một hiệu quả nhận dạng nhanh và chính xác khi ta .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Development of Wavelet transform based numeric delay for differential protection of power transformer, Dr.K. P.Vittal, D.N.Gaonakar, Dr.D.B.Fakruddin. E.E.E. Dept N.I.T.K.-Surathkal – 575 025
2. Performance analysis of traditional and improved transformer differential protective relays, Armando Guzmán, Stan Zocholl, and Gabriel Benmouyal, Schweitzer Engineering Laboratories, Inq. Pullman, WA USA
3. 53rd Annual Conference for Protective Relay Engineers, An improved transformer inrush restraint algorithm increases security while maintaining fault response performance Bogdan Kasztenny, Ara Kulidjian.
4. ATP - version 3.5 for Windows 9x/NT/2000/XP - Users' Manual - Preliminary Release No. 1.1 - October 2002.
5. Ali M., Spire Lab, UWM – Wavelet Characteristics – October 19, 1999 White Paper
6. Wavelet Toolbox For Use with MATLAB®, User's Guide Version 3, Michel Misiti, Yve Misiti, Georges Oppenheim, Jean-Michel Poggi.

7. Fuzzy Logic Toolbox - For Use with MATLAB® - COPYRIGHT 1995 - 1998 by The MathWorks, Inc
8. Design Of Fuzzy Controllers, Technical University of Denmark, Department of Automation, Bldg 326, DK-2800 Lyngby, DENMARK. Tech. report no 98-E 864 (design), 19 Aug 1998.

SUMMARY

NEW APPROACH FOR CLASSIFYING TRANSIENT PHENOMENA IN POWER TRANSFORMER USING DISCRETE WAVELET TRANSFORMS (DWT) AND FUZZY LOGIC

The role of a power transformer relay is operate and restraints in the cases of different transient phenomena. This paper presents a new approach for classifying transient phenomena in power transformer. The discrimination among internal faults, external faults, inrush currents and over-excitation is achieved by the combination of discrete wavelet transforms (DWT) and fuzzy logic analysis.

First, the analyzed data are obtained from simulations abnormal operating cases such as external faults, internal short circuit, magnetizing inrush by using ATP – EMTP. Next, the signals are analyzed by discrete wavelet transforms (DWT) and using detection methods based on direct recognition of the wave shape distortion of DWT detail (high frequency). Finally, the results are brought in fuzzy logic system for the recognition of the transient phenomena in power transformer. All codes are programmed by Matlab 6.5 compiler. The paper shows, the wave shape distortion is difference in different cases that is favorable condition for recognizing of the transient phenomena in power transformer.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 22 tháng 5 năm 2006

Nguyễn Hoàng Việt, Trường Đại Học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh.

Nguyễn Tuấn Dũng, Cty Điện lực Tp. Hồ Chí Minh.