



ISO 9001 : 2008

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH
HỘI ĐỒNG KHOA HỌC

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP TRƯỜNG

THỰC NGHIỆM NÓI ĐẤT
CÓ SỬ DỤNG HÓA CHẤT CẢI TẠO ĐẤT

Chủ nhiệm đề tài : **PHẠM TẤN HÙNG**

Chức danh : **Giảng viên**

Đơn vị : **Khoa Kỹ thuật và Công nghệ**

Trà Vinh, ngày tháng năm 2016



ISO 9001 : 2008

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH
HỘI ĐỒNG KHOA HỌC

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP TRƯỜNG

THỰC NGHIỆM NÓI ĐẤT
CÓ SỬ DỤNG HÓA CHẤT CẢI TẠO ĐẤT

Xác nhận của cơ quan chủ quản
(Ký, đóng dấu, ghi rõ họ tên)

Chủ nhiệm đề tài
(Ký, ghi rõ họ tên)

Phạm Tấn Hưng

:

Trà Vinh, ngày tháng năm 2016

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, một số công ty lớn trên thế giới đã sản xuất và sử dụng một loại hóa chất cải tạo đất (Ground Enhancement Materials GEM) để phủ bọc xung quanh các phần tử của hệ thống nối đất làm bằng kim loại với mục đích là làm giảm điện trở của hệ thống nối đất này. Để xác định điện trở nối đất của các hệ thống này người ta có thể xác định bằng cách đo đạc thực tế bằng phần mềm tính toán hay bằng một số công thức lý thuyết. Tuy nhiên, khi tính toán bằng các công thức lý thuyết, để xác định giá trị điện trở nối đất của một hệ thống gồm hoặc nhiều cọc, hoặc nhiều thanh hoặc tổ hợp thanh và cọc thì cần phải biết giá trị hệ số sử dụng của hệ thống nối đất này.

Việc xác định hệ số sử dụng của hệ thống nối đất khi chưa có hóa chất phủ bọc thì đã khó. Như vậy đối với hệ thống nối đất có sử dụng hóa chất thì khó khăn và phức tạp hơn.

Để giải quyết vấn đề phức tạp trên thì khá và công phu đòi hỏi phải tiến hành bằng thực nghiệm, trong quá trình đi xác định hệ số này phải đo đạc thông số thật chính xác hạn chế tối đa sai số để có được kết quả như mong muốn.

Do thời gian, nguồn lực còn hạn chế, trong khuôn khổ bài báo cáo này nhóm nghiên cứu chỉ thực nghiệm, phân tích và so sánh được hệ số sử dụng của hệ hai cọc, hai thanh và hệ ba tia nối đất với các nội dung sau: Nghiên cứu cơ sở lý luận gồm có: tổng quan về nối đất trong hệ thống điện; các yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống nối đất; công thức tính điện trở nối đất khi có hóa chất và thực nghiệm trên hệ thống nối đất cụ thể với hóa chất cải tạo đất.

Ở phần nghiên cứu cơ sở lý luận này tác giả chủ yếu tập trung nêu những khái niệm liên quan đến hệ thống nối đất, vật liệu, phụ kiện, kích cỡ dây dẫn, các thông số công thức tính toán, các dạng nối đất cho trạm và lưu đồ giải thuật cho tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000. Đưa ra các phương pháp đo điện trở suất, hướng dẫn đo điện trở nối đất bằng máy đo: (Model 4105A), ảnh hưởng của cách bố trí điện cực đến kết quả đo. Đồng thời nội dung này cũng đề cập đến tính toán điện trở nối đất tản xoay chiều tần số công nghiệp trong hệ thống điện với các dạng đơn giản: Cọc nối đất; Các dạng thanh nối đất; Điện trở nối đất của các dạng đặc biệt; Điện trở nối đất của hệ phức hợp Thanh – Cọc. Tìm hiểu về việc sử dụng hóa chất bao phủ xung quanh điện cực và thành lập công thức tính toán điện trở nối đất trong các trường hợp: Điện cực hình trụ tròn thẳng đứng, Điện cực hình chữ nhật thẳng đứng, Điện cực hình trụ tròn nằm ngang, Điện cực hình chữ nhật nằm ngang.

Trong phần thực nghiệm tác giả tiến hành thực nghiệm, đo đạc thu thập số

liệu và từ cơ sở lý luận xác định hệ số sử dụng của hệ thống nối đất.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy: Hệ số sử dụng của hệ thống nối đất phụ thuộc vào dạng tiếp xúc của điện cực kiểu cọc, thanh hay tia với đất. Hệ số sử dụng thực nghiệm của các hệ thống nối đất đơn giản khi có hoặc không có GEM gần như tương đương nhau, sai số không vượt quá 2,0%. Sai số này trong thực tế có thể nhỏ hơn nữa nếu thực hiện phương pháp đo và thực hiện các phần tử trong hệ thống đo đúng quy chuẩn hơn. Hệ số sử dụng thực nghiệm của một hệ thống nối đất khi có hoặc không có GEM là không thay đổi.

Việc nghiên cứu đề tài này thành công và được áp dụng vào thực tiễn tính toán sẽ góp phần giải quyết được khó khăn khi tính toán điện trở của hệ thống cọc, thanh và ba tia nối đất. Ngoài ra, đề tài thành công góp phần cho ngành hệ thống điện đặc biệt lĩnh vực nối đất cho trạm biến áp sẽ mạnh dạn sử dụng hóa chất để giải quyết vấn đề nối đất trong những trường hợp khó khăn như: Vị trí nối đất có điện trở cao, diện tích nối đất hạn chế, yêu cầu điện trở nối đất nhỏ...

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
Trang bìa chính	
Trang bìa phụ	
THÔNG TIN CHUNG VỀ ĐỀ TÀI	
TÓM TẮT	1
MỤC LỤC.....	3
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU, ĐƠN VI ĐO LƯỜNG, TỪ NGẮN HOẶC THUẬT NGỮ	7
DANH MỤC BẢNG.....	8
DANH MỤC CÁC BIỂU ĐỒ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH	9
LỜI CẢM ƠN	11
PHẦN MỞ ĐẦU	12
1. Tính cấp thiết của đề tài	12
2. Tổng quan nghiên cứu.....	13
2.1 Sách tham khảo trong nước.....	13
2.2 Bài báo khoa học và luận án thạc sĩ trong nước	13
2.3 Tạp chí khoa học nước ngoài	15
3. Mục tiêu của đề tài	17
3.1 Mục tiêu tổng quát	17
3.2 Mục tiêu cụ thể.....	17
4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu.....	17
4.1 Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu.....	17
4.2 Quy mô nghiên cứu	17
4.3 Phương pháp nghiên cứu.....	17
CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU CƠ SỞ LÝ LUẬN	18
1.1 TỔNG QUAN VỀ NÓI ĐẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN.....	18

1.1.1 Cọc nối đất chính và phụ.....	18
1.1.2 Hình dạng cơ bản của lưới nối đất	19
1.1.3 Sự kết nối vào lưới	19
1.1.4 Lựa chọn dây cọc nối đất và kết nối	19
1.1.4.1 Những yêu cầu cơ bản.....	19
1.1.4.2 Lựa chọn tiết diện thanh nối đất.....	20
1.1.5 Lựa chọn kết nối.....	22
1.1.6 Xác định dòng lớn nhất chạy vào lưới	22
1.2 THIẾT KẾ HỆ THỐNG NỐI ĐẤT	23
1.2.1 Lưu đồ giải thuật cho tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000	24
1.2.2 Ý nghĩa các thông số kỹ thuật.....	25
1.3 CÁC THÔNG SỐ VÀ CÁC BƯỚC TÍNH TOÁN LƯỚI NỐI ĐẤT	26
1.3.1 Các thông số của hệ thống	26
1.3.2 Các bước tính toán lưới nối đất:.....	27
1.4 PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN ĐIỆN TRỞ ĐẤT	33
1.4.1 Khái niệm về điện trở suất của đất.....	33
1.4.2 Phương pháp đo điện trở suất của đất	35
1.4.3 Chọn vị trí đo điện trở suất của đất	38
1.4.4 Đo điện trở tiếp đất.....	38
1.4.5 Điện trở tản xoay chiều tần số công nghiệp của các dạng nối đất đơn giản ...	41
1.4.5.1 Cọc nối đất	41
1.4.5.2 Thanh nối đất.....	43
1.4.5.3 Điện trở nối đất của các dạng thanh đặc biệt	45
1.4.5.4 Điện trở nối đất của hệ phức hợp thanh – cọc	47
1.5 CÔNG THỨC TÍNH ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT KHI CÓ HÓA CHẤT	48
1.5.1 Các biện pháp cải tạo đất	48
1.5.2 Điện trở nối đất của cọc thẳng đứng	49
1.5.2.1 Hồ khoan có dạng hình trụ tròn thẳng đứng	49
1.5.2.2 Giá trị điện trở của cọc thẳng đứng hình trụ tròn tương đương.....	52

1.5.2.3 Hồ khoan có dạng hình hộp chữ nhật thẳng đứng	54
1.5.3 Hồ khoan có dạng hình trụ tròn nằm ngang.....	54
1.5.3.1 Giá trị điện trở tương đương của thanh dẫn nằm ngang hình trụ tròn	57
1.5.4 Hồ khoan có dạng hình hộp chữ nhật nằm ngang.....	58
CHƯƠNG 2. THỰC NGHIỆM TRÊN HỆ THỐNG NÓI ĐẤT CỤ THỂ VỚI HÓA CHẤT CẢI TẠO ĐẤT.....	59
2.1. THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG CỌC.....	59
2.1.1 Thực nghiệm.	59
2.1.2 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống cọc khi không có GEM.....	59
2.1.3 Kết quả đo hệ cọc không GEM.....	60
2.1.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống cọc có GEM	61
2.1.5 Kết quả đo hệ thống cọc khi có GEM	61
2.1.6 Hệ số sử dụng hệ thống cọc	62
2.2 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG THANH	63
2.2.1 Thực nghiệm	63
2.2.2 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống thanh khi không có lớp GEM.	63
2.2.3 Kết quả đo hệ thống thanh khi không có GEM.....	64
2.2.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống thanh có lớp GEM.	65
2.2.5 Kết quả đo hệ thống thanh khi có GEM.....	66
2.2.6 Hệ số sử dụng hệ thống thanh	66
2.3 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG NÓI ĐẤT HÌNH TIA	68
2.3.1 Thực nghiệm	68
2.3.2 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống nối đất hình tia khi không có GEM.....	68
2.3.3 Kết quả đo hệ thống nối đất hình tia khi không GEM	69
2.3.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống nối đất hình tia khi có lớp GEM.....	69
2.3.5 Kết quả đo hệ thống nối đất hình tia khi có GEM	70
2.3.6 Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM	70
PHẦN KẾT LUẬN.....	71
1. Kết quả đề tài và thảo luận.....	71

2. Kiến nghị.....	71
TÀI LIỆU THAM KHẢO	72
PHỤ LỤC.....	73

**DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU, ĐƠN VI ĐO LƯỜNG,
TỪ NGẮN HOẶC THUẬT NGỮ**

TỪ VIẾT TẮT	DIỄN GIẢI
- GEM:	Ground Enhancing Material
- L_C :	Chiều dài Cọc
- L_T :	Chiều dài Thanh
- R_C :	Điện trở Cọc
- R_{tia} :	Điện trở Tia
- R_T :	Điện trở Thanh
- R_{ht} :	Điện trở của hệ thống
- a :	Khoảng cách giữa hai Thanh, Cọc nối đất.
- η_C TN:	Hệ số sử dụng thực nghiệm
- $\% \eta_C$:	Hệ số sử dụng của cọc tính theo phần trăm
- $\% \eta_T$:	Hệ số sử dụng của thanh tính theo phần trăm

DANH MỤC BẢNG

Bảng	Trang
Bảng 1.1: Các thông số của một số kim loại.....	20
Bảng 1.2: Các thông số của một số kim loại.....	21
Bảng 1.3: Giá trị của Df theo tf và X/R	23
Bảng 1.4: Ý nghĩa của các thông số được dùng để thiết kế	25
Bảng 1.5: Hệ số mùa	34
Bảng 1.6: Khoảng cách kiến nghị giữa các điện cực khi đo mạch Wenner.....	36
Bảng 1.7 Khoảng cách qui định khi đo mạch Cchlumberge.....	38
Bảng 2.1: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi không có GEM	60
Bảng 2.2: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi có GEM	62
Bảng 2.3: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi không và có GEM.....	62
Bảng 2.4: Hệ số sử dụng của hệ thống thanh khi không có GEM	65
Bảng 2.5: Hệ số sử dụng của hệ thống thanh khi có GEM	66
Bảng 2.6: Hệ số sử dụng hệ thống thanh khi có và không có GEM	67
Bảng 2.7: Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi không có GEM	69
Bảng 2.8: Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi có GEM	70
Bảng 2.9: Hệ số sử dụng của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM ...	70

DANH MỤC CÁC BIỂU ĐỒ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH

Tên hình	Số trang
Hình 0.1 Khu thực nghiệm nối đất.....	17
Hình 1.1: Trình tự tính toán nối đất Trạm biến áp AC theo tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000.....	24
Hình 1.2: Sơ đồ đo theo phương pháp Wenner.....	36
Hình 1.3: Sơ đồ đo theo phương pháp Schlumberger.....	37
Hình 1.4: Hướng đo điện trở suất.....	38
Hình 1.5: Cấu tạo của máy đo điện trở tiếp đất.....	39
Hình 1.6: Nguyên lý bố trí đo điện trở tiếp đất bằng phương pháp điểm rơi điện áp 62%.....	39
Hình 1.7: Sự ảnh hưởng của kết quả đo do bố trí điện cực.....	40
Hình 1.8: Sơ đồ kết nối máy đo.....	41
Hình 1.9: Cọc tiếp địa chôn nổi.....	42
Hình 1.10: Cọc tiếp địa chôn sâu.....	43
Hình 1.11: Nhiều cọc tiếp địa chôn sâu.....	43
Hình 1.12: Thanh tiếp đất.....	44
Hình 1.13: Thanh tiếp đất hình xuyên.....	44
Hình 1.14 : Các dạng thanh tiếp đất đặc biệt.....	47
Hình 1.15: Hệ tiếp đất phức hợp thanh – cọc.....	47
Hình 1.16: Nối đất thẳng đứng với hố khoan hình trụ tròn có lớp GEM.....	49
Hình 1.17: Cọc đất và ảnh của nó.....	52
Hình 1.18: Cọc nối đất tương đương.....	53
Hình 1.19: Nối đất thẳng đứng với hố khoan hình chữ nhật có lớp GEM.....	54
Hình 1.20: Nối đất nằm ngang với hố khoan hình trụ tròn có lớp GEM.....	55
Hình 1.21: Thanh nối đất tương đương.....	57
Hình 1.22: Nối đất nằm ngang với hố khoan hình chữ nhật có lớp GEM.....	58
Hình 2.1: Hai cọc, $a=1.0\text{ m}$, $LC = 1\text{m}$, $d=0.01\text{m}$	59
Hình 2.2: Hai cọc, $a = 4\text{ m}$, $LC = 1\text{m}$, $d = 0.01\text{m}$	60
Hình 2.3: Hai cọc, $a = 0.5\text{m}$, $LC = 1\text{m}$, $C = 0.05\text{m}$	61
Hình 2.4: Hai cọc, $a = 1\text{m}$, $LC = 2\text{m}$, $C = 0.05\text{m}$	61
Hình 2.5: Hệ số sử dụng hệ thống cọc nối đất khi có và không có GEM.....	63
Hình 2.6: Hai thanh, $a = 0,5\text{m}$, $LT = 1\text{m}$, $d = 0.01\text{m}$	64
Hình 2.7: Hai thanh, $a = 6\text{m}$, $LT = 2\text{m}$, $d= 0.01\text{m}$	64
Hình 2.8: Hai thanh, $a = 0,5\text{m}$, $LT = 1\text{m}$, $C= 0,05\text{m}$	65
Hình 2.9: Hai thanh, $a = 4\text{m}$, $LT = 2\text{m}$, $C = 0,05\text{m}$	66

Hình 2.10: Hệ số sử dụng hệ thống thanh nổi đất khi có và không có GEM	67
Hình 2.11: Hệ thống nổi đất hình tia $n = 3$, $LT = 1\text{m}$, $d = 0,01\text{m}$	68
Hình 2.12: Hệ thống nổi đất hình tia $N = 3$, $LT = 2\text{m}$, $d = 0,01\text{m}$	68
Hình 2.13: Hệ thống nổi đất hình tia $n = 3$, $LT = 1\text{m}$, $C = 0,05\text{m}$	69
Hình 2.14: Hệ thống nổi đất hình tia $n = 3$ $LT = 2\text{m}$, $C = 0,05\text{m}$	69
Hình 2.15: Hệ số sử dụng của hệ thống nổi đất hình tia khi có và không có GEM.	70

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Ban Giám Hiệu, Phòng Nghiên cứu khoa học, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Bộ môn: Điện - Điện lạnh, Phòng thiết bị, tài vụ... đã tạo nhiều điều kiện thuận lợi cho tôi thực hiện đề tài nghiên cứu này.

Xin cảm ơn sự hỗ trợ của Thầy Hồ Văn Nhật Chương, Thầy Nguyễn Minh Hòa, các bạn đồng nghiệp đã động viên giúp đỡ để tôi hoàn thành tốt công việc.

Cám ơn hai em Trần Hoài Đăng, Nguyễn Thế Huy đã không ngại nắng mưa để giúp đỡ tôi hoàn thành việc thực nghiệm, đo đạc và thu thập, xử lý kết quả thực nghiệm.

Trà Vinh, ngày tháng năm 2016 .

Phạm Tấn Hưng

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Nối đất cho hệ thống điện là phần quan trọng không thể thiếu trong mạng truyền tải và phân phối điện. Đặc biệt trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa như ở nước ta là một trong ba tâm giông sét của thế giới và trải dài từ Bắc vào Nam có những nơi có độ ẩm cao, mật độ giông sét nhiều như ở các tỉnh: Hải Dương, Nghệ An, Hà Tĩnh và Đồng bằng sông Cửu Long... Thiệt hại do sét gây ra cho ngành điện và nền kinh tế quốc dân là rất lớn. Để đảm bảo an ninh năng lượng điện đáp ứng nhu cầu của công cuộc hiện đại hóa, công nghiệp hóa Đất nước và để an toàn cho người vận hành cũng như an toàn cho thiết bị thì việc thực hiện nối đất cho hệ thống điện là điều tất yếu và rất cần được nghiên cứu phát triển.

Về nguyên lý, giá trị điện trở nối đất càng thấp càng tốt. Tuy vậy, trong các vùng khô cằn, cát sỏi, đồi núi... giá trị điện trở nối đất rất cao. Do đó, việc giảm điện trở nối đất trong hệ thống, trạm biến áp đặc biệt là cao áp là rất quan trọng. Vấn đề đặt ra là làm sao có được một giải pháp nối đất hiệu quả mà lại kinh tế.

Gần đây, giới khoa học đã tìm ra một loại hóa chất bền vững với thời gian, không bị rửa trôi, không làm hại môi trường.. Họ dùng các điện cực kim loại nhỏ (đường kính cỡ 12-18mm) chôn trong đất, sau đó phủ hóa chất dẫn điện ra ngoài. Trong môi trường ẩm, hóa chất đó tự liên kết thành một khối với điện cực kim loại để tạo ra một điện cực biểu kiến mới có đường kính đến 100-200mm. Vì thế giá trị điện trở nối đất được giảm một cách rõ rệt, có thể từ 50% đến 90%.

Hóa chất đó, trong tiếng Anh, được gọi là GEM (Ground Enhancing Material, is a superior conductive material that improves grounding effectiveness, especially in areas of poor conductivity - nghĩa là một loại vật liệu dẫn điện siêu đẳng cải thiện hiệu lực nối đất, đặc biệt trong vùng dẫn điện kém). Còn trong tiếng Việt gọi là GĐT, viết tắt của 3 chữ cái đầu của từ Giảm Điện Trở.

Ta thấy khi có hóa chất phủ xung quanh điện cực nối đất thì diện tích tiếp xúc với đất tăng lên điều đó làm thay đổi giá trị điện trở. Và khi áp dụng công thức để tính toán điện trở nối đất trong hệ thống phức tạp có nhiều cọc, nhiều thanh thì còn đúng như khi không có hóa chất hay không? Điều này cũng là lý do cơ bản để tác giả đi thực hiện đề tài này.

Và nhằm phục vụ cho tính ham học hỏi nghiên cứu đồng thời tạo điều kiện cho sinh viên đặc biệt là các em ngành Hệ thống điện có điều kiện tiếp xúc công nghệ mới, thực tập trên mô hình nối đất thật nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài: “Thực nghiệm nối đất trạm biến áp cao thế có tính đến hóa chất cải tạo đất”.

GEM không phải là mới, tuy nhiên các nhà nghiên cứu không đưa GEM vào tiêu chuẩn IEEE St – 80 là vì GEM tham gia vào cải tạo môi trường đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như: loại đất, khí hậu, mùa....

