

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**



**NGUYỄN VĂN LÂM**

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH PHỔ BẰNG  
WAVELET CỦA QUÁ TRÌNH TRUYỀN SÓNG ĐỂ XÁC  
ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Thái Nguyên 2015**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**NGUYỄN VĂN LÂM**

**TÊN ĐỀ TÀI**

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH PHỔ BẰNG  
WAVELET CỦA QUÁ TRÌNH TRUYỀN SÓNG  
ĐỂ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ TRÊN  
ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN**

**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**MÃ SỐ: 60.52.02.02**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN: TS. ĐỖ TRUNG HẢI**

**Thái Nguyên 2015**

## LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tác giả. Ngoài các tài liệu tham khảo đã được trích dẫn, các số liệu và kết quả mô phỏng offline, thời gian thực hiện dưới sự hướng dẫn của **TS. Đỗ Trung Hải**.

Tác giả

**Nguyễn Văn Lâm**

## LỜI CẢM ƠN

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến nhà trường và các Thầy, Cô trong trường đã tận tình giúp tôi trang bị được những tri thức mới, hữu ích, tạo điều kiện, môi trường thuận lợi nhất trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn này.

Với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tôi xin được bày tỏ lời cảm ơn đến Tiến sỹ Đỗ Trung Hải, người hướng dẫn khoa học đã khuyến khích, chỉ dẫn tận tình cho tôi trong suốt thời gian thực hiện luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc, các phòng chức năng cùng các bạn đồng nghiệp tại Công ty Điện lực Thái Nguyên đã hợp tác chia sẻ, cung cấp thông tin, tài liệu, số liệu phục vụ cho đề tài nghiên cứu.

Tôi xin gửi lời tri ân sâu sắc đến gia đình và những người bạn đã động viên, hỗ trợ tôi rất nhiều trong suốt quá trình học tập, làm việc và thực hiện luận văn.

*Thái Nguyên, tháng 12 năm 2015*

HỌC VIÊN

**Nguyễn Văn Lâm**

## MỤC LỤC

### LỜI CAM ĐOAN

### LỜI CẢM ƠN

MỤC LỤC.....	1
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....	3
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU.....	4
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ.....	5
MỞ ĐẦU.....	8
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN .....</b>	<b>11</b>
1.1 Ý NGHĨA CỦA BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ .....	11
1.2 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ .....	12
1.2.1 Phương pháp tính toán dựa trên trở kháng.....	12
1.2.2 Phương pháp định vị sự cố dựa trên nguyên lý sóng lan truyền từ điểm sự cố ..	19
1.2.3. Phương pháp định vị sự cố dựa trên nguyên lý sóng lan truyền từ đầu đường dây.....	20
<b>CHƯƠNG 2 NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH TRUYỀN SÓNG TRÊN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN SỬ DỤNG MATLAB-SIMULINK.....</b>	<b>21</b>
2.1 SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN .....	21
2.2 MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA SÓNG LAN TRUYỀN TRÊN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN.....	26
2.2.1 Các thông số đặc trưng cho sự truyền sóng trên đường dây dài: .....	26
2.2.2 Truyền sóng điện từ trên đường dây tải điện trong chế độ xác lập.....	27
2.2.3. Truyền sóng điện từ trên đường dây tải điện trong chế độ sự cố :.....	30
2.3. CÔNG CỤ MATLAB-SIMULINK TRONG MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỆN.....	31
2.3.1. Giới thiệu về Matlab.....	31
2.3.2. Giới thiệu về Simulink .....	32
2.3.3 SimPowerSystems: Công cụ mô phỏng lưới điện.....	36

2.4. MÔ HÌNH MÔ PHỎNG SÓNG LAN TRUYỀN TRÊN ĐƯỜNG DÂY DÀI SỬ DỤNG CÔNG CỤ MATLAB/SIMULINK.....	41
<b>CHƯƠNG 3 :ỨNG DỤNG WAVELET PHÂN TÍCH SÓNG PHẢN HỒI CHỦ ĐỘNG XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN.</b>	
<b>3.1. PHÂN TÍCH PHỔ CỦA TÍN HIỆU SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI FOURRIER.....</b>	<b>44</b>
3.2. CÔNG CỤ WAVELET TRONG PHÂN TÍCH TÍN HIỆU.....	47
3.2.1. Phân tích phổ bằng wavelet (sóng nhỏ).....	48
3.2.2. Thuật toán phân tích tín hiệu bằng wavelet.....	54
3.3 ỨNG DỤNG MATLAB ĐỂ PHÂN TÍCH WAVELET.....	55
3.4. ỨNG DỤNG WAVELET ĐỂ PHÂN TÍCH SÓNG PHẢN HỒI TRÊN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN.....	57
<b>CHƯƠNG 4 CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG.....</b>	<b>63</b>
4.1.MÔ HÌNH MÔ PHỎNG: .....	63
4.2 KHI ĐƯỜNG DÂY KHÔNG SỰ CỐ: .....	65
4.3 KHI ĐƯỜNG DÂY SỰ CỐ:.....	68
4.3.1 Sự cố 3 pha: .....	68
4.3.1 Sự cố 1 pha: .....	71
4.3.1 Sự cố 2 pha chạm đất: .....	74
4.3.1 Sự cố 2 pha: .....	75
4.4 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	78
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>79</b>

## DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
$R_0$	Điện trở trên một đơn vị chiều dài đường dây	$\Omega/\text{km}$
$L_0$	Điện cảm trên một đơn vị chiều dài đường dây	$\text{H}/\text{km}$
$H_0$	Điện dung trên một đơn vị chiều dài đường dây	$\text{F}/\text{km}$
$G_0$	Điện dẫn trên một đơn vị chiều dài đường dây	$\text{S}/\text{km}$
$V_{\text{ref}}$	Sóng tín hiệu điện áp phản hồi	V
$V_{\text{inc}}$	Sóng tín hiệu điện áp một chiều có biên độ $V_{\text{inc}}$ (sóng tới)	V
$V$	Vận tốc truyền sóng trên đường dây truyền tải điện	$\text{Km}/\text{s}$
$I$	Dòng điện	A
$l$	Chiều dài đường dây	km
$L_{\text{fault}}$	Chiều dài từ đầu đường dây đến điểm sự cố	km
$R_f$	Điện trở sự cố	$\Omega$
$I_F$	Dòng điện sự cố	A
$Z_L$	Tổng trở của đường dây	$\Omega$
$\alpha$	hệ số khúc xạ	
$\beta$	hệ số phản xạ	

## DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1: Vận tốc truyền sóng trên đường dây truyền tải điện.....	68
Bảng 2: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 3 pha chạm đất.....	70
Bảng 3: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 3 pha chạm đất tại vị trí $L=20\text{Km}$ với các giá trị điện trở và điện cảm khác nhau.....	71
Bảng 4: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 1 pha chạm đất.....	73
Bảng 5: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 1 pha chạm đất tại vị trí $L=20\text{Km}$ với các giá trị điện trở và điện cảm khác nhau.....	73
Bảng 6: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 2 pha chạm đất.....	75
Bảng 7: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 2 pha chạm đất tại vị trí $L=20\text{Km}$ với các giá trị điện trở và điện cảm khác nhau.....	75
Bảng 8: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 2 pha .....	77
Bảng 9: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 2 pha chạm đất tại vị trí $L=20\text{Km}$ với các giá trị điện trở và điện cảm khác nhau.....	77



## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1: Sơ đồ minh họa sự cố trên đường dây truyền tải sử dụng phương pháp điện kháng đơn	14
Hình 1.2: Minh họa phương pháp TAKAGI trên mạch điện một pha hai nguồn	16
Hình 1.3: Sự lan truyền và phản xạ của sóng dòng điện trên đường dây	19
Hình 2.1: Sơ đồ thay thế đường dây	21
Hình 2. 2: Bố trí dây dẫn trên cột theo hình tam giác. a) Dây dẫn đặt trên đỉnh tam giác bất kỳ. b) Dây dẫn đặt trên đỉnh tam giác đều	25
Hình 2.3: Bố trí dây dẫn trên cột theo mặt phẳng nằm ngang	25
Hình 2.4: Mô hình Petersen tương đương để giải bài toán truyền sóng	27
Hình 2.5: Mô hình Petersen tương đương của mạch có tải thuần trở	28
Hình 2.6: Mô hình Petersen tương đương của mạch	29
Hình 2.7: Mô hình Petersen tương đương của mạch có tải thuần R song song L	29
Hình 2.8: Mô hình Petersen tương đương của mạch R song song C	30
Hình 2.9: Mô hình Petersen tương đương của mạch R song song C	30
Hình 2.10: Giao diện Simulink	33
Hình 2.11: Thư viện các khối nguồn	34
Hình 2.12: Thư viện các khối hiển thị	35
Hình 2.13: Công cụ mô phỏng SimPowerSystems	36
Hình 2.14: Thư viện các khối nguồn trong SimPowerSystems	37
Hình 2.15: Thư viện Elements trong SimPowerSystems	38
Hình 2.16: Block cài đặt thông số cho đường dây thông số dải	38

Hình 2.17: Block cài đặt thông số cho máy cắt 3 pha	39
Hình 2.18: Block cài đặt thông số cho công kết nối	40
Hình 2.19: Thư viện các khối đo lường	40
Hình 2.20: Giao diện cài đặt các thông số mô phỏng trên simulink.	41
Hình 2.21: Mô hình mô phỏng xác định các thành phần sóng lan truyền và phản xạ trên đường dây 3 pha không có sự cố ở giữa đường dây	41
Hình 2.22: Mô hình nguồn phát xung một chiều 3 pha	42
Hình 2.23: Mô hình thiết bị đo tín hiệu phản hồi từ điểm sự cố và cuối đường dây	43
Hình 2.24: Mô hình cài đặt thông số sự cố.	43
Hình 3.1: Phổ Fourier biên độ của tín hiệu điều hòa (a) tín hiệu gốc, (b) phổ biên độ	45
Hình 3.2: Phổ Fourier của tín hiệu bất định (a) tín hiệu gốc, (b) phổ biên độ	46
Hình 3.3: Minh họa hàm có độ rộng hữu hạn	48
Hình 3.4: Hàm co dãn (trên) và hàm sinh (dưới) của wavelet Haar	49
Hình 3.5: Một số wavelet kinh điển	50
Hình 3.6: Cấu trúc các bước liên tiếp phân tích một tín hiệu ban đầu thành các thành phần chi tiết và xấp xỉ	51
Hình 3.7: Kết quả phân tích tín hiệu tuần hoàn theo họ wavelet Daubechies bậc 4 (trên cùng bên trái: tín hiệu gốc, các cửa sổ còn lại: các thành phần tách ra được)	52
Hình 3.8: Kết quả phân tích tín hiệu bất định bằng họ wavelet Daubechies 4 (phía trên bên trái: tín hiệu gốc, các hình còn lại: các thành phần tách ra được từ tín hiệu ban đầu)	51
Hình 3.9: Phân tích phổ của tín hiệu hình sin()	54
Hình 3.10: Công cụ wavelet toolbox trong phần mềm matlab.	56