Trong đề tài này tác giả thực nghiệm trên vùng đất cụ thể để tìm ra các hệ số sử dụng khi có hóa chất bao phủ xung quanh cọc, thanh, tia từ đó so sánh với hệ số khi không có hóa chất và đưa ra nhận xét, kết luận.

2. Tổng quan nghiên cứu

2.1 Sách tham khảo trong nước

♦ Nguyễn Hoàng Việt (2011), Kỹ thuật điện cao áp, Tập 1 - Kỹ thuật cách điện.

Kết quả nghiên cứu là các quá trình xảy ra trong cách điện dưới tác dụng của điện áp cao trong các dạng điện trường từ đồng nhất đến không đồng nhất. Nghiên cứu các hiện tượng quá điện áp và các biện pháp bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, nghiên cứu kết cấu cách điện của trang thiết bị, máy điện cao áp...

♦ Nguyễn Hoàng Việt (2012), Kỹ thuật điện cao áp, Tập 2 - Quá điện áp trong Hệ thống điện.

Kết quả nghiên cứu: Sét – Nguồn gốc của quá điện áp khí quyển, quá trình truyền sóng trên đường dây tải điện. Tác giả nghiên cứu phương pháp bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào hệ thống điện đưa ra các công thức tính toán để phục vụ cho vấn đề này. Ngoài ra trong nghiên cứu này tác giả còn đưa ra các dạng nổi đất và tính toán nổi đất trong hệ thống điện, bảo vệ chống sét cho đường dây tải điện, trạm biến áp, máy điện, quá điện áp nội bộ quá điện áp trạm đất một pha, quá điện áp cộng hưởng và Thiết bị chống sét.

♦ Hồ Văn Nhật Chương (2003), Bài tập Kỹ thuật điện cao áp.

Tác giả đã tóm tắt lý thuyết ngắn gọn: Thông số của đường dây tải điện; Sét và Tham số của dòng Sét; Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp; Tính toán nổi đất trong Hệ Thống điện; Quá trình truyền sóng; Bảo vệ chống sét đường dây và chống sét truyền vào trạm từ Kỹ thuật điện cao áp, Tập 2 - Quá điện áp trong Hệ thống điện. Đồng thời tác giả còn đưa ra bài tập áp dụng.

2.2 Bài báo khoa học và luận án thạc sĩ trong nước

1. Huỳnh Văn Vạn. “Nghiên cứu tính toán nổi đất trong hệ thống điện theo tiêu chuẩn IEEE Std.80”. Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. HCM, 2008.

Nghiên cứu trên đã xác định được điện trở suất của từng lớp đất và bề dày của lớp đất phía trên trong mô hình đất 2 lớp. Đưa ra được các phương pháp xác định điện trở lưới nổi đất trong mô hình đất 2 lớp. Đưa ra lưu đồ và giải thuật tính toán thiết

kế hệ thống nối đất theo tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000. Tạo phần mềm tính toán thiết kế hệ thống nối đất trạm biến áp. Tính toán tối ưu hệ thống nối đất.

Tuy nhiên nghiên cứu chưa xác định được điện trở suất và bề dày của lớp đất trong mô hình đất 3 lớp cũng như mô hình đất có n lớp để phục vụ cho tính toán nối đất chính xác hơn và đặc biệt không có đề cập GEM vào nội dung nghiên cứu.

2. Nguyễn Thanh Tùng. 2012. Tính toán điện trở nối đất của các hình thức đơn giản có tính đến thành phần cải tạo đất", Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. HCM.

Tác giả đã xây dựng được các mô hình toán học về tính toán điện trở nối đất khi có lớp GEM được quy đổi về môi trường đất. Khảo sát được các thông số trong mô hình đến điện trở nối đất. Đo đạc được các thông số từ thực tế để so sánh sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các điện cực khi đặt gần nhau khi có và không có lớp GEM.

Tuy nhiên chưa so sánh được hệ số sử dụng và đánh giá được hiệu quả kinh tế, khi có và không có sử dụng GEM. Không có áp dụng được trong hệ thống nối đất lớn: Trạm biến áp lớn, trong các xí nghiệp công nghiệp, chưa tìm được hệ số sử dụng (hệ số màng che) cho hệ cọc, thanh, tia khi có GEM.

3. Phan Trọng Tuấn. 2013 “Đánh giá hiệu quả của việc sử dụng chất GEM (Ground Enhancement Material) trong hệ thống nối đất”. Trường Đại Học Bách Khoa Tp. HCM.

Tác giả đã khảo sát sự ảnh hưởng của các thông số trong mô hình như đường kính cọc và thanh, chiều dài cọc và thanh, bề dày lớp hóa chất GEM đến điện trở nối đất của hệ thống và giá vật tư cho mỗi trường hợp. Đánh giá được hiệu quả kinh tế của việc sử dụng hóa chất cải tạo đất GEM trong hệ thống nối đất đơn giản và hệ thống nối đất thực tế phức tạp cho trạm biến áp xoay chiều.

Khảo sát được quy trình thiết kế nối đất đảm bảo an toàn theo tiêu chuẩn IEEE 80-2000 và ứng dụng nó vào hệ thống nối đất khi có mặt hóa chất cải tạo đất GEM trong từng trường hợp hình dạng lưới nối đất là hình vuông, hình chữ nhật và hình chữ L. Đồng thời đánh giá được hiệu quả kinh tế của GEM trong các trường hợp đó.

Tuy nhiên chưa so sánh hiệu quả của hai hướng quy đổi:

+ Quy đổi hóa chất cải tạo đất và cọc nối đất về cọc nối đất có đường kính mới với cách quy đổi hóa chất cải tạo đất về môi trường đất có điện trở suất mới.

+ Chưa tìm được hệ số sử dụng khi quy đổi hóa chất cải tạo đất và cọc nối đất về cọc nối đất có đường kính mới.

2.3 Tạp chí khoa học nước ngoài

1. Chuong Ho Van Nhat, “Calculating resistance of simple grounding forms with or without the soil improved chemical substance”, Power and Energy

Engineering Conference, 2010.

- Tác giả đã nghiên cứu được công thức tính toán điện trở của một cọc (điện cực) có dạng hình tròn, hình vuông chôn thẳng đứng, nằm ngang khi có lớp hóa chất bao phủ xung quanh và công thức tính toán mới khi quy đổi lớp hóa chất và cọc thành cọc mới tương đương, thực nghiệm đo đạc và so sánh kết quả điện trở nối đất cọc chôn thẳng đứng có độ sâu thay đổi từ: (1,2,3,4,10,15,20,25,30,40)m và điện cực đặt nằm ngang có chiều dài: (10,15,20,25,30,40,50,60)m với công thức tính toán đưa ra trong bài báo này. Đặc biệt tác giả còn so sánh kết quả đo đạc khi có lớp GEM thay đổi (5, 10, 20)cm với công thức tính toán trong bài báo..

Tuy nhiên tác giả chưa đưa ra công thức tính trong trường hợp không có hóa chất và so sánh với kết quả đo khi có hóa chất. Không xác định được hệ số sử dụng của hai trường hợp có và không có GEM.

2. Chuong Ho Van Nhat, Tung Nguyen Thanh, Lan Ngo Kim, “Formulas for grounding resistance of simple forms with ground Enhancement Material.

- Tác giả đã nghiên cứu được công thức tính toán điện trở của một cọc (điện cực) có dạng hình tròn, hình vuông chôn thẳng đứng, nằm ngang khi có lớp hóa chất bao phủ xung quanh và công thức tính toán mới khi quy đổi lớp hóa chất và cọc thành cọc mới tương đương.

- Trong bài báo này nhóm tác giả còn thực nghiệm đo đạc và so sánh kết quả điện trở của của điện cực nối đất chôn thẳng đứng có độ sâu: (3,4,5,6,7,8,9,10)m và điện cực đặt nằm ngang có chiều dài: (5,10,15,20,25,30,35,40)m với phần mềm tính toán điện trở đất của công ty ERCO.

- Trong bài báo này nhóm tác giả còn thực nghiệm đo đạc và so sánh kết quả điện trở của của điện cực nối đất chôn thẳng đứng có độ sâu: (3,4,5,6,7,8,9,10)m và điện cực đặt nằm ngang có chiều dài: (5,10,15,20,25,30,35,40)m với Formulas of (Chuong Ho Van Nhat, 2010).

Hạn chế trong bài báo này: Tác giả không có đề cập đến đo đạc giá trị điện trở khi không có hóa chất bao phủ và so sánh hệ số sử dụng trong hai trường hợp có và không có GEM.

3. Richard P.Keil et al, “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”, IEEE Std 80 – 2000.

Tác giả đã nghiên cứu được các vấn đề cơ bản sau:

- Các tiêu chuẩn an toàn cho thiết kế nối đất hệ thống điện
- Đưa ra được lưu đồ giải thuật cho tiêu chuẩn IEEE Std. 80- 2000 phục vụ cho thiết kế nối đất Trạm biến áp.

- Tác giả đưa ra nhiều hình dáng lưới nối đất và có ví dụ tính minh họa.
- Tác giả còn đưa ra công thức tính toán lưới nối đất trong trường hợp có 2 lớp khác nhau.
- Hạn chế của tài liệu:

Chỉ đưa ra công thức tính trong trường hợp không có hóa chất. Chưa đưa ra được công thức tính toán khi có hóa chất bao phủ điện cực.

Kết luận

Nhìn chung về các kết quả từ những đề tài, công trình nghiên cứu của các tác giả, nhà nghiên cứu đã kể trên đã tiếp cận và nghiên cứu rất sâu về vấn đề tiếp đất trong hệ thống điện, các nghiên cứu phân tích vấn đề nối đất với nhiều góc độ khác nhau: Nhìn chung có 2 hướng chính đó là:

Nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở nối đất và đưa ra công thức tính toán lưới nối đất với nhiều hình dạng, kiểu khác nhau khi không có xét đến hóa chất tham gia cải tạo đất.

Nghiên cứu sự có mặt của hóa chất khi bao phủ điện cực nối đất, các tác giả tìm ra công thức tính toán điện trở nối đất quy đổi đương đương với một điện cực mới. Từ các công thức này các tác giả có nhiều công trình nghiên cứu so sánh kết quả tính toán bằng công thức nghiên cứu so với phần mềm ERICO và đo đạc thực tế.

So với các nghiên cứu trước nghiên cứu này có ưu điểm là thực nghiệm đo đạc trên vùng đất cụ thể, tìm ra được hệ số sử dụng khi có sử dụng hóa chất cải tạo đất. Tuy nhiên vùng đất nghiên cứu trong phạm vi hẹp.

Tiếp cận và kế thừa các nghiên cứu trên, chúng tôi đưa ra những mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu dưới đây:

3. Mục tiêu của đề tài

3.1 Mục tiêu tổng quát

- Thực nghiệm nối đất khi có hóa chất bao phủ xung quanh cực nối đất và đo giá trị điện trở tiếp xúc của điện cực với đất. Từ kết quả đo được ta tính hệ số sử dụng so sánh hệ số sử dụng này với hệ số khi không có hóa chất.

3.2 Mục tiêu cụ thể

- Xác định điện trở nối đất của hệ cọc khi không và có sử dụng hóa chất cải tạo đất.
- Xác định điện trở nối đất của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có sử dụng hóa chất cải tạo đất.
- Xác định hệ số sử dụng của hệ thống cọc, thanh và tia nối đất.

4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu

4.1 Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu trong đề tài này là hóa chất cải tạo đất bao phủ xung quanh điện cực.
- Địa điểm nghiên cứu Trường Đại Học Trà Vinh, Khu thực tập điện lưới.
- Thời gian nghiên cứu từ tháng 04/2015 đến tháng 03/2016.

4.2 Quy mô nghiên cứu

- Đề tài được thực hiện trên khu đất Trường Đại học Trà Vinh – Tp.Trà Vinh

4.3 Phương pháp nghiên cứu

- Sử dụng hóa chất (GEM) đúc thành đoạn 1m, đường kính 100mm.
- Thực nghiệm, đo giá trị điện trở nối đất và thu thập số liệu.
- Áp dụng cơ sở lý thuyết và kết quả đo thực tế xác định hệ số sử dụng (hệ số màng che) của hệ cọc, thanh và tia nối đất.



Hình 0.1 Trạm biến áp và Khu thực nghiệm nối đất

CHƯƠNG 1

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ LÝ LUẬN

1.1 TỔNG QUAN VỀ NỐI ĐẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

- Hệ thống nối đất được lắp đặt phải đảm bảo giới hạn điện thế đất như điện áp và dòng điện, đảm bảo an toàn cho con người và thiết bị dưới điều kiện vận hành bình thường và sự cố.

Những lý do sử dụng hệ thống kết hợp cọc nối đất và lưới nối đất:

- Trong trạm nếu chỉ có cọc nối đất không thì khó thể đạt giá trị nối đất an toàn. Khi có nhiều cọc kết nối nhau, tất cả dây trung tính, khung và cấu trúc kim loại được nối đất. Kết quả là phải có lưới phân bố cọc nối đất, để đảm bảo mục tiêu đầu tiên. Nếu hệ thống nối đất nằm ở nơi có điện trở suất thấp thì mạng này có hệ thống nối đất tốt. Một phần cho lý do này một vài ứng dụng chỉ sử dụng lưới nối đất. Tuy nhiên hệ thống cọc có giá trị thật sự được giải thích sau:

- Nếu biên độ dòng vào đất cao thì cần phải có hệ thống nối đất có điện trở nhỏ để đảm bảo sự gia tăng điện áp trên bề mặt không lớn hơn giá trị an toàn cho người. Hệ thống nối đất gồm lưới nối đất và cọc sẽ có nhiều thuận lợi.

- Lưới nối đất làm giảm điện áp bước và điện áp tiếp xúc trên bề mặt. Lưới nối đất được chôn cạn 0,3 - 0,5 m và cọc nối đất dài sẽ ổn định hệ thống nối đất kết hợp. Điều này thì quan trọng bởi vì điện trở suất của lớp đất bề mặt thay đổi theo mùa còn điện trở suất của lớp dưới thì ít thay đổi.

- Cọc có điện trở suất thấp nên làm giảm được dòng sự cố trong đất hai lớp hay đất nhiều lớp vì lớp đất ở trên cao có điện trở suất cao hơn lớp đất phía dưới. Nhiều trạm có diện tích nối đất nhỏ nên kết hợp giữa cọc và thanh sẽ hiệu quả hơn.

- Nếu cọc nối đất chủ yếu chôn ở biên của lưới nối đất trong điều kiện đất đồng nhất hoặc đất có điện trở suất cao ở lớp đất phía trên. Cọc nối đất sẽ làm giảm sự chênh lệch điện thế ở mép lưới.

1.1.1 Cọc nối đất chính và phụ

Hầu hết những hệ thống nối đất sử dụng hai nhóm cọc nối đất. Cọc nối đất chính được thiết kế cho mục đích nối đất. Những cọc phụ được lắp đặt dưới các cấu trúc bằng kim loại cho mục đích khác hơn là nối đất. Cọc phụ có khả năng tải dòng giới hạn.

1.1.2 Hình dạng cơ bản của lưới nối đất

Thực hiện nối đất theo kiểu mạch vòng ở chu vi diện tích nối đất. Điều này

giúp tránh được dòng điện và điện áp cao ở cả trong lưới nối đất và ở cuối đường cáp gần đó.

Bên trong chu vi thanh nối đất được đặt song song nhau dọc theo chiều dài và chiều rộng của cọc nối đất. Theo các cấu trúc và những hàng thiết bị để kết nối cọc nối đất ngắn nhất.

Một hệ thống cọc nối đất tiêu biểu gồm những thanh đồng chôn sâu 0,3 - 0,5m khoảng cách giữa các thanh từ 3 – 7 m và có những kết nối dọc, những thanh dẫn được hàn chắc chắn nhau. Cọc nối đất được bố trí ở góc của lưới hoặc ở những điểm giao nhau dọc theo chu vi. Cọc nối đất được nối với những thiết bị chính hoặc ở dưới các cột thu sét.

Hệ thống cọc nối đất phải kéo dài hết trạm và dọc theo hàng rào. Nhiều dây hoặc thanh có tiết diện lớn được dùng để nối vào hệ thống nối đất ở những nơi có tập trung dòng lớn như trung tính máy biến áp, máy phát.

Sự kết nối dọc tạo ra nhiều đường thoát cho dòng sự cố làm điện áp trên bề mặt thấp.

1.1.3 Sự kết nối vào lưới

Dây kết nối phải đảm bảo độ bền cơ và tải được dòng điện xuống đất, dùng để kết nối giữa:

- Tất cả những điện cực như lưới nối đất, cọc nối đất, kim loại ống dẫn nước,...
- Tất cả những phần kim loại khi xảy ra sự cố thì có thể bị nhiễm điện như cấu trúc kim loại, vỏ máy, nhà bằng kim loại cách điện thường hay bằng khí, thùng dầu máy biến áp. Tất cả chúng phải được nối đất.
- Tất cả những nguồn dòng sự cố như chống sét van, tụ điện, máy biến áp, trung tính máy phát.

1.1.4 Lựa chọn dây cọc nối đất và kết nối

1.1.4.1 Những yêu cầu cơ bản

Mỗi thành phần của hệ thống nối đất như thanh, cọc nối đất, tất cả cọc nối đất, kết nối phải thiết kế đảm bảo tuổi thọ:

- a) Đảm bảo dẫn điện và không tạo ra khác biệt về điện áp trong trạm.
- b) Chống lại sự nóng chảy và hư hỏng cơ khí do dòng sự cố và thời gian sự cố.
- c) Rắn chắc, tin cậy và độ bền cơ khí ở cấp độ cao.
- d) Có thể được bảo trì và thay thế.

1.1.4.2 Lựa chọn tiết diện thanh nối đất

Tiết diện của thanh dẫn được xác định theo phương pháp đơn giản

$$A_{kcmil} = I_f \cdot K_f \cdot \sqrt{t_c} \quad (1.1)$$

Với: I_f (kA): là dòng trạm đất đối xứng

A_{kcmil} : là tiết diện thanh nối đất (mm^2)

t_c (s): là khoảng thời gian ngắn mạch.

K_f : là hằng số được tra trong bảng 1.1

Bảng 1.1: Các thông số của một số kim loại

Kim loại	Độ dẫn điện (%)	T_m ($^{\circ}\text{C}$)	K_f
Copper, annealed soft-drawn	100.0	1083	7.00
Copper, commercial hard-drawn	97.0	1084	7.06
Copper, commercial hard-drawn	97.0	250	11.78
Copper-clad steel wire	40.0	1084	10.45
Copper-clad steel wire	30.0	1084	12.06
Copper-clad steel rod	20.0	1084	14.64
Aluminum EC Grade	61.0	657	12.12
Aluminum 5005 Alloy	53.5	652	12.41
Aluminum 6201 alloy	52.5	654	12.47
Aluminum-clad steel wire	20.3	657	17.20
Steel 1020	10.8	1510	15.95
Stainless clad steel rod	9.8	1400	14.72
Zinc-coated steel rod	8.6	419	28.96
Stainless steel 304	2.4	1400	30.05

Ta sẽ sử dụng công thức tính tiết diện thanh tổng quát hơn và bảng 1.2

$$A_{kcmil} = I_f \cdot \frac{197,4}{\sqrt{\left(\frac{TCAP}{t_c \cdot \alpha_r \cdot p_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} \quad (1.2)$$

Với:

$t_c(s)$: Khoảng thời gian sự cố

$T_m(^{\circ}C)$: Nhiệt độ lớn nhất cho phép

$T_a(^{\circ}C)$: Nhiệt độ môi trường

$T_r(^{\circ}C)$: Hằng số nhiệt độ vật liệu

α_0 : Hệ số nhiệt của điện trở suất ở $0^{\circ}C$

α_r : Hệ số nhiệt của điện trở suất ở nhiệt độ $T_r(^{\circ}C)$

ρ_r : Điện trở suất của dây nối đất ở nhiệt độ $T_r(^{\circ}C)$

$K_0 = \frac{1}{\alpha_r} - T_r$; TCAP(J/cm³.^oC): Nhiệt dung

Bảng 1.2: Các thông số của một số kim loại

Kim loại	Độ dẫn điện (%)	α_r (1/ ^o C)	K₀ (^o C)	T_m (^o C)	p_r (μΩ.cm)	TCAP (J/cm ³ . ^o C)
Copper, annealed soft-drawn	100.0	0.003 93	234	1083	1.72	3.42
Copper, commercial hard-drawn	97.0	1.003 80	242	1084	1.78	3.42
Copper-clad steel wire	40.0	0.003 78	245	1084	4.40	3.85
Copper-clad steel wire	30.0	0.003 78	245	1084	5.86	3.85
Copper-clad steel rod ^b	20.0	0.003 78	245	1084	8.62	3.85
Aluminum EC grade	61.0	0.004 03	228	657	2.86	2.56
Aluminum 5005alloy	53.5	0.003 53	263	652	3.22	2.60
Aluminum 6201alloy	52.5	0.003 47	268	654	3.28	2.60
Aluminum-clad steel wire	20.3	0.003 60	258	657	8.48	3.58
Steel 1020	10.8	0.001 60	605	1510	15.90	3.28
Stainless-clad steel rod	9.8	0.001 60	605	1400	17.50	4.44
Zinc-coated steel rod	8.6	0.003 20	293	419	21.10	3.93
Stainless, steel 304	2.4	0.001 30	749	1400	72.00	4.03

Do đó, người thiết kế có thể chọn lựa một loại dây khác. Giả sử ta chọn cũng là đồng nhưng có độ dẫn điện thấp hơn (30%), copper-clad steel khi đó nó sẽ có kích cỡ lớn hơn và nhiệt độ nóng chảy thấp hơn.

1.1.5 Lựa chọn kết nối

Tất cả những dây kết nối ở trên mặt đất hay trong đất của hệ thống nối đất phải được lựa chọn đáp ứng các nhu cầu của dây dẫn như: Điện dẫn suất, sự ăn mòn, khả năng dẫn điện, độ bền cơ. Những mối nối này phải đủ chắc chắn khi nhiệt độ tăng và sự dẫn điện luôn là hằng số đối với nhiệt độ. Những mối nối cũng phải đảm bảo độ bền cơ do có lực điện từ sinh ra khi có dòng sự cố lớn.

1.1.6 Xác định dòng lớn nhất chạy vào lưới

Giá trị lớn nhất của dòng điện chạy vào lưới nối đất sẽ dẫn đến điều kiện nguy hiểm nhất. Theo những bước sau đây sẽ xác định được dòng điện lớn nhất chạy vào lưới nối đất dùng tính toán điện trở lưới nối đất của trạm.

a) Loại và sự cố chạm đất thì nó sẽ tạo ra dòng điện lớn nhất giữa lưới nối đất và đất xung quanh và sự gia tăng điện áp trên bề mặt lớn nhất trong trạm.

b) Xác định, tính toán, hệ số suy giảm dòng điện sự cố S_f theo loại sự cố để tính toán giá trị dòng điện cân bằng I_g .

c) Mỗi loại sự cố dựa vào khoảng thời gian sự cố xác định giá trị hệ số suy giảm cho phép do ảnh hưởng của sóng dòng điện không đối xứng.

d) Chọn giá trị $D_f \cdot I_g$ lớn nhất và đây chính là điều kiện sự cố nguy hiểm nhất.

$$I_0 = \frac{E \cdot (R_2 + jX_2)}{(R_1 + jX_1) \cdot (R_0 + R_2 + 3R_f) + j(X_0 + X_2) + (R_2 + jX_2) \cdot (R_0 + 3R_f + jX_0)} \quad (1.3)$$

I_0 : Giá trị hiệu dụng của dòng điện sự cố thứ tự không.

E: Điện áp pha

R_f : Điện trở của sự cố

R_1 : Điện trở của hệ thống thứ tự thuận

R_2 : Điện trở của hệ thống thứ tự nghịch

R_0 : Điện trở của hệ thống thứ tự không

X_1 : Điện kháng của hệ thống thứ tự thuận

X_2 : Điện kháng của hệ thống thứ tự nghịch

X_0 : Điện kháng của hệ thống thứ tự không

Bảng 1.3: Giá trị của D_f theo t_f và X/R

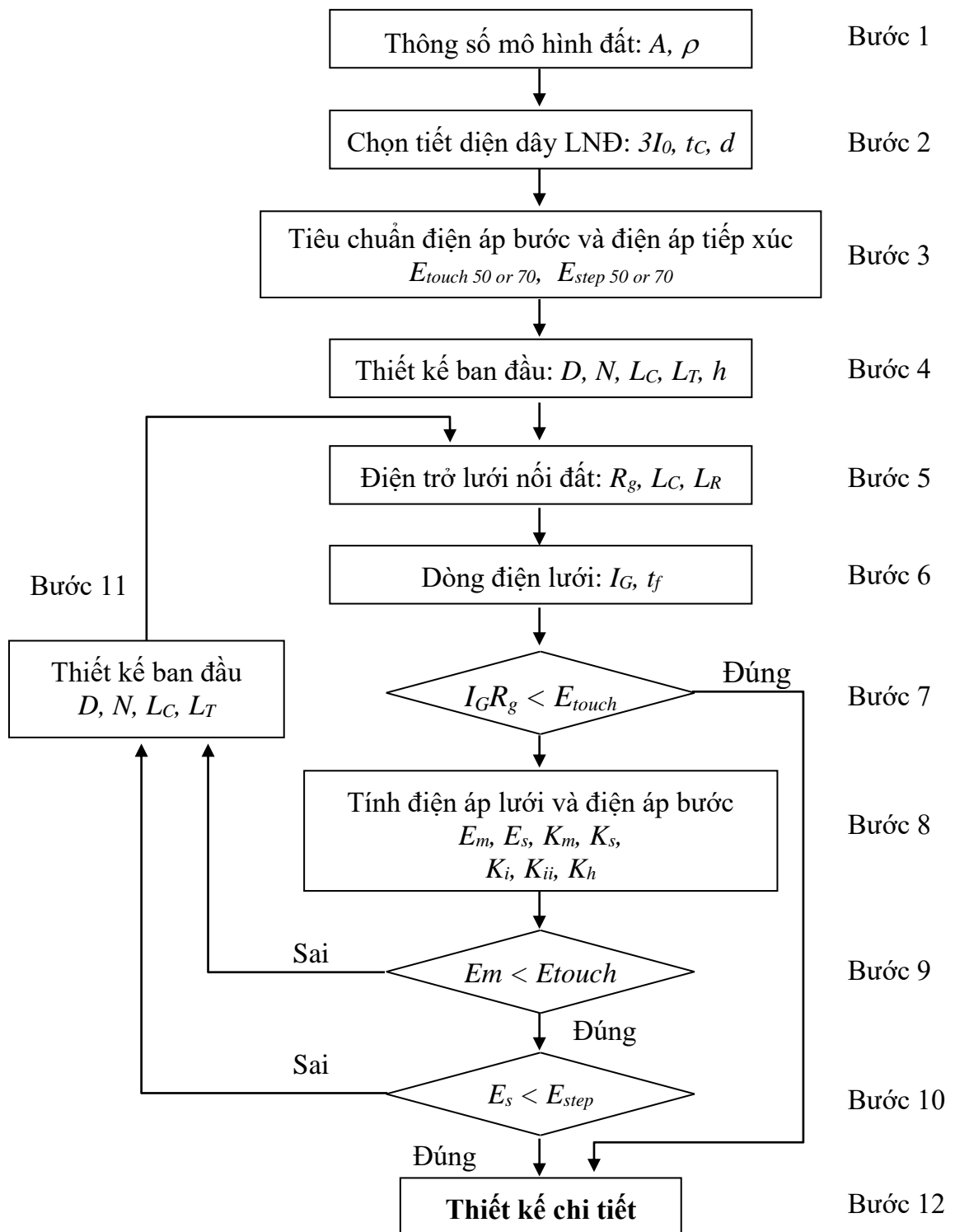
t_f		D_f			
Thời gian (s)	Số chu kỳ ở tần số 60 Hz	$X/R = 10$	$X/R = 20$	$X/R = 30$	$X/R = 40$
0.00833	0.5	1.576	1.648	1.675	1.688
0.05	3	1.232	1.378	1.462	1.515
0.10	6	1.125	1.232	1.316	1.378
0.20	12	1.064	1.125	1.181	1.232
0.30	18	1.043	1.085	1.125	1.163
0.40	24	1.033	1.064	1.095	1.125
0.50	30	1.026	1.052	1.077	1.101
0.75	45	1.018	1.035	1.052	1.068
1.00	60	1.013	1.026	1.039	1.052

1.2 THIẾT KẾ HỆ THỐNG NỔ ĐẤT

Có 2 mục tiêu cần phải đạt được khi thiết kế hệ thống nổ đất khi vận hành bình thường cũng như sự cố:

- Đảm bảo thoát hết dòng trong đất mà không có sự gia tăng lớn hơn giới hạn của thiết bị cũng như trong điều kiện vận hành.
- Đảm bảo người tiếp cận với những thiết bị nổ đất thì không bị điện giật.

1.2.1 Lưu đồ giải thuật cho tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000



Hình 1.1: Trình tự tính toán nối đất Trạm biến áp AC theo tiêu chuẩn IEEE Std.80-2000

1.2.2 Ý nghĩa các thông số kỹ thuật

Bảng 1.4: Ý nghĩa của các thông số được dùng để thiết kế

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
ρ	Điện trở riêng của đất	$\Omega.m$
ρ_s	Điện trở suất của lớp đất bề mặt	$\Omega.m$
$3I_0$	Dòng ngắn mạch chạm đất lớn nhất	A
A	Diện tích lưới nối đất	m^2
C_s	Hệ số hiệu chỉnh làm giảm điện trở suất của lớp đất bề mặt	
d	Đường kính của dây dẫn làm lưới nối đất (d_t, d_c)	m
D	Khoảng cách giữa những dây dẫn song song	m
D_f	Hệ số tính đến ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ được dùng để tính I_g	
D_m	Khoảng cách lớn nhất giữa 2 điểm bất kỳ trên lưới	m
E_m	Điện áp lưới ở giữa những mắt lưới	
E_s	Điện áp bước giữa 2 điểm trên mặt đất: Một điểm nằm ở góc ngoài của lưới và điểm còn lại nằm trên đường chéo hướng ra phía ngoài cách đó 1m.	V
E_{step50}	Điện áp bước chịu đựng được đối với người nặng 50kg	V
E_{step70}	Điện áp bước chịu đựng được đối với người nặng 70kg	V
$E_{touch50}$	Điện tiếp xúc chịu đựng được đối với người nặng 50kg	V
$E_{touch70}$	Điện tiếp xúc chịu đựng được đối với người nặng 70kg	V
h	Độ sâu của lưới nối đất	m
h_s	Bề dày của lớp đất bề mặt	m
I_G	Dòng tản vào đất lớn nhất (chạy giữa lưới và đất)	A
I_g	Dòng tản vào đất	A
K	Hệ số phản xạ của đất (điện trở suất đất khác nhau)	
K_h	Hệ số hiệu chỉnh độ chôn sâu của lưới nối đất	
K_i	Hệ số hiệu chỉnh cho hình dạng của lưới nối đất	
K_{ii}	Hệ số hiệu chỉnh cách bố trí cọc trong lưới nối đất	

K_m	Hệ số khoảng cách cho điện áp lưới	
K_s	Hệ số khoảng cách cho điện áp bước	
L_C	Tổng chiều dài các thanh dẫn của lưới	m
L_M	Chiều dài ảnh hưởng của $L_C + L_R$ đối với điện áp lưới	m
L_R	Tổng chiều dài của các cọc nối đất	m
L_T	Chiều dài của mỗi cọc nối đất	m
L_s	Chiều dài ảnh hưởng của $L_C + L_R$ đối với điện áp bước	m
L_T	Tổng chiều dài ảnh hưởng của hệ thống nối đất, bao gồm lưới và cọc	m
L_x	Chiều dài lớn nhất của lưới theo phương x	m
L_y	Chiều dài lớn nhất của lưới theo phương y	m
n	Hệ số hình học bao gồm n_a, n_b, n_c và n_d	
N	Tổng số cọc được dùng trong diện tích A	
R_g	Điện trở của hệ thống nối đất	Ω
S_f	Hệ số phân dòng sự cố, tính tới dòng hồ cảm đi qua dây chống sét, không đi qua lưới nối đất.	
t_c	Khoảng thời gian tồn tại dòng sự cố dùng xác định kích - cỡ dây nối đất	s
t_f	Khoảng thời gian tồn tại dòng sự cố dùng xác định D_f	s
t_s	Khoảng thời gian tồn tại dòng ngắn mạch dùng xác định dòng cho phép qua người	s

1.3 CÁC THÔNG SỐ VÀ CÁC BƯỚC TÍNH TOÁN LƯỚI NỐI ĐẤT

1.3.1 Các thông số của hệ thống

- ❖ Thời gian ngắn mạch (t_c)
- ❖ Tổng trở tương đương thứ tự thuận, nghịch và không của hệ thống (Z_1, Z_2, Z_0)
- ❖ Hệ số phân dòng sự cố ($S_f = I_g/3I_0$)
- ❖ Điện áp dây nơi xảy ra sự cố xấu nhất
- ❖ Điện trở suất của đất và lớp đá bề mặt (ρ, ρ_s)
- ❖ Bề dày của lớp đá bề mặt (h_s)

- ❖ Độ chôn sâu của lưới nối đất (h)
- ❖ Diện tích khu vực nối đất (A)
- ❖ Tổng trở thứ tự thuận, nghịch và không của máy biến áp

1.3.2 Các bước tính toán lưới nối đất:

Bước 1: Diện tích lưới và điện trở suất của đất

Ta tiến hành xác định diện tích lưới nối đất cần cho trạm biến áp nhờ vào chiều dài và rộng của lưới, hình dạng của lưới nối đất là hình vuông, hình chữ nhật hay hình chữ L,... Bên cạnh đó ta tiến hành xác định điện trở suất của đất tại vị trí thiết kế nối đất cho trạm biến áp. Nếu gọi a là chiều dài của lưới và b là chiều rộng của lưới thì diện tích của lưới là $A = a.b$ (m²).

Bước 2: Kích cỡ dây dẫn nối đất

Ta có dòng chạm đất đối xứng $I_f = |3I_0|$. Giả sử sự cố chạm đất là một pha chạm đất. Ta có dòng điện chạm đất thứ tự không bằng:

$$I_0 = \frac{E}{3R_f + (R_1 + R_2 + R_0) + j(X_1 + X_2 + X_0)} \quad (1.4)$$

Trong đó:

E là điện áp giữa dây pha và dây trung tính (V)

R_f là điện trở ước lượng của sự cố và thông thường giả định bằng không

R_1, R_2, R_0 lần lượt là điện trở tương đương thứ tự thuận, nghịch và không của hệ thống (Ω)

X_1, X_2, X_0 lần lượt là điện kháng tương đương thứ tự thuận, nghịch và không của hệ thống (Ω)

Khi đó cần chú ý đến ngắn mạch xảy ra trên thanh cái nào của máy biến áp để quy đổi giá trị trở kháng sự cố cho chính xác.

$$\text{Tỷ số } \frac{X}{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_0}{X_1 + X_2 + X_0} \quad (1.5)$$

Tiết diện dây dẫn cần thiết cho lưới nối đất được tính theo công thức sau:

$$A_{\text{kcmil}} = I_f \frac{197.4}{\sqrt{\left(\frac{TCAP}{t_c \alpha_r p_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Bước 3: Tiêu chuẩn điện áp tiếp xúc và điện áp bước

Với lớp đá dăm bề mặt có bề dày h_s và điện trở suất là ρ_s . Ta có hệ số giảm

điện trở suất của lớp bề mặt được tính như sau:

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0,09} \quad (1.6)$$

Trong đó:

h_s : là bề dày lớp đá dăm trải bề mặt (m)

ρ_s : là điện trở suất của lớp đá dăm ($\Omega \cdot m$)

ρ : là điện trở suất của đất ($\Omega \cdot m$)

Sự an toàn của một người phụ thuộc vào việc ngăn chặn bị điện giật trước khi sự cố bị loại hoàn toàn. Điện áp lớn nhất khi sự cố không được vượt quá giới hạn quy định như sau. Ta có điện áp bước giới hạn là:

+ Đối với người nặng 50 kg

$$E_{step50} = \frac{(1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,116}{\sqrt{t_c}} \quad (1.7)$$

+ Đối với người nặng 70 kg

$$E_{step70} = \frac{(1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,157}{\sqrt{t_c}} \quad (1.8)$$

Và điện áp tiếp xúc giới hạn là:

+ Đối với người nặng 50 kg

$$E_{touch50} = \frac{(1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,116}{\sqrt{t_c}} \quad (1.9)$$

+ Đối với người nặng 70 kg

$$E_{touch70} = \frac{(1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,157}{\sqrt{t_c}} \quad (1.10)$$

Bước 4: Thiết kế ban đầu

Trong bước này, tùy theo dạng lưới nối đất mà chúng ta có các giá trị khác nhau như:

- Khoảng cách giữa các thanh nối đất (D)
- Số thanh theo chiều dọc và ngang của lưới
- Tổng chiều dài của thanh dẫn nối đất (L_C)
- Tổng chiều dài của cọc tiếp đất (L_R)

- Tổng chiều dài của hệ thống thanh dẫn và cọc tiếp đất (L_T)
- Chu vi của lưới nối đất (L_P)
- Độ chôn sâu của lưới (h)

Bước 5: Xác định điện trở của lưới nối đất

Ta có công thức tính điện trở nối đất của hệ thống đơn giản:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (1.11)$$

Trong đó:

t : là độ chôn sâu của lưới nối đất (m)

ρ : là điện trở suất của đất ($\Omega \cdot m$)

A : là diện tích của lưới nối đất (m^2)

Đối với lưới nối đất phức tạp bao gồm cọc và thanh tiếp địa thì ta nên sử dụng công thức Schwarz để tính toán điện trở nối đất của hệ thống.

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2 \cdot R_{12}} \quad (1.12)$$

Trong đó:

R_1 : là điện trở của lưới nối đất (Ω)

R_2 : là điện trở của hệ cọc (Ω)

R_{12} : là điện trở tương hỗ giữa hệ cọc và lưới nối đất (Ω)

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi \cdot L_C} \left[\ln \left(\frac{2 \cdot L_C}{a} \right) + \frac{k_1 \cdot L_C}{\sqrt{A}} - k_2 \right] \quad (1.13)$$

Trong đó:

ρ : là điện trở suất của đất ($\Omega \cdot m$)

L_C : là tổng chiều dài của thanh dẫn nối đất (m)

a : bằng $\sqrt{d \cdot h}$ khi lưới chôn ở độ sâu h , hoặc bằng $d/2$ khi lưới chôn ở độ sâu $h = 0$ m.

k_1 và k_2 : là hệ số tùy thuộc vào hình dạng của lưới

$$R_2 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_R} \left[\ln \left(\frac{8 \cdot L_R}{d_c} \right) - 1 + \frac{2 \cdot k_1 \cdot L_r}{\sqrt{A}} \cdot (\sqrt{N} - 1)^2 \right] \quad (1.14)$$

Trong đó:

d_c : là đường kính cọc tiếp đất (m)

L_r : là chiều dài của mỗi cọc tiếp đất (m), N là số cọc tiếp đất

$$R_{12} = \frac{\rho}{\pi.L_C} \left[\ln \left(\frac{2.L_C}{L_r} \right) + \frac{k_1.L_C}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right] \quad (1.15)$$

Các hệ số k_1 và k_2 là tùy thuộc vào hình dạng của lưới hay cụ thể là phụ thuộc vào độ chôn sâu của lưới (h), diện tích của lưới nối đất và tỷ số chiều dài trên chiều rộng của lưới, được tra trong bảng phụ lục 1.

Bước 6: Dòng điện lưới cực đại

Ta có hệ số phân dòng được tính như sau: $S_f = \frac{I_g}{3I_0}$ (1.16)

Mà dòng lưới cực đại lại bằng: $I_G = D_f . I_g$ (1.17)

$$I_G = D_f . S_f . 3.I_0 \quad (1.18)$$

Trong đó:

I_G : là dòng tản vào đất lớn nhất (chạy giữa lưới và đất) (A)

I_0 : là dòng điện chạm đất thứ tự không (A)

D_f : là hệ số suy giảm (được tra trong bảng 1.3)

S_f : là hệ số phân dòng sự cố

I_g : là dòng tản vào đất (A)

Bước 7: Tính GPR

Việc cần thiết là ta đi so sánh giá trị *GPR* tìm được với giá trị điện áp tiếp xúc E_{touch} .

Ta có: $GPR = I_G . R_g$ (1.19)

Đến đây, nếu giá trị GRP tìm được nhỏ hơn điện áp tiếp xúc cho phép thì ta đi đến bước cuối cùng là thiết kế chi tiết cho hệ thống nối đất.

Ngược lại nếu GRP lớn hơn giá trị điện áp tiếp xúc cho phép thì ta thực hiện tiếp bước 8.

Bước 8: Điện áp lưới và điện áp bước

Sử dụng công thức sau để tìm giá trị yếu tố hình học k_m :

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16.h.d_t} + \frac{(D+2.h)^2}{8.D.d_t} - \frac{h}{4.d_t} \right) + \frac{k_{ii}}{k_n} \ln \left(\frac{8}{\pi.(2.n-1)} \right) \right] \quad (1.20)$$

Đối với lưới nối đất có cọc tiếp địa dọc theo chu vi hoặc lưới với các cọc ở các góc lưới cũng như trên toàn khu vực lưới thì: $k_{ii} = 1$.

Đối với lưới không có cọc tiếp đất hoặc với lưới chỉ có vài cọc tiếp đất không nằm ở các góc lưới hoặc trên vành chu vi lưới thì: $k_{ii} = \frac{1}{(2.n)^2}$

Trong đó:

$$k_n = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} \quad (1.21)$$

$$n = n_a.n_b.n_c.n_d \text{ với:} \quad (1.22)$$

$$n_a = \frac{2.L_C}{L_P} \quad (1.23)$$

$n_b = 1$ nếu lưới là hình vuông

$n_c = 1$ nếu lưới là hình vuông và hình chữ nhật

$n_d = 1$ nếu lưới là hình vuông và hình chữ nhật hoặc hình chữ L

Nếu không thì:

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4.\sqrt{A}}} \quad n_c = \left(\frac{L_x.L_y}{A} \right)^{\left(\frac{0,7.A}{L_x.L_y} \right)} \quad n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \quad (1.24)$$

Với:

D: là khoảng cách giữa các thanh nối đất (m)

L_C : là tổng chiều dài của thanh dẫn nối đất (m)

L_x : là chiều dài tối đa của lưới nối đất theo chiều dài (m)

L_y : là chiều dài tối đa của lưới nối đất theo chiều rộng (m)

L_T : là tổng chiều dài của hệ thống thanh và cọc tiếp đất (m)

D_m : là khoảng cách tối đa giữa hai điểm bất kỳ trên lưới (m)

d_t, d_c : là đường kính thanh, cọc nối đất (m)

$h_0 = 1$ (m)

$$\text{Hệ số } k_i \text{ được tính theo công thức sau: } k_i = 0,644 + 0,148.n \quad (1.25)$$

Đối với lưới không có cọc tiếp đất thì điện áp lưới E_m là:

$$E_m = \frac{\rho \cdot I_G \cdot k_m \cdot k_i}{L_C} \quad (1.26)$$

Và khi lưới có cọc tiếp đất thì điện áp lưới lúc này sẽ được tính như sau:

$$E_m = \frac{\rho \cdot I_G \cdot k_m \cdot k_i}{L_C + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] \cdot L_R} \quad (1.27)$$

Ta có hệ số k_s được tính như sau:

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right] \quad (1.28)$$

Vậy điện áp E_s được tính như sau:

$$E_s = \frac{\rho \cdot I_G \cdot k_s \cdot k_i}{0,75 \cdot L_C + 0,85 \cdot L_R} \quad (1.29)$$

Bước 9: So sánh điện áp lưới E_m và điện áp tiếp xúc cho phép E_{touch}

Nếu điện áp lưới E_m tìm được ở bước 8 nhỏ hơn điện áp E_{touch} cho phép thì ta tiếp tục thực hiện sang bước 10. Còn ngược lại nếu như điện áp lưới E_m lớn hơn điện áp tiếp xúc cho phép E_{touch} thì ta thực hiện sang bước 11 để thay đổi thiết kế sơ bộ ban đầu.

Bước 10: So sánh E_s và điện áp bước cho phép E_{step}

Nếu điện áp bước E_s tính toán được ở bước 8 nhỏ hơn điện áp bước cho phép E_{step} thì chúng ta đi đến bước 12 là bước thiết kế chi tiết. Ngược lại ta phải thay đổi thiết kế sơ bộ.

Bước 11: Thay đổi thiết kế sơ bộ

Nếu như một trong hai bước 10 và 11 không thỏa mãn thì ta cần thay đổi thiết kế sơ bộ ban đầu. Cụ thể ta có thể thay đổi khoảng cách giữa các thanh dẫn nối đất (D), số cọc có trong lưới (N), chiều dài mỗi cọc (L_r), chiều dài thanh dẫn nối đất để từ đó tăng giá trị tổng chiều dài thanh dẫn nối đất (L_C), tổng chiều dài cọc nối đất (L_R), diện tích lưới... Mục đích là để giảm giá trị E_m và E_s tính được.

Bước 12: Thiết kế chi tiết cho lưới

Khi mà tất cả các bước ở trên đã được tính toán và thỏa mãn thì chúng ta tiến hành thiết kế chi tiết cho lưới nối đất.

1.4 PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN ĐIỆN TRỞ ĐẤT

1.4.1 Khái niệm về điện trở suất của đất

Đất là vật thể xốp có tính mao dẫn, gồm các thành phần ở thể rắn, thể lỏng và thể khí.

Phần thể rắn của đất gồm một số lượng lớn các hạt nhỏ bé của các khoáng chất khác nhau với đường kính từ 0,1mm đến 3mm và các cấu thành hữu cơ vi động và thực vật.

Phần thể lỏng của đất (dung dịch đất) là nước với các chất chứa trong các phần thể rắn và khí của đất hoà tan trong nước.

Phần thể khí của đất chủ yếu là khí ôxy, nitơ, cacbon dioxyd lấp đầy các lỗ của đất đá.

Các dung dịch đất là bộ phận dẫn điện chính ở trong đất, các hạt cứng của đất (khoáng chất) dẫn điện rất yếu.

Trong dung dịch đất do ảnh hưởng của điện trường làm dịch chuyển các ion, tạo nên hiện tượng dẫn điện của đất. Nồng độ ion trong dung dịch đất càng cao độ dẫn điện của đất càng lớn.

Trị số nghịch đảo của độ dẫn điện là điện trở.

Độ dẫn đối với một đơn vị thể tích (cm^3 hoặc m^3) của đất gọi là độ dẫn suất của đất và được ký hiệu bằng chữ cái Hilạp là χ íchma - $1/\text{Ohm.m}$.

Giống như vậy, điện trở của một đơn vị thể tích đất là điện trở suất của đất và được ký hiệu bằng chữ cái Hilạp ρ (Rho - Ohm.m).

Kết quả nghiên cứu người ta đã chứng minh rằng điện trở suất với mọi đất đá ở một nhiệt độ nào đó sẽ giảm khi độ ẩm tăng, cũng như vậy điện trở suất của đất ở một độ ẩm nào đó cũng giảm khi nhiệt độ tăng.

Do điều kiện khí quyển và khí hậu thay đổi trong năm nên độ ẩm trong đất và nhiệt độ của nó thay đổi làm thay đổi điện trở suất của đất. Sự dao động điện trở suất của đất chủ yếu đối với các lớp đất phân bố càng gần với bề mặt đất.

Điện trở suất của đất ở độ sâu từ 1 đến 3 mét có trị số thay đổi theo theo thời gian trong năm, nhưng chênh lệch giá trị điện trở suất của đất từ cực tiểu đến cực đại không quá 2 lần.

Điện trở suất của các lớp đất bố trí ở độ sâu từ 5 mét trở lên hầu như không thay đổi về trị số theo thời gian trong năm.

Do đó để nhận được tiếp đất có trị số điện trở ổn định ở thời điểm bất kỳ trong năm, ta cần thiết bố trí tiếp đất hoặc ở lớp đất có độ sâu từ 1m đến 5m có sự hiệu

chỉnh trị số điện trở suất đo được khi có xét đến sự thay đổi theo mùa của trị số điện trở suất giới hạn hoặc ở lớp đất sâu từ 5 m đến 30 m ở đó hầu như không có sự thay đổi điện trở suất của đất theo mùa.

Khi bố trí tiếp đất ở độ sâu từ 2 đến 5 mét trị số điện trở suất đo được bằng máy đo sẽ nhân với hệ số hiệu chỉnh K (xem bảng 1.5) phù hợp với điều kiện đo và đưa ra trị số điện trở suất của đất có khả năng lớn nhất trong thời gian làm việc của hệ thống tiếp đất. Trị số điện trở suất tính toán của đất (ρ_{tt}) được xác định theo công thức: $\rho_{tt} = \rho_{do} K$

Trong đó: ρ_{do} là trị số điện trở suất của đất đo được trên diện tích bố trí hệ thống tiếp đất; K là hệ số điều chỉnh

Khi lựa chọn trị số K ta nên căn cứ vào các số liệu khí tượng làm ảnh hưởng đến trị số điện trở suất của đất như là lượng mưa trung bình v.v

Bảng 1.5: Hệ số mùa

Loại điện cực tiếp đất	Độ sâu chôn điện cực tiếp đất, m	Trị số K đối với điều kiện khí hậu của vùng đo được		
		1-1	1-2	1-3
Dây	0,5	6,5	5,0	4,5
	0,8	3,0	2,0	1,6
	1 - 1,2	2,2	1,6	1,5
Thanh (thanh, ống hoặc thép góc)	Đầu trên của thanh ở độ sâu 0,8m còn đầu dưới ở độ sâu 3 - 3,5m	2,0	1,5	1,4
	Đầu trên của thanh ở độ sâu 0,8m còn đầu dưới ở độ sâu trên 5m	1	1	1
Chú thích:				
Các trị số K nêu ra ở trên bảng theo các điều kiện đo như sau:				
1-1 trị số điện trở suất của đất đo được ứng với trị nhỏ nhất (đo sau khi có mưa lớn)				
1-2 trị số điện trở suất của đất đo được theo trị trung bình (độ ẩm của đất trung bình, trước khi đo có mưa nhỏ)				
1-3 trị số điện trở suất của đất đo được theo trị cực đại (đất khô ráo).				

Khi thiết kế hệ thống tiếp đất ta cần phải bảo đảm trị số điện trở tiếp đất không vượt quá trị số yêu cầu ở bất kỳ một thời điểm nào trong năm. Sự dao động trị số điện trở tiếp đất ở độ sâu từ 1m đến 3m thường là không trùng nhau giữa năm này và năm trước, thêm vào đó đối với mỗi vùng khác nhau có các số liệu khí hậu và khí tượng khác nhau, thậm chí ngay cùng loại đất điện trở suất của đất thay đổi khác nhau theo thời gian trong năm.

Do đó ta cần biết các số liệu thực nghiệm sự dao động trị số điện trở suất của đất theo mùa trong nhiều năm nhằm để thiết kế hệ thống tiếp đất đúng đắn và chính xác.

1.4.2 Phương pháp đo điện trở suất của đất

Điện trở suất của đất là một tham số rất quan trọng, phải được quan tâm xem xét. Điện trở của đất có ảnh hưởng đến quá trình lan truyền dòng điện trong đất, quá trình tính toán tiếp đất chống sét, tính toán tiếp đất an toàn, cân bằng điện thế và làm việc tại các nhà máy điện hoặc trạm biến áp của hệ thống điện cũng như khi tính toán các loại tiếp đất cho công trình viễn thông, tín hiệu và truyền số liệu.

Trị số điện trở tiếp đất tỉ lệ thuận với điện trở suất của đất ρ bao xung quanh điện cực tiếp đất.

Để xác định điện trở suất của đất, người ta phải áp dụng các phép đo thích hợp.

Phương pháp thăm dò điện cực thẳng đứng được thực hiện theo hai mạch là:

- Mạch Wenner
- Mạch Schlumberger

Đa số các trường hợp trong thực tế thường gặp là đất có lết cấu hai lớp, với lớp trên có chiều dày h và điện trở suất ρ_1 còn lớp dưới có điện trở suất ρ_2 .

Để xác định các tham số ρ_1 , ρ_2 và h người ta đã dùng phương pháp phổ biến là thăm dò điện thẳng đứng mà thực chất là chọn một tâm thăm dò O .

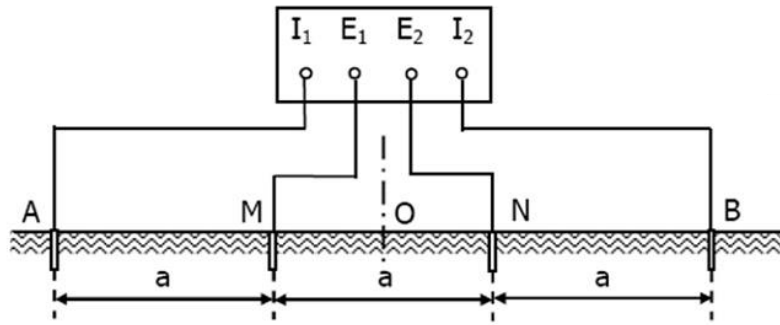
Sau đó bằng phương pháp bốn điện cực tiến hành đo một loạt điện trở suất của đất với khoảng cách giữa các điện cực khác nhau.

Theo các số liệu đo được ta xây dựng đường cong chỉ sự phụ thuộc điện trở suất của đất vào khoảng cách và so sánh với đường chuẩn (theo tám mẫu). Sự so sánh cho phép xác định gần đúng kết cấu đất và trị số điện trở suất của các lớp đất.

a. Thăm dò theo mạch Wenner

Các điện cực A , B , M , N được bố trí đối xứng với tâm thăm dò (tâm đo) O , khi đó các điện cực phía ngoài A , B là các điện cực dòng, còn các điện cực phía trong M , N là các điện cực điện thế.

Cho mỗi lần đo, tất cả các điện cực kéo giãn dần ra và bảo đảm đối xứng với tâm thăm dò O .



Hình 1.2: Sơ đồ đo theo phương pháp Wenner

Phép đo đầu tiên được tiến hành với khoảng cách $AB = 1,5\text{m}$ (khoảng cách giữa các điện cực liên kề nhau $a = 0,5\text{ m}$), phép đo thứ hai với $AB = 2,1\text{m}$ ($a = 0,7\text{m}$).

Để nhận được bản đồ đầy đủ đo điện trở suất của đất, người ta khuyến nghị tiến hành một loạt các phép đo với khoảng cách giữa các điện cực ngoài cùng (AB) và khoảng cách giữa các điện cực liên tiếp (a) như trình bày trong bảng 1.6

Bảng 1.6: Khoảng cách kiến nghị giữa các điện cực khi đo mạch Wenner

AB (m)	1,5	2,1	3	4,5	6	9	12	15	21	30	45	60	90	120	150	210	300
a (m)	0,5	0,7	1	1,5	2	3	4	5	7	10	15	20	30	40	50	70	100

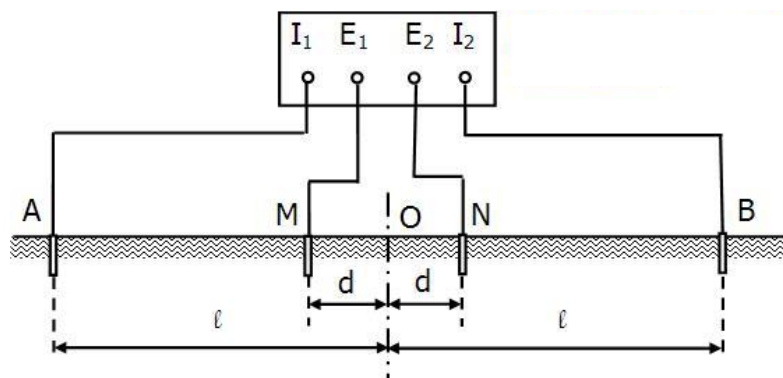
Tùy theo việc tăng khoảng cách giữa các điện cực AB chỉ thị của máy đo sẽ giảm. Quá trình đo cần phải tiếp tục cho đến khi mà đạt tới giới hạn dưới của thang máy đo điện trở đất. Tuyệt đại đa số các trường hợp đo được kết thúc khi $AB = (90-120)\text{ m}$.

b. Thăm dò theo mạch Schlumberger

Khi thăm dò theo mạch Schlumberger cũng phải bảo đảm các điện cực đối xứng đối với tâm thăm dò, chỉ kéo giãn các điện cực dòng A và B còn các điện cực điện thế vẫn giữ nguyên vị trí như cũ.

Theo mạch Schlumberger chỉ thị của máy đo sẽ giảm nhanh hơn so với đo theo mạch Wenner sau mỗi lần đo tiếp theo.

Trong kết quả đo giới hạn dưới của máy đo sẽ đạt được với khoảng cách giữa các điện cực A và B nhỏ đáng kể.



Hình 1.3: Sơ đồ đo theo phương pháp Schlumberger

Phương pháp Schlumberger

Với khoảng cách nhỏ cho độ chính xác lớn, vì vậy bắt đầu đo hợp lý là chọn phương pháp này.

Để đạt giới hạn dưới của thang đo ta tiếp tục chuyển sang đo theo mạch Wenner bằng cách như sau:

Các điện cực dòng giữ nguyên ở vị trí cũ, còn các điện cực thế giãn ra với khoảng cách $MN = AB/3$ và tiến hành đo tiếp điện trở suất của đất.

Thường người ta chuyển sang đo theo mạch Wenner khi $AB = (30 - 45) \text{ m}$.

Việc xác định điện trở suất biểu kiến được tiến hành theo công thức:

- Khi đo theo mạch Wenner: $\rho = 2\pi aR; (\Omega\text{m})$
- Khi đo theo mạch Schlumberger: $\rho = \pi R \frac{I^2 - d^2}{2d} = R * K; (\Omega\text{m})$

Trong đó:

R là chỉ thị của máy đo, Ω ;

a là khoảng cách giữa các điện cực liền kề nhau ($AB/3$) khi đo theo mạch Wenner;

$$I = \frac{AB}{2}, (\text{m}); \text{ và } d = \frac{MN}{2}, (\text{m}) \text{ khi đo theo mạch Schlumberger.}$$

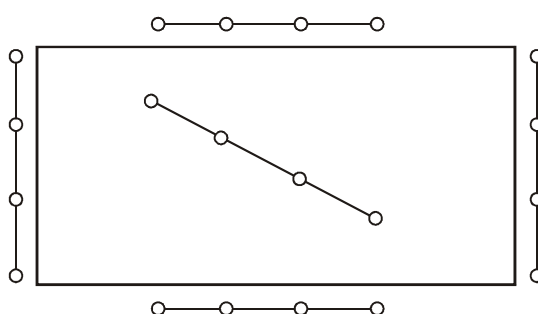
Theo quy trình đo điện trở suất của đất do Phòng địa vật lý - Tổng cục địa chất ban hành, việc đo được tiến hành trình tự theo các khoảng cách như quy định trong bảng 1.7.

Bảng 1.7 Khoảng cách qui định khi đo mạch Schlumberge

Phép đo	AB/2	MN/2	K	Phép đo	AB/2	MN/2	K
1	1	0.5	2.36	11	40	5	494.80
2	1.5	0.5	6.28	12	65	5	1319.42
3	3	1	12.57	13	65	20	300.42
4	4.5	1	30.24	14	100	20	753.98
5	6	1	54.98	15	100	5	3133.75
6	9	1	125.66	16	150	20	1735.73
7	15	1	351.86	17	225	20	3944.67
8	15	5	62.83	18	225	75	942.48
9	25	5	188.50	19	325	75	2094.40
10	25	1	980.18				

1.4.3 Chọn vị trí đo điện trở suất của đất

Để xác định điện trở suất của đất cho một vùng dự kiến trang bị hệ thống tiếp đất hình chữ nhật, người ta cần bố trí các mạch đo tại tối thiểu 5 điểm theo 5 hướng như minh họa.



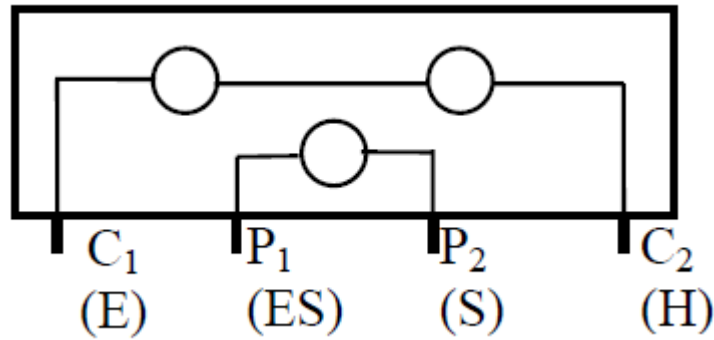
Hình 1.4 : Hướng đo điện trở suất

1.4.4 Đo điện trở tiếp đất

Đo điện trở tiếp đất bằng phương pháp điểm rơi điện áp 62%

a. Cấu tạo máy đo điện trở tiếp đất

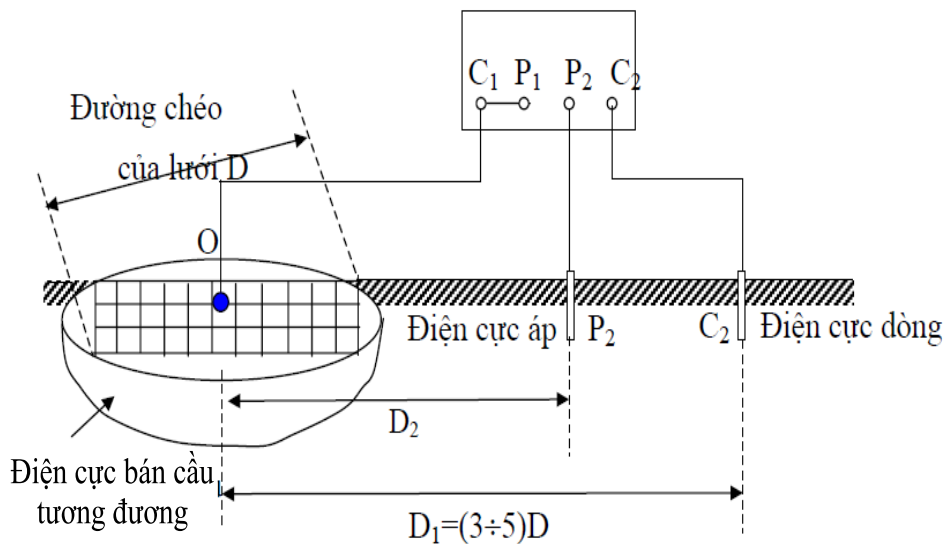
Máy đo điện trở tiếp đất hoạt động trên nguyên lý Vôn - Ampe, máy gồm có nguồn phát dòng và mạch đo điện áp. Nguồn phát dòng điện nối ra ngoài bằng 2 điện cực C1 và C2 (hay E và H). Mạch đo điện áp nối ra ngoài bằng 2 điện cực P1 và P2 (hay ES và S). Đối với máy 3 điện cực thì điện cực C1 và P1 (hay E và ES) nối chung với nhau thành điện cực E.



Hình 1.5: Cấu tạo của máy đo điện trở tiếp đất

b. Mô tả cách bố trí đo

Đóng điện cực dòng C2 (điện cực phụ) và điện cực áp P2 trên một đường thẳng với tổ tiếp đất cần đo với điều kiện khoảng cách từ tâm tổ tiếp đất đến điện cực dòng C2 bằng 3 đến 5 lần đường chéo D của tổ tiếp đất và khoảng cách từ tâm tổ tiếp đất đến điện cực áp P2 bằng 62% khoảng cách từ tâm tổ tiếp đất đến điện cực dòng C2.



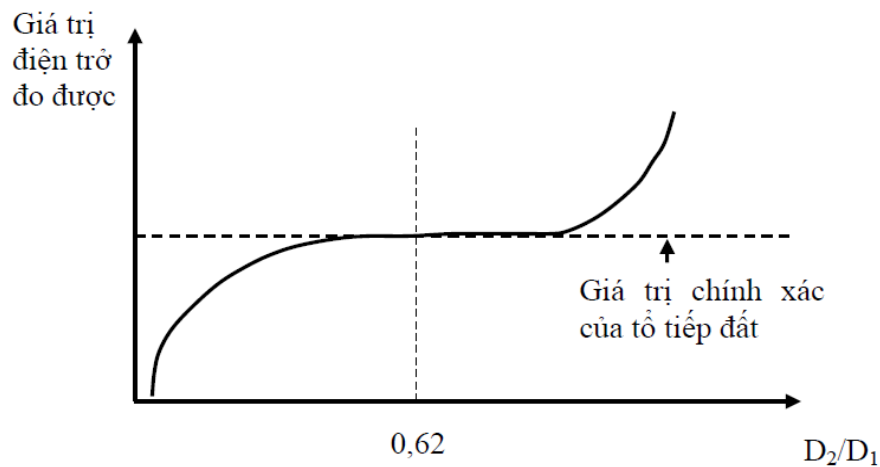
Hình 1.6: Nguyên lý bố trí đo điện trở tiếp đất bằng phương pháp điểm rơi điện áp 62%

Trong phương pháp đo đã mô tả ở trên cần phải đảm bảo khoảng cách từ tâm của tổ tiếp đất đến điện cực dòng C2 bằng từ 3 đến 5 lần đường chéo của tổ tiếp đất để đảm bảo điện cực áp P2 nằm ngoài điện cực bán cầu tương đương của tổ tiếp đất. Nguyên lý đo hoạt động theo nguyên lý Vôn - Ampe. Máy đo phát 1 dòng điện vào tổ tiếp đất qua mạch dòng điện C1, C2, dòng điện phát vào là dòng xoay chiều có tần số khác với tần số của nguồn điện lưới để tránh ảnh hưởng nhiễu của dòng điện lưới gây ra, thông thường người ta chọn tần số là 128Hz. Mạch điện áp sẽ đo điện thế dâng lên của tổ tiếp đất bằng mạch điện áp P1 và P2, giá trị điện trở của tổ tiếp

đất đo được xác định bằng điện thế dâng lên của tổ tiếp đất chia cho dòng điện máy đo tạo ra chảy vào tổ tiếp đất.

c. Ảnh hưởng của bố trí điện cực phụ P2 và C2 đến kết quả đo

Việc bố trí các điện cực phụ C2 và P2 phải đảm bảo theo quy định là $D2 = 0,65 D1$ và đảm bảo điện cực phụ C2 và P2 nằm ngoài vùng ảnh hưởng của tổ tiếp đất. Trên hình 2.6 mô tả ảnh hưởng của tỷ lệ $D2/D1$ tới tính chính xác của kết quả đo điện trở. Như vậy nhìn vào đồ thị ta thấy với tỷ lệ $D2/D1 = 0,62$ sẽ cho kết quả đúng với trị số thật nhất. Trên trục $D2/D1$ tại lân cận giá trị 0,62 đường giá trị điện trở đo được gần bằng đường giá trị chính xác của tổ tiếp đất và thực tế đã chứng minh cho phép sai số $D2/D1$ dao động cộng trừ 10%.



Hình 1.7: Sự ảnh hưởng của kết quả đo do bố trí điện cực

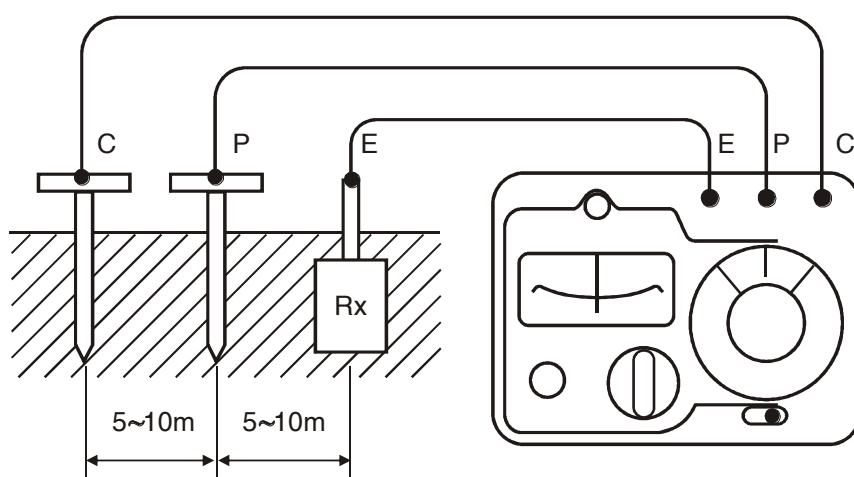
Nhìn vào đồ thị Hình 1.6 ta sẽ suy ra được nếu ta dịch điện cực áp P2 lại gần tổ tiếp đất trị số điện trở tiếp đất đo được sẽ nhỏ hơn trị số chính xác, nếu dịch điện cực áp P2 ra xa tổ tiếp đất (gần điện cực dòng C2) sẽ đo được trị số lớn hơn trị số chính xác.

d. Ảnh hưởng của việc bố trí điện cực không đảm bảo khoảng cách từ điện cực áp C2, dòng P2 đến tổ tiếp đất

Thực tế hiện nay các tổ tiếp đất cho các trung tâm Viễn thông thường có quy mô lớn, diện tích của tổ tiếp đất có thể lên đến vài nghìn m^2 và đường chéo D của lưới tiếp đất thường vào khoảng 50 m đến 100 m. Như vậy để đảm bảo khoảng cách từ lưới tiếp đất đến điện cực dòng phải bố trí điện cực dòng cách tổ tiếp đất đến hàng trăm mét, tuy nhiên hiện nay các máy đo điện trở tiếp đất trên mạng lưới có dòng phát tương đối nhỏ, chủ yếu là phát dòng dưới 10 mA, vì vậy máy đo không thể đo được khoảng cách lớn lên đến hàng trăm mét được, đồng thời các máy đo này thường chỉ trang bị các dây đo ngắn, khoảng 30 m đến 50 m., đặc biệt có một loại máy dùng phổ biến nhất trên mạng lưới của VNPT là máy Kyoritsu 4102 và 4105 có dây đo dài nhất chỉ là 15 m. Khi sử dụng máy đo phát dòng nhỏ, không thể

đo được khoảng cách dài dẫn đến việc bố trí điện cực dòng và điện cực áp ngay bên trên tổ tiếp đất hoặc trong bán cầu tương đương của tổ tiếp đất, như vậy giá trị điện thế đo được trên mạch điện áp của máy đo chỉ là chênh lệch điện áp giữa các điểm khác nhau trong điện cực bán cầu tương đương của tổ tiếp đất. Như phần trên đã trình bày điện thế của các điểm khác nhau trong điện cực bán cầu tương đương khi có dòng chảy vào có điện thế bằng nhau, như vậy giá trị điện áp trên mạch điện áp đo được nhỏ hơn rất nhiều so với chênh lệch điện áp của tổ tiếp đất và đất chuẩn và như vậy giá trị điện trở đo được cũng nhỏ hơn rất nhiều so với giá trị thật của tổ tiếp đất. Qua số liệu so sánh giữa kết quả đo của các Bru điện tinh và kết quả đo kiểm của nhóm đo kiểm tiếp đất chống sét Viện khoa học kỹ thuật Bru điện cho thấy sai số do bố trí điện cực áp trên tổ tiếp đất so với cách bố trí chính xác lên đến 30, 40 lần.

e. Các bước đo điện trở đất bằng máy đo (MODEL 4105A)



Hình 1.8: Sơ đồ kết nối máy đo

Bước 1: Kiểm tra máy đo (Pin, điện áp đất, cọc tiếp đất phụ, dây kết nối)

Bước 2: Đấu dây theo sơ đồ hình vẽ

Bước 3: Đo điện trở tiếp đất bằng phương pháp điểm rơi điện áp 62%.

Bước 4: Chuyển đổi thang đo như mong muốn và nhấn nút “PRESS” để đo.

Bước 5: Đọc giá trị khi trị số đạt giá trị cân bằng.

Chú ý: Nếu điện trở đất quá cao, biểu tượng “...” Nhấp nháy. Ta chọn lại thang đo phù hợp hay giảm điện trở bằng cách chọn lại kết nối đất, thay đổi kích thước cọc tiếp đất hay đổ nước lên cọc tiếp đất.

1.4. 5 Điện trở tản xoay chiều tần số công nghiệp của các dạng nối đất đơn giản

1.4.5.1 Cọc nối đất

a. Cọc chôn nổi: Cọc chôn nổi được thực hiện theo Hình 1.9

Cọc làm bằng thép tròn công thức tính như sau:

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}; (l > d) \quad (1.30)$$

Nếu cọc làm bằng thép góc có bề rộng là b thì thay $d = 0,95b$ lúc này

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{4l}{0,95b}$$

với ρ_{tt} là là điện trở suất tính toán, được tính theo

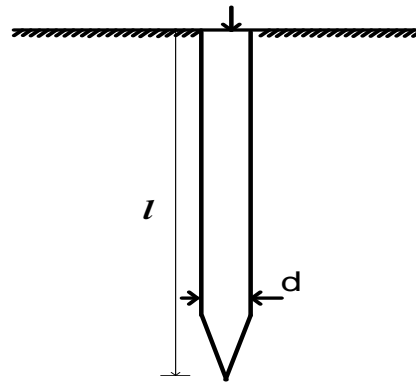
$$\rho_{tt} = k_m \cdot \rho_{đo}$$

Trong đó:

$\rho_{đo}$ - là điện trở suất đo được vào thời điểm đo, Ωm ;

k_m - hệ số mùa, cho trong phụ lục 2;

d - đường kính của cọc tròn, m; l - chiều dài cọc, m.



Hình 1.9: Cọc tiếp địa chôn nổi

b. Cọc chôn sâu: Cọc chôn sâu được thực hiện như Hình 1.10

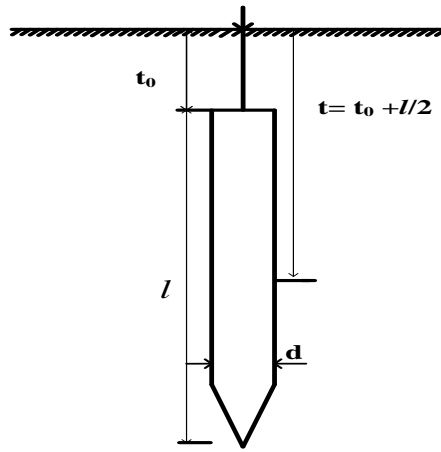
Công thức tính điện trở tản trong trường hợp này:

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right); l > d; t = t_0 + \frac{l}{2} \quad (1.31)$$

Với: t - độ chôn sâu của cọc tính giữa cọc, m

Nếu cọc làm bằng thép góc có bề rộng là b thì thay $d = 0,95b$, b là bề rộng của điện cực.

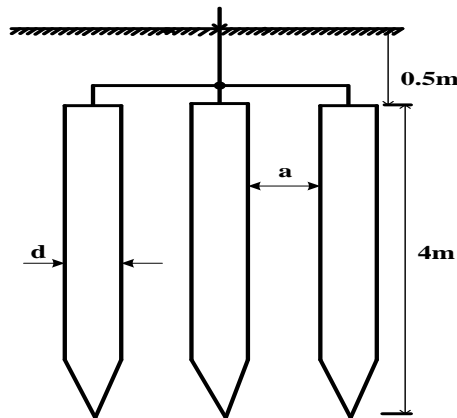
$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$$



Hình 1.10: Cọc tiếp địa chôn sâu

c. Nhiều cọc ghép song song: Trường hợp có n cọc giống nhau và cách đều nhau một khoảng là a Hình 1.11 và dây nối giữa chúng không đáng kể, điện trở tản tương đương được tính bằng công thức

$$R_{th} = \frac{R_c}{n \cdot \eta}$$



Hình 1.11: Nhiều cọc tiếp địa chôn sâu

Trong đó: R_c - điện trở tản của một cọc; η là hệ số sử dụng của hệ thống.

1.4.5.2 Thanh nối đất

a. Thanh chôn chìm: Thanh chôn chìm được thực hiện như hình 1.12

Điện trở tản của thanh sắt được tính theo công thức:

$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt_0}; (l > d) \quad (1.32)$$

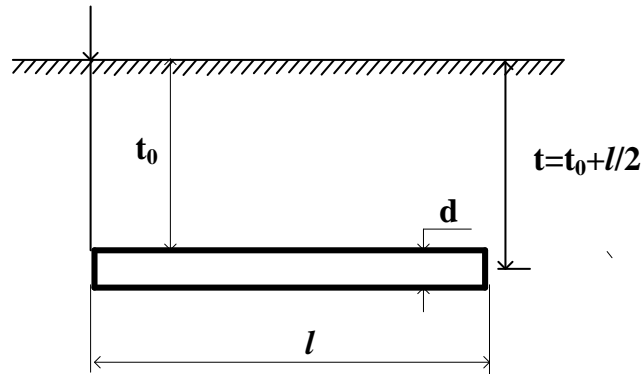
Nếu dung sắt dẹp có bề rộng b thì thay $d = b/2$, công thức trên trở thành

$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt_0}$$

b. Nhiều thanh ghép song song: Trường hợp có n thanh giống nhau ghép song song và dây nối giữa chúng không đáng kể, điện trở tản tương đương được tính bằng công thức:

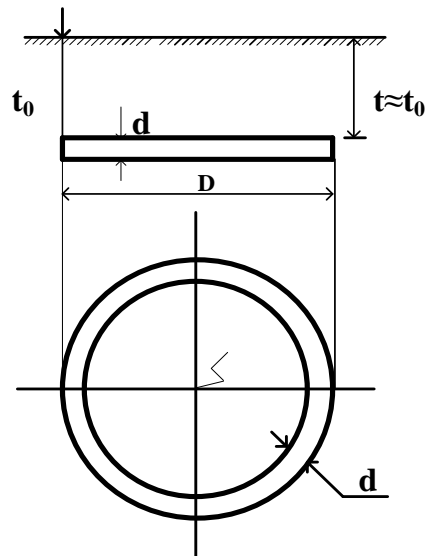
$$R_{th} = \frac{R_t}{n \cdot \eta} \quad (1.33)$$

Trong đó: R_t - điện trở tản của một thanh; η là hệ số sử dụng của hệ thống.



Hình 1.12: Thanh tiếp đất

c. Thanh hình xuyên: Thanh hình xuyên được thực hiện như hình 1.13



Hình 1.13: Thanh tiếp đất hình xuyên

Công thức tính điện trở tản

$$R_v = \frac{\rho_{tt}}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{\pi D}{4t_0} \right) \quad (1.34)$$

Trong đó:

D - đường kính hình xuyên;

d - đường kính vật liệu làm hình xuyên.

1.4.5.3 Điện trở nối đất của các dạng thanh đặc biệt

Một hệ thống nối đất dạng thanh có dạng đặc biệt có thể tính gần đúng theo công thức tổng quát sau:

$$R_t = \frac{\rho_t}{2\pi d} \ln \frac{K.l^2}{d.t} \quad (1.35)$$

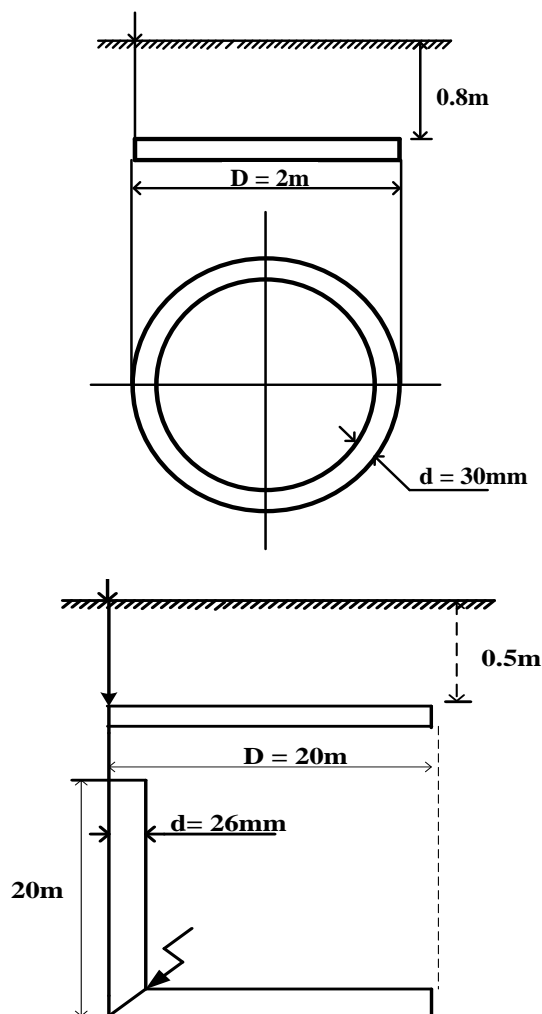
Trong đó:

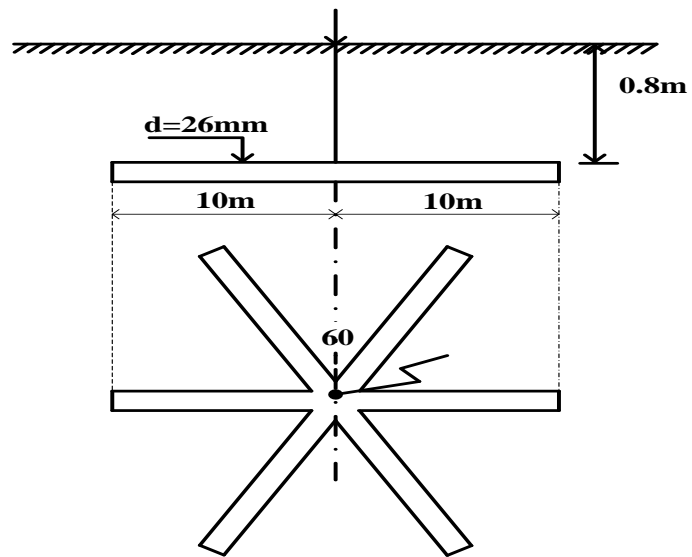
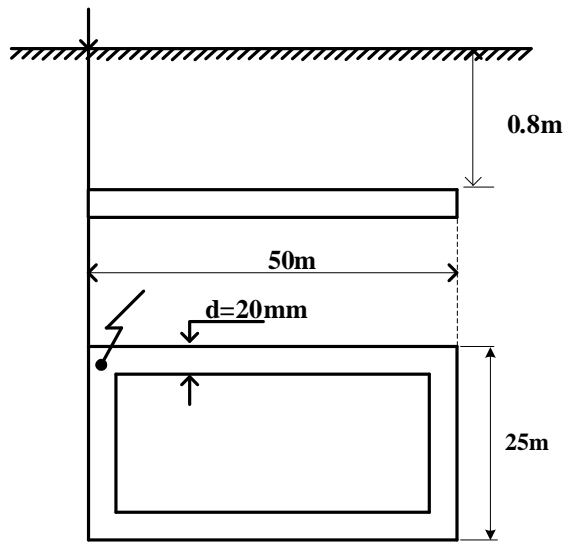
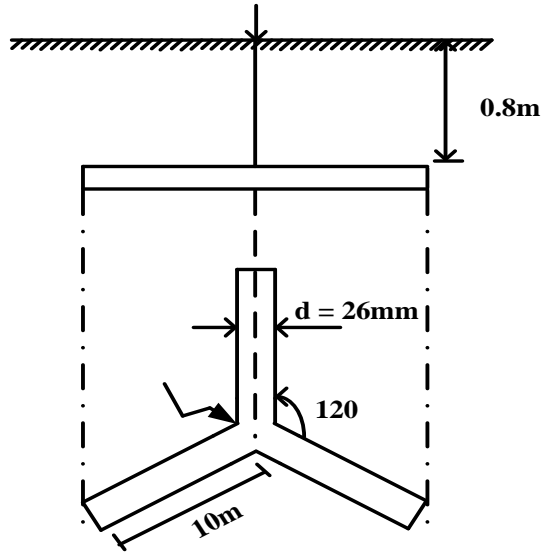
d- đường kính của điện cực, nếu là sắt dẹp thay $d = b/2$;

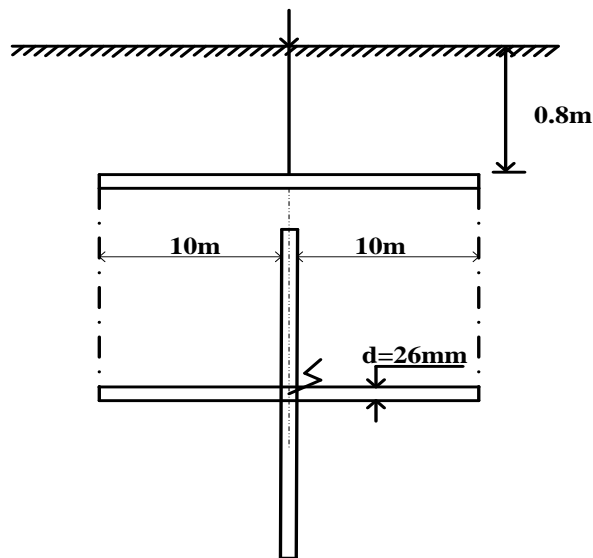
L- chiều dài tổng của các điện cực, nếu là mạch vòng kín thì lấy bằng chu vi, m;

b- bề rộng sắt dẹp, m; t- độ chôn sâu, $t \approx t_0$, m

K- hệ số hình dáng, phụ thuộc vào cách bố trí các thanh nằm ngang, trang bảng phụ lục PL19, Bài tập: Kỹ thuật điện cao áp, Tác giả: PGS.TS. Hồ Văn Nhật Chương.

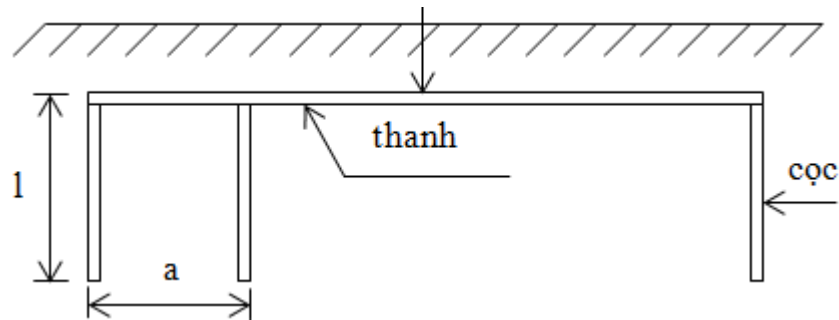






Hình 1.14 : Các dạng thanh tiếp đất đặc biệt

1.4.5.4 Điện trở nối đất của hệ phức hợp thanh – cọc



Hình 1.15: Hệ tiếp đất phức hợp thanh – cọc

Gọi :

R_t : là điện trở tản của thanh, Ω ;

R_c : là điện trở tản của cọc, Ω ;

n : là số cọc có trong thanh;

η_c : là hệ số sử dụng của tổ hợp cọc không tính đến ảnh hưởng của thanh

η_t : là hệ số sử dụng của thanh đối với tổ hợp cọc có ý nghĩa là lúc thanh có cọc đóng dọc theo thanh.

Các hệ số là một hàm của số cọc và tỉ số a/L

- Khoảng cách giữa hai cọc (a) và L là chiều dài của cọc.

Giá trị của các hệ số này tra trong phụ lục PL04, PL05, PL06, PL07, Bài tập: Kỹ thuật điện cao áp, Tác giả: PGS.TS. Hồ Văn Nhật Chương.

Điện trở tổng của tổ hợp cọc không tính đến ảnh hưởng của thanh

$$R_{c\Sigma} = \frac{R_c}{n \cdot \eta_c} \quad (1.36)$$

Điện trở của thanh khi có tính đến hiệu ứng của tổ hợp cọc thanh

$$R_{t\Sigma} = \frac{R_t}{\eta_t} \quad (1.37)$$

Lúc này xem thanh và tổ hợp cọc song song tuyệt đối với nhau nên điện trở tản của tổ hợp là

$$R_{th} = \frac{R_{c\Sigma} \cdot R_{t\Sigma}}{R_{c\Sigma} + R_{t\Sigma}} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \cdot \eta_t + n \cdot R_t \cdot \eta_c} \quad (1.38)$$

1.5 CÔNG THỨC TÍNH ĐIỆN TRỞ NỔI ĐẤT KHI CÓ HÓA CHẤT

1.5.1 Các biện pháp cải tạo đất

Điện trở suất của đất lớn và phụ thuộc nhiều vào từng môi trường đất thực tế. Do vậy, để thực hiện tiếp đất cho một trạm biến áp được an toàn, người ta giảm thiểu điện trở nổi đất khi thực hiện tiếp đất cho một trạm biến áp bằng nhiều cách khác nhau:

+ Dùng các muối Clorua, đồng sunphat, Canxi clorua để tăng khả năng dẫn điện của đất.

+ Dùng Ben Tonic, đất sét tự nhiên chứa nhiều khoáng chất, ổn định, an toàn và độ ẩm cao khoảng 300%. Điện trở của đất này thấp và quá trình điện phân trong nước của các hợp chất Na_2O , K_2O , CaO , MgO và các muối khoáng khác trong đất tạo ra các ion dẫn điện.

Ngoài ra, Ben Tonic còn có khả năng giảm nở lún khi thấm nước và khả năng hút ẩm và giữ ẩm cao. Tuy nhiên, việc dùng Ben Tonic không mang lại hiệu quả cao ở những nơi đất có độ ẩm thấp, nơi đất khô hạn. Vì khi đó, lớp đất này sẽ co lại làm tăng điện trở của hệ thống nổi đất.

Được triển khai từ năm 1992, hóa chất cải tạo đất GEM là vật liệu dẫn điện rất tốt. Hóa chất này có thể giúp ta giải quyết các vấn đề khó khăn khi thực hiện hệ thống nổi đất. GEM cải thiện rất hiệu quả đất trong mọi điều kiện khác nhau của đất. GEM là vật liệu lý tưởng để sử dụng ở các nơi mà đất có tính dẫn điện xấu như là đất đá, đất đồi và đất cát. GEM cũng là một giải pháp trong tình huống mà cọc nổi đất không thể đóng sâu hay ở các vùng đất có diện tích giới hạn gây khó khăn trong việc thực hiện hệ thống nổi đất theo các phương pháp cũ.

Các tính chất của GEM :

Tính hiệu quả: Giảm điện trở suất của đất từ 50% - 90%, giữ ổn định giá trị

điện trở nổi đất, hiệu quả ngay cả khi đất khô.

Độ bền cao: Không bị biến tính hay phân hủy theo thời gian, không cần bảo trì định kỳ hay thay thế, không phụ thuộc vào sự hiện diện thường xuyên của nước để duy trì khả năng dẫn điện.

Bảo vệ môi trường: Không làm ảnh hưởng đất tính chất của đất, không độc hại, ô nhiễm nguồn nước, đáp ứng các yêu cầu của EPA về bảo vệ môi trường, dễ sử dụng

+ Ở Đức đã chế tạo ra một loại hóa chất cải tạo đất bằng bột sắt dẫn điện đã qua sấy, sản mìn công nghiệp và các phụ gia để tăng cường trao đổi cation (tăng ion + và ion -), làm tăng độ ẩm, đảm bảo độ ổn định. Các hóa chất này đã được thí nghiệm áp dụng cho nhiều nơi có hiệu quả.

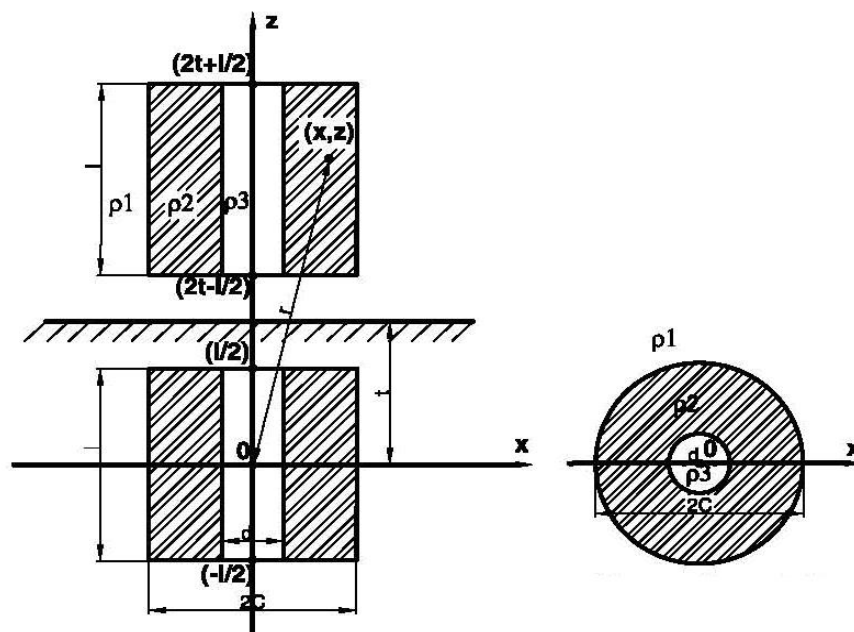
+ Ở Tây Ban Nha hãng sản xuất AT3W cho ra một loại GEM có tên APLICEM(AT-034L).

+ Hãng ERICO (Mỹ) cũng đã cho ra thị trường một loại hóa chất cải tạo đất khá hiệu quả đó là GEM. GEM rất đa dạng về chủng loại, mỗi loại đều có trị số điện trở suất khác nhau nhưng không lớn quá $0.2\Omega m$. Sản phẩm còn có phần mềm “trợ giúp thiết kế nối đất” để giúp cho việc thiết kế đơn giản hơn.

Trong luận nghiên cứu này sẽ đi thực nghiệm trên hệ thống nối đất cụ thể với hóa chất cải tạo đất.

1.5.2 Điện trở nổi đất của cọc thẳng đứng

1.5.2.1 Hồ khoan có dạng hình trụ tròn thẳng đứng



Hình 1.16: Nối đất thẳng đứng với hố khoan hình trụ tròn có lớp GEM

Điện cực thẳng đứng có đường kính d , chiều dài l và điện trở suất ρ_3 được chôn trong đất ở độ sâu h ($h = t_0 + l$) xung quanh điện cực là hai môi trường dẫn điện có điện trở suất ρ_1 (lớp đất) và ρ_2 (lớp hóa chất cải tạo đất) có độ dày bán kính C được trình bày ở hình 1.16

Xét thể tại một điểm có tọa độ (r, Z) nào đó có dòng điện chạy qua điện cực. Theo phương pháp hàm Green, ta có hàm thế như sau:

$$\varphi(Z, r) = \int \frac{I\rho dz}{4\pi d \sqrt{Z^2 + r^2}} \quad (1.39)$$

Thế ở một điểm có tọa độ $(\frac{l}{2}, r)$ sẽ là:

$$\begin{aligned} \varphi(Z, r) &= \int_{\frac{l}{2}}^{2t+\frac{l}{2}} d\varphi(z, r) = \int_{\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} d\varphi(z, r) + \int_{2t-\frac{l}{2}}^{2t+\frac{l}{2}} d\varphi(z, r) \\ &= \frac{I\rho}{4\pi d} \left[2\text{Arsh}\left(\frac{l}{2r}\right) + \text{Arsh}\left(\frac{2t+l/2}{r}\right) - \text{Arsh}\left(\frac{2t-l/2}{r}\right) \right] \end{aligned} \quad (1.40)$$

Với

$$t = t_0 + \frac{l}{2}$$

Thay

$$\text{Arsh}\left(\frac{l}{2r}\right) = \ln \left[\left(\frac{l}{2r}\right) + \sqrt{\frac{l^2}{4r^2} + 1} \right] \quad (1.41)$$

Tương ứng cho các biến số khác ta rút ra:

$$\varphi(r) = \frac{I\rho}{4\pi d} \left[2\ln \left(\frac{\sqrt{l^2 + 4r^2} + l}{2r} \right) + \ln \left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2 + 4r^2} + 4t+l}{\sqrt{(4t-l)^2 + 4r^2} + 4t-l} \right) \right] \quad (1.42)$$

a. Thế trên đoạn C đến vô cùng chính là thế trên biên C vì $\varphi(\infty) = 0$ với $x=C$, $\rho = \rho_1$ (tức ở vùng đất không cải tạo).

$$\varphi_1 = \varphi(r=C) = \frac{I\rho_1}{4\pi d} \left[2\ln \left(\frac{\sqrt{l^2 + 4C^2} + l}{2C} \right) + \ln \left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2 + 4C^2} + 4t+l}{\sqrt{(4t-l)^2 + 4C^2} + 4t-l} \right) \right]$$

$$\text{Suy ra: } R_1 = \frac{\rho_1}{4\pi d} \left[2\ln \left(\frac{\sqrt{l^2 + 4C^2} + l}{2C} \right) + \ln \left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2 + 4C^2} + 4t+l}{\sqrt{(4t-l)^2 + 4C^2} + 4t-l} \right) \right]$$

Khi độ dày lớp cải tạo C bé ($C \ll l$) thì:

$$R_1 = \frac{\rho_1}{4\pi d} \left[2\ln\left(\frac{l}{C}\right) + \ln\left(\frac{4t+l}{4t-l}\right) \right] \quad (1.43)$$

b. Thế giáng trên khoảng cách từ d/2 đến C là:

$$\varphi_2 = \varphi(d/2) - \varphi(C) \text{ khi } \rho = \rho_2$$

Thay trị số của hàm $\varphi(r)$ ở hàm số trên khi $r=d/2$ và $r=C$:

Bỏ qua $d/2$ vì $(d/2)^2 \ll (4t+1)^2$ nên ta được:

$$\Delta\varphi_2 = \frac{I\rho_2}{2\pi d} \left[\ln\left(\frac{2l}{d}\right) + \frac{1}{2}\ln\left(\frac{4t+l}{4t-l}\right) - \ln\left(\frac{\sqrt{l^2+4C^2+l}}{2C}\right) - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2+4C^2+4t+l}}{\sqrt{(4t-l)^2+4C^2+4t-l}}\right) \right]$$

$$R_2 = \frac{\Delta\varphi_2}{I}$$

$$R_2 = \frac{\rho_2}{2\pi d} \left[\ln\left(\frac{2l}{d}\right) + \frac{1}{2}\ln\left(\frac{4t+l}{4t-l}\right) - \ln\left(\frac{\sqrt{l^2+4C^2+l}}{2C}\right) - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2+4C^2+4t+l}}{\sqrt{(4t-l)^2+4C^2+4t-l}}\right) \right] \quad (1.44)$$

c. Thế giáng trên khoảng cách từ x=0 đến d/2:

$$\varphi_3 = \varphi(0) - \varphi(d/2) \text{ khi } \rho = \rho_3$$

Ta có:

$$\varphi(0) = \frac{I\rho}{4\pi d} \lim_{r \rightarrow 0} \left[2\ln\left(\frac{\sqrt{l^2+4r^2+l}}{2r}\right) + \ln\left(\frac{\sqrt{(4t+l)^2+4r^2+4t+l}}{\sqrt{(4t-l)^2+4r^2+4t-l}}\right) \right]$$

Với

$$\lim_{r \rightarrow 0} \left[\ln\left(\frac{\sqrt{l^2+4r^2+l}}{2r}\right) \right] = \lim_{r \rightarrow 0} \left| \frac{l-2r+\sqrt{l^2+4r^2}}{l+2r-\sqrt{l^2+4r^2}} \right| = \lim_{x \rightarrow 0} \ln \left| \frac{-2+8r/\sqrt{l^2+4r^2}}{2-8r/\sqrt{l^2+4r^2}} \right| = 0$$

Thế vào phương trình (1.42) ta được

$$\varphi(0) = \frac{I\rho_3}{4\pi d} \left[\ln\left(\frac{4t+l}{4t-l}\right) \right]$$

$$\varphi(d/2) = \frac{I\rho_3}{4\pi d} \left[2\ln\left(\frac{2l}{d}\right) + \ln\left(\frac{4t+l}{4t-l}\right) \right] \quad (1.45)$$

Suy ra:

$$\varphi_3 = \varphi(0) - \varphi(d/2) = \frac{I\rho_3}{2\pi d} \left[\ln\left(\frac{2l}{d}\right) \right]$$

Từ đó ta có:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{d} \right) \right] \quad (1-46)$$

Như vậy điện trở tổng khi có hóa chất cải tạo đất là:

$$R_C = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_C = \frac{\rho_1}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{l\sqrt{4t+l}}{C\sqrt{4t-l}} \right) \right] + \frac{\rho_2}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2C}{d} \right) \right] + \frac{\rho_3}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{d} \right) \right] \quad (1.47)$$

1.5.2.2 Giá trị điện trở của cọc thẳng đứng hình trụ tròn tương đương

Chúng ta mong rằng để tính điện trở nổi đất có hoặc không có các chất hóa học chúng ta chỉ sử dụng một công thức chung. Vì vậy, công thức tính giá trị điện trở nổi đất tương đương sẽ được đưa ra bằng công thức sau.

Cọc thẳng đứng với các lớp hóa học được chuyển đổi thành một lương tương đương có cùng điện trở suất ρ_3 của kim loại và có đường kính tương đương D_C . Giá trị điện trở chỉ còn hai thành phần (xem Hình.1.17)

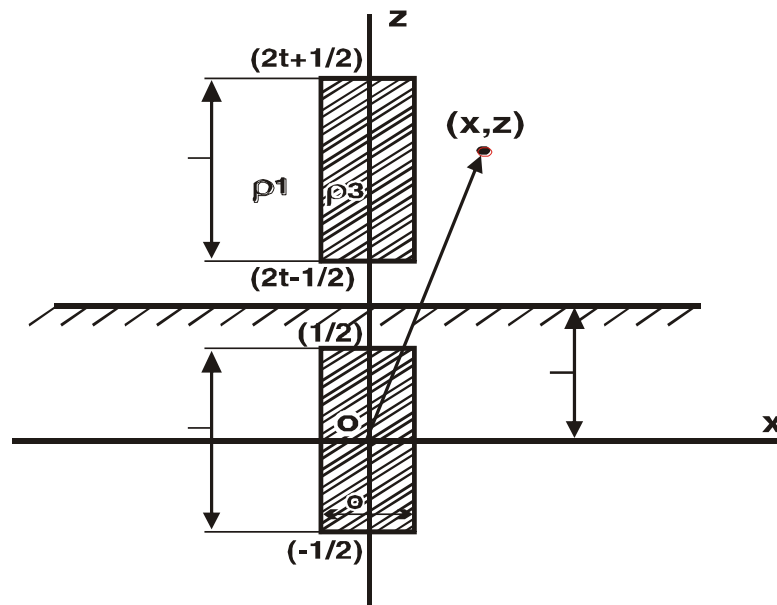
Tính toán tương tự như các điểm (1.5.2.1a,c), ta có:

a. Thành phần trong môi trường kim loại:

$$R_3' = \frac{\rho_3}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{D_C} \right) \right]$$

b. Thành phần trong môi trường đất:

$$R_1' = \frac{\rho_1}{4\pi l} \left[\ln \left(\frac{(4t+l)4l^2}{(4t-l)D_C^2} \right) \right]$$



Hình 1.17: Cọc đất và ảnh của nó

Điện trở tổng: $R_C = R'_1 + R'_3$

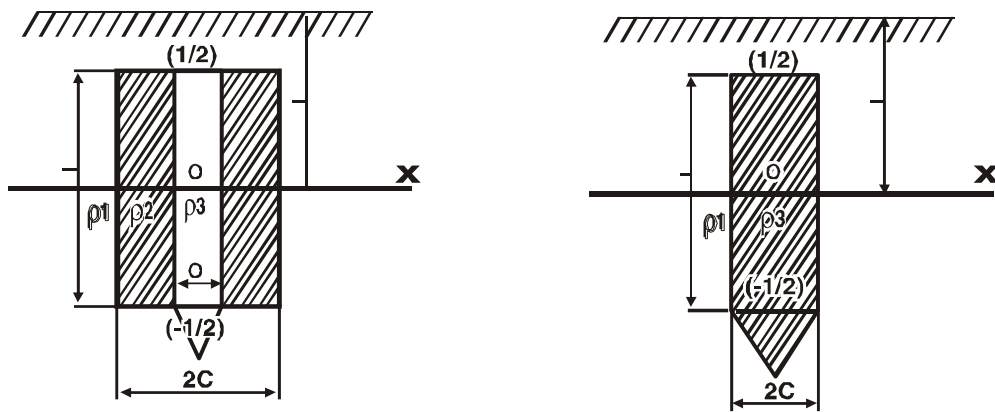
$$R_C = \frac{1}{2\pi l} \left[(\rho_1 / 2) \ln \left(\frac{(4t+l)4l^2}{(4t-l)D_C^2} \right) + \rho_3 \ln \left(\frac{2l}{D_C} \right) \right] \quad (1.48)$$

Từ (1.46) và (1.47) ta nhận được công thức biến đổi sau:

$$D_C = d \left(\frac{\rho_2 + \rho_3}{\rho_3 + \rho_1} \right) (2C) \left(\frac{\rho_1 - \rho_3}{\rho_3 + \rho_1} \right) \quad (1.49)$$

Do đó, chúng ta có thể chuyển đổi cọc nổi đất thẳng đứng (d, l, ρ_3) với chất hóa học (C, l, ρ_2) thành một (Hình 1.18) với độ dài l .

Điện trở R_C và đường kính D_C được tính bằng công thức sau:



Hình 1.18: Cọc nổi đất tương đương

Thực tế : $\rho_3 \approx 0$ ta có:

$$R_C = \frac{\rho_1}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{D_C} \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{(4t+l)}{(4t-l)} \right) \right]$$

Với:

$$D_C = d \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right) (2C) \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \right) \quad (1.50)$$

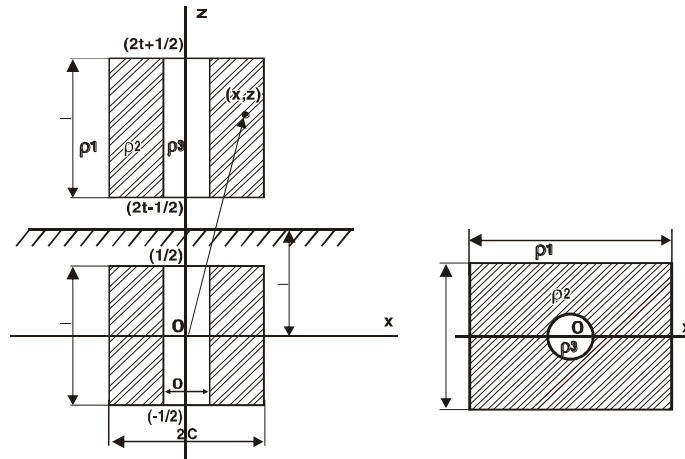
Nếu không có lớp chất hóa học thì $\rho_2 = \rho_1$ và công thức (1.48), (1.49) sẽ trở thành (1.45) và (1.46).

Với $D_C = d$

$$R_C = \frac{\rho_1}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{d} \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{(4t+l)}{(4t-l)} \right) \right]$$

1.5.2.3 Hồ khoan có dạng hình hộp chữ nhật thẳng đứng

- Điện cực thẳng đứng có đường kính d , chiều dài l và điện trở suất ρ_3 được chôn trong đất ở độ sâu h ($h = t_0 + l$) xung quanh điện cực là hai môi trường dẫn điện có điện trở suất ρ_1 (lớp đất) và ρ_2 (lớp hóa chất cải tạo đất hình hộp chữ nhật) có kích thước ($l \times a \times b$).



Hình 1.19: Nối đất thẳng đứng với hồ khoan hình chữ nhật có lớp GEM

- Trường hợp này ta có thể quy đổi hình hộp thành hình trụ có đường kính C và thể tích đúng bằng thể tích hình hộp chữ nhật. Từ đó ta có thể suy ra:

$$C = \sqrt{\frac{4ab}{\pi}} \quad (1.51)$$

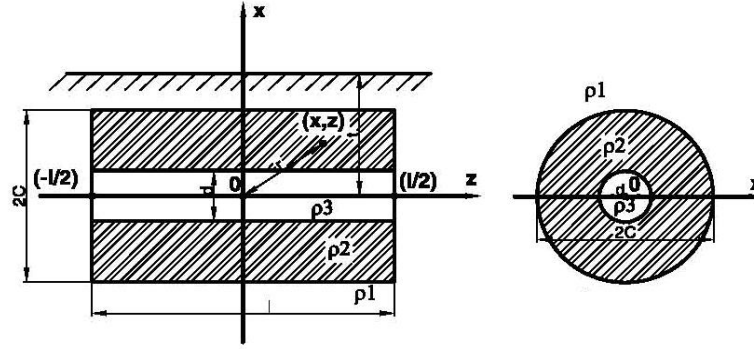
- Tính tương tự như trường hợp hóa chất có hình trụ tròn ta có thể suy ra:

+ Điện trở nối đất khi chưa quy đổi:

$$R_c = \frac{\rho_1}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{l\sqrt{4t+l}}{C\sqrt{4t-l}} \right) \right] + \frac{\rho_2}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2C}{d} \right) \right] + \frac{\rho_3}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{2l}{d} \right) \right] \quad (1.52)$$

1.5.3 Hồ khoan có dạng hình trụ tròn nằm ngang

- Điện cực hình trụ tròn ngang có đường kính d , chiều dài l và điện trở suất ρ_3 được đặt nằm ngang trong đất ở độ sâu t , xung quanh điện cực là hai môi trường dẫn điện có điện trở suất ρ_1 (lớp đất) và ρ_2 (lớp hóa chất cải tạo đất) có độ dày bán kính C được trình bày ở hình 1.20.



Hình 1.20: Nồi đất nằm ngang với hố khoan hình trụ tròn có lớp GEM

- Xét thế tại một điểm có tọa độ (z, r) thì có dòng điện chạy qua điện cực. Theo phương pháp hàm Green ta có hàm thế như sau:

$$\varphi(Z, r) = \int \frac{I\rho dz}{4\pi\sqrt{Z^2 + r^2}}$$

Trong trường hợp này điện cực được bố trí như trình bày trong hình 1.20. Hàm Green của thế hoàn toàn giống nhau như trong trường hợp điện cực đặt thẳng đứng. Như vậy, thế ở một điểm cách trục một đoạn được xác định bởi biểu thức:

$$\varphi(r) = \frac{I\rho}{4\pi} \int_{-l/2}^{l/2} \frac{dz}{\sqrt{Z^2 + r^2}}$$

Tính hàm và thay cận ta có:

$$\varphi_1(r) = \frac{I\rho}{2\pi l} \operatorname{Arsh}\left(\frac{l}{2r}\right) = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln\left[\left(\frac{l}{2r}\right) + \sqrt{\frac{l^2}{4r^2} + 1}\right] \quad (1.53)$$

Điện trường được tạo ra bởi ảnh của nó ở điểm (r, Z) là:

$$\varphi_2(r) = \frac{I\rho}{2\pi l} \operatorname{Arsh}\left(\frac{l}{2(2t-r)}\right) = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln\left[\left(\frac{l}{2(2t-r)r}\right) + \sqrt{\left(\frac{l}{2(2t-r)}\right)^2 + 1}\right] \quad (1.54)$$

Thế của nồi đất được xác định theo biểu thức:

$$\varphi_r = \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{I\rho}{2\pi l} \left[\ln\left(\frac{l + \sqrt{l^2 + 4r^2}}{2r}\right) + \ln\left(\frac{l + \sqrt{l^2 + (2(2t-r))^2}}{2(2t-r)}\right) \right] \quad (1.55)$$

* Thế giáng trên khoảng cách từ C đến ∞ :

d. $\Delta\varphi_1 = \Delta\varphi(\rho_1) = \varphi_1(C) - \varphi_1(\infty)$ khi $(r = C, \rho = \rho_1)$

$$+ \varphi(\infty) = 0$$

$$\begin{aligned}
& + \varphi(C) = \frac{I\rho_1}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{C(2t-C)} \right) \right] \\
\Rightarrow \Delta\varphi_1 = \Delta\varphi(\rho_1) = \varphi(C) & = \frac{I\rho_1}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{C(2t-C)} \right) \right] \\
\Rightarrow R_1 = \frac{\Delta\varphi(\rho_1)}{I} = \frac{\rho_1}{2\pi d} & \left[\ln \left(\frac{l^2}{C(2t-C)} \right) \right]
\end{aligned} \tag{1.56}$$

* Thế giáng trên khoảng cách từ $d/2$ đến C :

e. $\Delta\varphi_2 = \Delta\varphi(\rho_2) = \varphi_2(d/2) - \varphi_2(C)$ khi ($r = d/2$ đến C , $\rho = \rho_2$)

$$\begin{aligned}
& + \varphi_2(C, \rho = \rho_2) = \frac{I\rho_2}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{C(2t-C)} \right) \right] \\
& + \varphi_2(d/2, \rho = \rho_2) = \frac{I\rho_2}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{\left(\frac{d}{2}\right)(2t-\frac{d}{2})} \right) \right] \\
\text{(Do } dt \gg \frac{d^2}{4}\text{)} \\
\Rightarrow \Delta\varphi_2 = \varphi_2(d/2) - \varphi_2(C) & = \frac{I\rho_2}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{C(2t-C)}{dt} \right) \right] \\
\Rightarrow R_2 = \frac{I\rho_2}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{C(2t-C)}{dt} \right) \right]
\end{aligned} \tag{1.57}$$

* Thế giáng trên khoảng cách từ 0 đến $d/2$:

$$\begin{aligned}
& \Delta\varphi_3 = \Delta\varphi(\rho_3) = \varphi_3(0) - \varphi_3(d/2) \text{ khi } (r = 0 \text{ đến } d/2, \rho = \rho_3) \\
& + \varphi_3(d/2, \rho = \rho_3) = \frac{I\rho_3}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{dt} \right) \right] \\
& + \varphi_3(0, \rho = \rho_3) = \frac{I\rho_3}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l}{2t} \right) \right] \\
\Rightarrow \Delta\varphi_3 = \varphi_3(0) - \varphi_3(d/2) & = \frac{I\rho_3}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{d}{2l} \right) \right] \\
\Rightarrow R_3 = \frac{\rho_3}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{d}{2l} \right) \right]
\end{aligned} \tag{1.58}$$

Từ biểu thức (1.55), (1.56), (1.57) ta rút ra được công thức tính điện trở của nối đất:

$$R_t = \frac{1}{2\pi d} \left[\rho_1 \ln \left(\frac{l^2}{C(2t-C)} \right) + \rho_2 \ln \left(\frac{C(2t-C)}{dt} \right) + \rho_3 \ln \left(\frac{d}{2l} \right) \right] \quad (1.59)$$

1.5.3.1 Giá trị điện trở tương đương của thanh dẫn nằm ngang hình trụ tròn

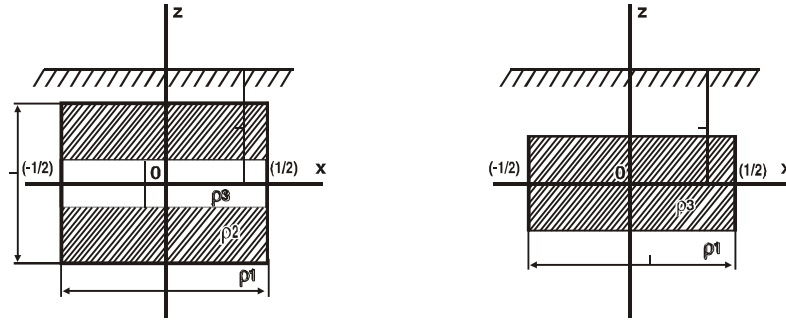
Sử dụng các bước tính toán từ mục 1.5.3 và nhận được kết quả sau:

Điện trở tổng: $R_T = R_1' + R_3'$

$$R_T = \frac{1}{2\pi d} \left[\rho_1 \ln \left(\frac{l^2}{tD_T} \right) + \rho_3 \ln \left(\frac{D_T}{2l} \right) \right] \quad (1.60)$$

Từ công thức (1.59) và (1.60) ta có

$$D_T = d \left(\frac{\rho_3 - \rho_2}{\rho_3 - \rho_1} \right) t \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_3 - \rho_1} \right) [C(2t - C)] \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_3 - \rho_1} \right) \quad (1.61)$$



Hình 1.21: Thanh nối đất tương đương

Do đó, chúng ta có thể chuyển đổi thanh nối đất đơn có (d, l, ρ_3) với chất hóa học (C, l, ρ_2) thành một, (Hình 1.21) với độ dài l , điện trở R_T và đường kính D_T được tính bằng phương trình sau:

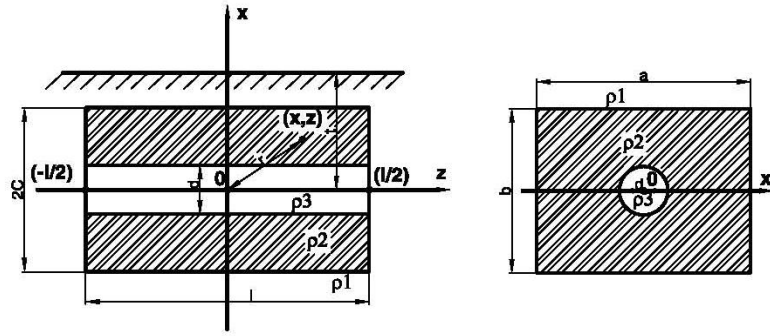
Thực tế $\rho_3 \approx 0$ ta có:

$$R_T = \frac{\rho_1}{2\pi d} \left[\ln \left(\frac{l^2}{tD_T} \right) \right] \quad (1.62)$$

$$D_T = d \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right) t \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \right) [C(2t - C)] \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \right) \quad (1.63)$$

Nếu không có lớp chất hóa học thì $\rho_2 = \rho_1$ và công thức (1.61), (1.62) sẽ trở thành (1.44) và (1.47). Với $D_T = d$

1.5.4 Hồ khoan có dạng hình hộp chữ nhật nằm ngang



Hình 1.22: Nối đất nằm ngang với hồ khoan hình chữ nhật có lớp GEM

Trường hợp này ta có thể quy đổi hình hộp thành hình trụ có đường kính C và thể tích đúng bằng thể tích hình hộp chữ nhật. Từ đó ta có thể suy ra:

$$C = \sqrt{\frac{4ab}{\pi}} \quad (1.64)$$

- Tính tương tự như trường hợp hóa chất có hình trụ tròn ta có thể suy ra:

+ Điện trở nối đất khi chưa biến đổi tương đương

$$R_t = \frac{1}{2\pi d} \left[\rho_1 \ln\left(\frac{l^2}{C(2t-C)}\right) + \rho_2 \ln\left(\frac{C(2t-C)}{dt}\right) + \rho_3 \ln\left(\frac{d}{2l}\right) \right]$$

+ Điện trở nối đất khi biến đổi tương đương

$$D_T = d \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right) t \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1}\right) [C(2t - C)] \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1}\right) \quad (1.65)$$

CHƯƠNG 2

THỰC NGHIỆM TRÊN HỆ THỐNG NỐI ĐẤT CỤ THỂ VỚI HÓA CHẤT CẢI TẠO ĐẤT

2.1. THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG CỌC

Hệ số sử dụng của hệ thống cọc, thanh nối đất được tính theo biểu thức sau :

$$\eta_c = \frac{R_c}{n \cdot R_{ht}} \quad (2.1)$$

Trong đó: R_c là điện trở tản của một cọc, R_{ht} là điện trở tản tương đương của hệ thống nối đất, n là số cọc; η_c là hệ số sử dụng xoay chiều tần số công nghiệp của hệ thống nối đất.

2.1.1 Thực nghiệm.

Để thu thập các số liệu thực nghiệm, chúng tôi thực hiện với các thông số như sau: L_c là chiều dài cọc (1m và 2m), n là số cọc song song ($n=2$), a là khoảng cách giữa các cọc (từ 0.5m đến 6m), d là đường kính cọc ($d=0.01m$), C là bán kính của lớp GEM, t độ sâu tính từ giữa cọc và h là độ chôn sâu tính từ đầu cọc ($h=0.5m$), loại đất pha cát có ρ là điện trở suất trung bình của vùng đất đang khảo sát ($\rho=300\Omega.m$) và sử dụng đồng hồ đo điện trở đất hiệu KYORITSU - 4105A. Kết quả đo được ghi trong bảng 2.1.

2.1.2 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống cọc khi không có GEM

a) Trường hợp 1: $n=2$; $L_c=1.0$ m; $a=1.0$ m.



Hình 2.1: Hai cọc, $a=1.0$ m, $L_c=1m$, $d=0.01m$

b) Trường hợp 2: $n=2$; $L_C=2$ m; $a=4.0$ m.



Hình 2.2: Hai cọc, $a = 4$ m, $L_C=1$ m, $d = 0.01$ m

2.1.3 Kết quả đo hệ cọc không GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở nổi đất của hệ thống cọc không có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống cọc được ghi trong bảng 2.1

Bảng 2.1: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi không có GEM

TT	L_C (m)	N	$R_{ht}(\Omega)$	$R_C(\Omega)$	a(m)	a/L_C	d(m)	η_C TN
1	1	2	75	118	0.5	0.5	0.01	0,787
2	1	2	70	118	1	1	0.01	0,842
3	1	2	67	118	2	2	0.01	0,880
4	1	2	65	118	3	3	0.01	0,907
5	1	2	63	118	4	4	0.01	0,936
6	1	2	61,3	118	5	5	0.01	0,962
7	1	2	60,6	118	6	6	0.01	0,973
8	2	2	16,8	26	1	0.5	0.01	0,774
9	2	2	15,9	26	2	1	0.01	0,818
10	2	2	15,6	26	3	1,5	0.01	0,861
11	2	2	15,3	26	4	2	0.01	0,890
12	2	2	14,6	26	5	2,5	0.01	0,942
13	2	2	13,5	26	6	3	0.01	0,963

2.1.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống cọc có GEM

a) Trường hợp 1: $n = 2$, $L_C = 1\text{m}$, $a = 0.5\text{m}$, $C = 0,05\text{m}$



Hình 2.3: Hai cọc, $a = 0.5\text{m}$, $L_C = 1\text{m}$, $C = 0.05\text{m}$

b) Trường hợp 2: $n=2$; $L_C=2\text{m}$; $a=1\text{m}$; $C=0,05\text{ m}$



Hình 2.4: Hai cọc, $a = 1\text{m}$, $L_C = 2\text{m}$, $C = 0.05\text{m}$

2.1.5 Kết quả đo hệ thống cọc khi có GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở nổi đất của hệ thống cọc có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống cọc được ghi trong bảng Bảng 2.2

Bảng 2.2: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi có GEM

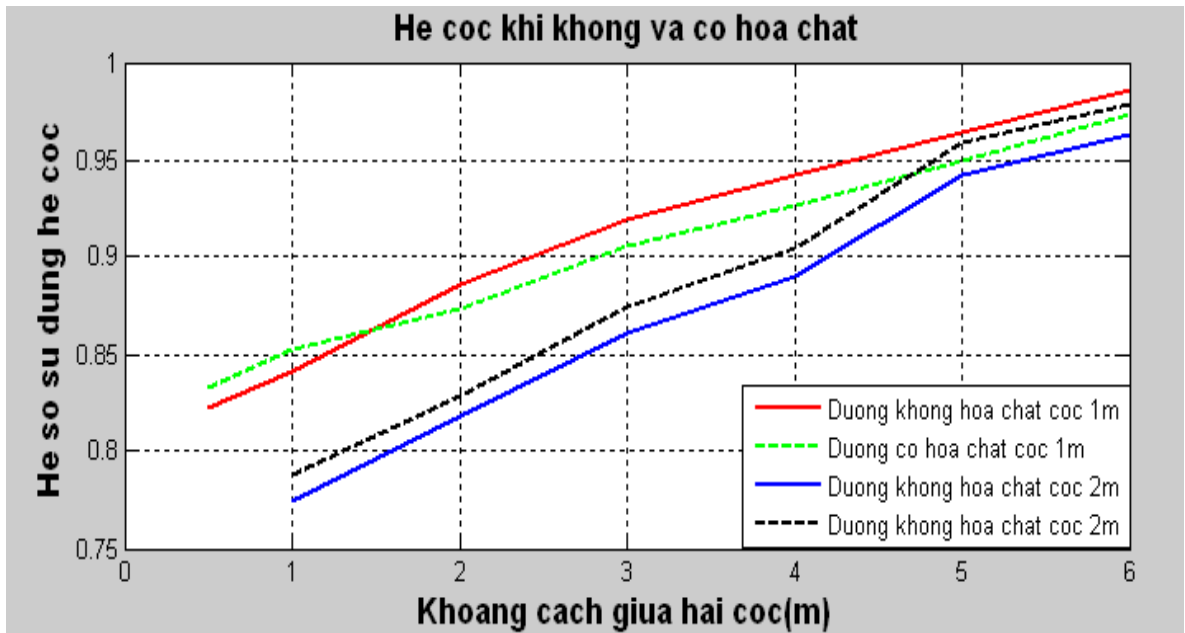
TT	Lc(m)	N	R _{ht} (Ω)	R _{1c} (Ω)	a	a/L	d(m)	C(m)	η _c TN
1	1	2	12,0	18,6	0,5	0,5	0.01	0,05	0,775
2	1	2	11,2	18,6	1,0	1,0	0.01	0,05	0,830
3	1	2	10,7	18,6	2	2	0.01	0,05	0,869
4	1	2	10,4	18,6	3	3	0.01	0,05	0,894
5	1	2	10,1	18,6	4	4	0.01	0,05	0,921
6	1	2	9,8	18,6	5	5	0.01	0,05	0,948
7	1	2	9,6	18,6	6	6	0.01	0,05	0,959
8	2	2	2,41	3,8	1	0,5	0.01	0,05	0,788
9	2	2	2,29	3,8	2	0,1	0.01	0,05	0,829
10	2	2	2,17	3,8	3	1,5	0.01	0,05	0,875
11	2	2	2,10	3,8	4	2,0	0.01	0,05	0,905
12	2	2	1,98	3,8	5	2,5	0.01	0,05	0,959
13	2	2	1,94	3,8	6	3,0	0.01	0,05	0,979

2.1.6 Hệ số sử dụng hệ thống cọc

Để so sánh các hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi có và không có GEM từ hai bảng số bảng 2.1, bảng 2.2 chúng tôi ghi lại trong bảng bảng 2.3 và vẽ trên hình 2.5

Bảng 2.3: Hệ số sử dụng của hệ thống cọc khi không và có GEM

Lc (m)	a (m)	a/L	N	có GEM		không GEM		η _c (có GEM)	η _c (không GEM)	Sai số: %η _c
				R _{ht}	R _c	R _{ht}	R _c			
1	0,5	0,5	2	12,0	18,6	75	118	0,775	0,787	1,524
1	1,0	1,0	2	11,2	18,6	70	118	0,830	0,842	1,425
1	2,0	2,0	2	10,7	18,6	67	118	0,869	0,880	1,250
1	3,0	3,0	2	10,4	18,6	65	118	0,894	0,907	1,433
1	4,0	4,0	2	10,1	18,6	63	118	0,921	0,936	1,602
1	5,0	5,0	2	9,8	18,6	61,3	118	0,948	0,962	1,455
1	6,0	6,0	2	9,6	18,6	60,6	118	0,959	0,973	1,438
2	1,0	0,5	2	2,41	3,8	16,8	26	0,788	0,774	1,421
2	2,0	1,0	2	2,29	3,8	15,9	26	0,829	0,818	1,344
2	3,0	1,5	2	2,17	3,8	15,6	26	0,875	0,861	1,626
2	4,0	2,0	2	2,10	3,8	15,3	26	0,905	0,890	1,685
2	5,0	2,5	2	1,98	3,8	14,6	26	0,959	0,942	1,804
2	6,0	3,0	2	1,94	3,8	13,5	26	0,979	0,963	1,661



Hình 2.5: Hệ số sử dụng hệ thống cọc nối đất khi có và không có GEM

Từ bảng Bảng 2.3 và hình 2.5, ta nhận thấy rằng các giá trị của hệ số sử dụng của hệ thống cọc nối đất khi có và không có GEM chênh lệch không lớn hơn 1,804%.

2.2 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG THANH

2.2.1 Thực nghiệm

Tương tự như trong phần thực nghiệm trên tiến hành thực nghiệm với hệ thống thanh nối đất đơn giản với các thông số như sau: L_T là chiều dài thanh (1m và 2m), n là số thanh song song ($n=2$), a là khoảng cách giữa các thanh (từ 0.5m đến 6m), d là đường kính thanh ($d=0.01m$), C là bán kính của lớp GEM, t độ sâu tính từ giữa thanh và h là độ chôn sâu tính từ đầu thanh ($h=0.5m$), ρ là điện trở suất trung bình của vùng đất đang khảo sát ($\rho=300\Omega.m$) và sử dụng đồng hồ đo điện trở đất hiệu KYORITSU - 4105A. Kết quả đo được ghi trong các bảng 2.4.

Chú ý: Khi đo ta lắp đất lại phủ kín các điện cực nối đất và đặt đồng hồ theo đúng sơ đồ đo như phụ lục 3

2.2.2 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống thanh khi không có lớp GEM.

a) Trường hợp 1: $n=2$; $L_T=1m$; $a=0.5 m$.



Hình 2.6: Hai thanh, $a = 0,5\text{m}$, $L_T = 1\text{m}$, $d = 0.01\text{m}$

b) Trường hợp 2: $n=2$; $L_T = 2\text{ m}$; $a=6.0\text{ m}$.



Hình 2.7: Hai thanh, $a = 6\text{m}$, $L_T = 2\text{m}$, $d = 0.01\text{m}$

2.2.3 Kết quả đo hệ thống thanh khi không có GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở nổi đất của hệ thống thanh không có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống thanh được ghi trong bảng 2.4

Bảng 2.4: Hệ số sử dụng của hệ thống thanh khi không có GEM

TT	$L_T(m)$	N	$R_{ht}(\Omega)$	$R_T(\Omega)$	a(m)	a/L	d(m)	η_{TN}
1	1	2	180	296	0.5	0.5	0.01	0,822
2	1	2	176	296	1	1	0.01	0,841
3	1	2	167	296	2	2	0.01	0,886
4	1	2	161	296	3	3	0.01	0,919
5	1	2	157	296	4	4	0.01	0,942
6	1	2	153,5	296	5	5	0.01	0,964
7	1	2	150	296	6	6	0.01	0,986
8	2	2	85,5	153,5	1	0.5	0.01	0,897
9	2	2	82	153,5	2	1	0.01	0,934
10	2		81	153,5	3	1,5	0.01	0,947
11	2	2	80	153,5	4	2	0.01	0,959
12	2		79,7	153,5	5	2,5	0.01	0,963
13	2	2	78,5	153,5	6	3	0.01	0,978

2.2.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống thanh có lớp GEM.

a) Trường hợp 1: $n=2$, $L_T=1m$, $a=0.5m$, $C=0,05m$



Hình 2.8: Hai thanh, $a = 0,5m$, $L_T=1m$, $C= 0,05m$

b) Trường hợp 2: $n=2$, $L_T=2m$, $a=4m$, $C=0,05m$



Hình 2.9: Hai thanh, $a = 4\text{m}$, $L_T = 2\text{m}$, $C = 0,05\text{m}$

2.2.5 Kết quả đo hệ thống thanh khi có GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở nối đất của hệ thống thanh khi có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống thanh được ghi trong bảng 2.5

Bảng 2.5: Hệ số sử dụng của hệ thống thanh khi có GEM

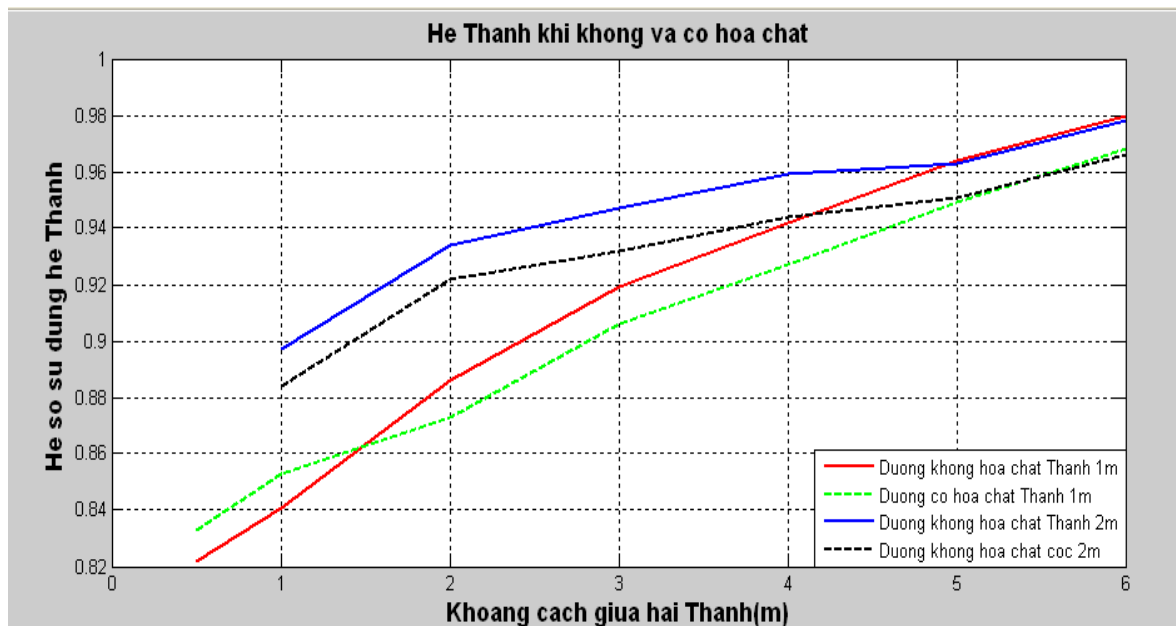
TT	I	N	R_{ht}	R_T	a(m)	a/l	d(m)	C(m)	η_T TN
1	1	2	87	145	0.5	0.5	0.01	0,05	0,833
2	1	2	85	145	1	1	0.01	0,05	0,853
3	1	2	83	145	2	2	0.01	0,05	0,873
4	1	2	80	145	3	3	0.01	0,05	0,906
5	1	2	78,2	145	4	4	0.01	0,05	0,927
6	1	2	76,4	145	5	5	0.01	0,05	0,949
7	1	2	74,5	145	6	6	0.01	0,05	0,973
8	2	2	56,6	100,1	1	0.5	0.01	0,05	0,884
9	2	2	54,3	100,1	2	1	0.01	0,05	0,922
10	2	2	53,7	100,1	3	1,5	0.01	0,05	0,932
11	2	2	53,0	100,1	4	2	0.01	0,05	0,944
12	2	2	52,6	100,1	5	2,5	0,01	0,05	0,951
13	2	2	51,8	100,1	6	3	0.01	0,05	0,966

2.2.6 Hệ số sử dụng hệ thống thanh

Để so sánh các hệ số sử dụng của hệ thống thanh khi có và không có GEM từ hai bảng số bảng 2.4, bảng 2.5 chúng tôi ghi lại trong bảng 2.6 và vẽ trên hình 2.10

Bảng 2.6: Hệ số sử dụng hệ thống thanh khi có và không có GEM

L_T (m)	a (m)	a/L	N	có GEM		không GEM		η_T (có GEM)	η_T (không GEM)	Sai số: % η_T
				R_{ht}	R_T	R_{ht}	R_T			
1	0,5	0,5	2	87	145	180	296	0,833	0,822	1,338
1	1,0	1,0	2	85	145	176	296	0,853	0,841	1,426
1	2,0	2,0	2	83	145	167	296	0,873	0,886	1,467
1	3,0	3,0	2	80	145	161	296	0,906	0,919	1,541
1	4,0	4,0	2	78,2	145	157	296	0,927	0,942	1,592
1	5,0	5,0	2	76,4	145	153,5	296	0,949	0,964	1,556
1	6,0	6,0	2	74,9	145	151	296	0,968	0,980	1,224
2	1,0	0,5	2	56,6	100,1	85,5	153,5	0,884	0,897	1,449
2	2,0	1,0	2	54,3	100,1	82	153,5	0,922	0,934	1,284
2	3,0	1,5	2	53,7	100,1	81	153,5	0,932	0,947	1,583
2	4,0	2,0	2	53,0	100,1	80	153,5	0,944	0,959	1,564
2	5,0	2,5	2	52,6	100,1	79,7	153,5	0,951	0,963	1,246
2	6,0	3,0	2	51,8	100,1	78,5	153,5	0,966	0,978	1,226



Hình 2.10: Hệ số sử dụng hệ thống thanh nối đất khi có và không có GEM

Từ bảng 2.6 và hình hình 2.10, nhận thấy rằng các giá trị của hệ số sử dụng của hệ thống thanh nối đất khi có và không có GEM chênh lệch không lớn hơn 1,592%.

2.3 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM CỦA HỆ THỐNG NỐI ĐẤT HÌNH TIA

2.3.1 Thực nghiệm

Tương tự như các phần trên, tiến hành thực nghiệm với dạng nối đất hình tia đơn giản (xem hình 2.11) với các thông số như sau: L_T là chiều dài thanh (1m và 2m), n là số thanh song song ($n=3$), d là đường kính thanh ($d=0.01\text{m}$), C là bán kính của lớp GEM, t độ sâu tính từ giữa thanh và h là độ chôn sâu tính từ đầu thanh ($h=0.5\text{m}$), ρ là điện trở suất trung bình của vùng đất đang khảo sát ($\rho=300\Omega\cdot\text{m}$) và sử dụng đồng hồ đo điện trở đất hiệu KYORITSU - 4105A. Kết quả đo được ghi trong các bảng 2.7.

2.3.2 Một số hình ảnh đo thực tế hệ thống nối đất hình tia khi không có GEM

a) Trường hợp 1: Số tia nối đất $n = 3$, $L_T = 1\text{ m}$, $C = 0,01\text{m}$



Hình 2.11: Hệ thống nối đất hình tia $n = 3$, $L_T = 1\text{m}$, $d = 0,01\text{m}$

b) Trường hợp 2: Số tia nối đất $n = 3$, $L_T = 2\text{ m}$, $d = 0,01\text{m}$



Hình 2.12: Hệ thống nối đất hình tia $N = 3$, $L_T = 2\text{m}$, $d = 0,01\text{m}$

2.3.3 Kết quả đo hệ thống nối đất hình tia khi không GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở của hệ thống nối đất hình tia không có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống này được ghi trong bảng 2.7

Bảng 2.7: Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi không có GEM

TT	L_T (m)	h(m)	N(tia)	$R_{1\text{ tia}}(\Omega)$	$R_{tt}(\Omega)$	$R_{ht}(\Omega)$	d(m)	η_T TN
1	1	0,5	3	296	98,67	115,8	0.01	0,852
2	2	0,5	3	153,5	51,16	59,0	0.01	0,867

2.3.4 Một số hình ảnh đo đạc thực tế hệ thống nối đất hình tia khi có lớp GEM

a) Trường hợp 1: $n=3$; $L_T=1$ m; $h = 0,5$ m; $C = 0,05$ m



Hình 2.13: Hệ thống nối đất hình tia $n = 3$, $L_T = 1$ m, $C = 0,05$ m

b) Trường hợp 2: $n=3$; $L_T=2$ m; $h = 0,5$ m; $C = 0,05$ m



Hình 2.14: Hệ thống nối đất hình tia $n = 3$ $L_T = 2$ m, $C = 0,05$ m

2.3.5 Kết quả đo hệ thống nối đất hình tia khi có GEM

Kết quả đo các giá trị điện trở nối đất của hệ thống nối đất hình tia khi có GEM và kết quả tính toán hệ số sử dụng của hệ thống này được ghi trong bảng 2.8.

Bảng 2.8: Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi có GEM

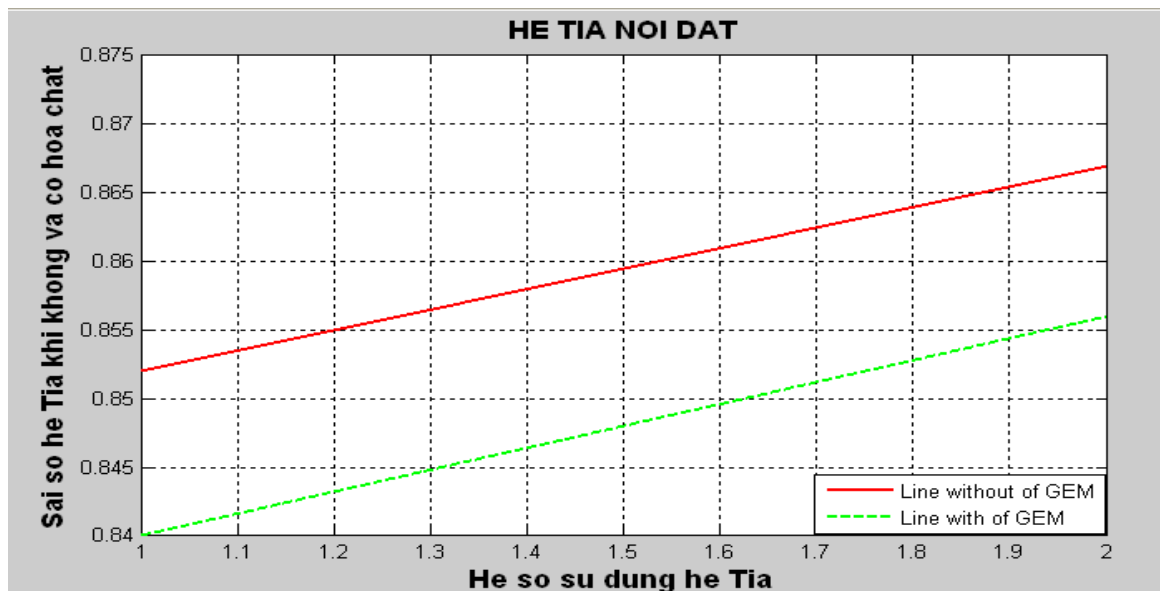
TT	$L_T(m)$	$C(m)$	$h(m)$	N(tia)	$R_{1\text{ tia}}(\Omega)$	$R_{ht}(\Omega)$	$d(m)$	$\eta_T TN$
1	1	0,05	0,5	3	137,7	54,6	0,01	0,840
2	2	0,05	0,5	3	75	29,2	0,01	0,856

2.3.6 Hệ số sử dụng hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM

Để so sánh các hệ số sử dụng của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM từ hai bảng 2.7, bảng 2.8 chúng tôi ghi lại trong bảng 2.9 và vẽ trên hình 2.15

Bảng 2.9: Hệ số sử dụng của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM

L_T (m)	h (m)	N (tia)	có GEM		không GEM		η_T (có GEM)	η_T (không GEM)	Sai số: % η_C
			R_{tia}	R_{ht}	R_{tia}	R_{ht}			
1	0.5	3	137,7	54,6	296	115,8	0,840	0,852	1,408.
2	0,5	3	75,0	29,2	153,5	58,7	0,856	0,867	1,268



Hình 2.15: Hệ số sử dụng của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM

Từ bảng 2.9 và hình 2.15 nhận thấy rằng hệ số sử dụng của hệ thống nối đất hình tia khi có và không có GEM chênh lệch không quá 1,5%.

PHẦN KẾT LUẬN

1. Kết quả đề tài và thảo luận

- Hệ số sử dụng thực nghiệm của các hệ thống nối đất đơn giản khi có hoặc không có GEM gần như tương đương nhau, sai số không vượt quá 2,0%. Sai số này trong thực tế có thể nhỏ hơn nữa nếu thực hiện phương pháp đo và thực hiện các phần tử trong hệ thống đo đúng quy chuẩn hơn.

- Hệ số sử dụng thực nghiệm của một hệ thống nối đất khi có hoặc không có GEM là không thay đổi.

2. Kiến nghị

Đề xuất phương án chuyển giao sản phẩm nghiên cứu áp dụng vào thực tế như sau:

- Mô hình này nên đưa vào phân giảng dạy thực hành cho sinh viên ngành điện với các bài tập như sau:

+ Thực hành đo điện trở đất từng cọc 1 mét, 2 mét và hình tia không GEM.

+ Thực hành đo điện trở đất từng cọc 1 mét, 2 mét và hình tia có GEM.

+ Dựa vào công thức tính toán tính hệ số sử dụng của từng hệ thống cọc, thanh và tia nối đất.

.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quốc Văn “Nghiên cứu và đề xuất giải pháp sử dụng hóa chất cải tạo đất cho hệ thống lưới nối đất trạm biến áp cao thế ở TP.Hồ Chí Minh”, trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM.
2. Hồ Văn Nhật Chương, Trần Quốc Quân, (2005), “Phương pháp thực nghiệm tính toán tối ưu lưới nối đất trạm biến áp cao áp”, Tạp chí Khoa học Công nghệ trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.Hồ Chí Minh.
3. Nguyễn Thanh Tùng. Luận văn Thạc sĩ: "Tính toán điện trở nối đất của các hình thức đơn giản có tính đến thành phần cải tạo đất", Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. HCM, 2012.
4. Hồ Văn Nhật Chương, Nguyễn Hoài Trang. (2004), “Biểu thức thực nghiệm để tính toán hệ số k1, k2 cho việc tính toán điện trở nối đất của Trạm biến áp cao áp”, Tạp chí Khoa học Điện và Đời sống.
5. Huỳnh Văn Vạn, Vũ Phan Tú. “Nghiên cứu, Tính toán nối đất Hệ thống điện theo tiêu chuẩn IEEE. Std 80.
6. Chuong HoVanNhat. 2010. “Calculating resistance of simple grounding forms with or without the soil improved chemical substance”, Power and Energy Engineering Conference.
7. Chuong HoVanNhat, Van NguyenQuoc, “Common formulas for calculating resistance of simple grounding forms with or without the soil improved chemical substance”, International Symposium on Electrical & Electronics Engineering, 2007. ERICO Company LTD, “The GEM software for calculating grounding resistance”..
8. Jinxi Microamperes, senior member IEEE and Farid P. Dawalibi, senior member IEEE, (2002), “Analysis of Grounding systems in Soils with finite volumes of different resistivities”.
9. Richard P. Keil et al. 2000. “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”, USA.
10. W. Keith Switzer, Senior Staff Engineer.1999, “Practical Guide to Electrical Grounding”, ERICO Publication.