การศึกษาและทดสอบคุณสมบัติของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกแบบซ้อนชั้น

นาย ธวัช จิระพันธุ์

001034

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๑๗

I15824688

THE STUDY AND INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF STACKED CYLINDRICAL ANTENNA

Mr. Thavath Jirapunt

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1974

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ศาสตราจารย์ อาภรณ์ เก่งพล

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาและทดสอบคุณสมบัติของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกแบบซ้อนชั้น

ชื่อ นาย ชวัช จิระพันธุ์ แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา ๒๕๑๖

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาและตรวจสอบคุณสมบัติของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกแบบซ้อนชั้น การวิจัยมุ่งไปที่คุณสมบัติของอิมพีแดนซ์ และฟิลแพทเทอนของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกหนา (thick cylindrical antenna) โดยจะเริ่มศึกษาจากคุณสมบัติของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกท่อนเดียว (cylindrical stub antenna) ก่อน แล้วจึงนำผลที่ได้มาพิจารณาคุณสมบัติของเสาอากาศแบบซ้อนชั้นอีกครั้งหนึ่ง จากผลการวิจัย พบว่าอิมพีแดนซ์ที่ความถี่ต่าง ๆ ของเสาอากาศชนิดทรงกระบอกหนามีค่าน้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ในทฤษฎี ส่วนฟิลแพทเทอนของเสาอากาศแบบซ้อนชั้น เมื่อสมมติว่าการกระจายของกระแสเป็นแบบไซด์และหาค่าโดยใช้ทฤษฎีของผลคูณ (Law of Multiplication) แล้ว ปรากฏว่าผลทางปฏิบัติมีลักษณะใกล้เคียงกับทางทฤษฎี เว้นแต่ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่บริเวณจุดบอด (null region) มีค่าค่อนข้างสูง

Thesis Title: The Study and Investigation of the Characteristics of Stacked Cylindrical Antennas.

Name: Mr. Thavath Jirapunt Department: Electrical Engineering

Academic Year: 1973

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study and to investigate the characteristics of stacked cylindrical antennas. This thesis is concentrated on the characteristics of the impedance and the field pattern of stacked cylindrical antennas. The work began with the study of the characteristics of a cylindrical stub antenna and then, the results were used as a basis for considering the characteristics of stacked cylindrical antennas. It was found that the impedances at different frequencies of the thick cylindrical antenna are remarkably smaller than the theoretical ones. The field patterns of stacked cylindrical antennas that the sinusoidal current distribution was assumed and were analyzed by "The Law of Multiplication", are closed to the experimental values. Except the magnitudes of the field strengths at the null regions are remarkably large.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his gratitude to Mr. Arporn Kengpol, Professor of Electrical Engineering, for many helpful suggestions during this work was carried on. Thanks are given to Dr. Sutee Arksornkit for many useful suggestions in this thesis, especially for experimental works. Also thanks are given to Dr. Sawat Sangbangpla and Mr. Chainan Buranaanusorn for their available suggestions and preparing the computer program to compute the input impedances, and to Mr. Paisan Sahounmu for his assistances in doing the experimental measurements.

LIST OF FIGURES

Figure Page

1.1 The cylindrical antenna and its cylindrical coordinates..... 2

2.1 The center-driven cylindrical antenna and its cylindrical corrdinates..... 5

2.2 Resistance of the cylindrical stub antenna, h/a = 13.1 (theoretical)..... 25

2.3 Reactance of the cylindrical stub antenna, h/a = 13.1 (theoretical)..... 26

2.4-2.5 Resistance and reactance of the cylindrical stub antennas h/a = 75 (theoretical), comparision between (A) eq.(56), (B) Hallen's, (C) R. King & Middleton...27-28

3.1 The cylindrical antenna and its orientation..... 30

3.2 Stacked cylindrical antennas 33

3.3 Array of two isotropic point sources..... 33

3.4 The field pattern of eq.(84)..... 36

3.5 Field pattern of cylindrical antenna, 0.4 λ long..... 45

3.6-3.7 Field pattern of stacked cylindrical antennas with the distance of array = 0.5 λ and 0.6 λ respectively.....46-47

Figure Page

3.8-3.9 Field pattern of stacked cylindrical antennas with four radial ground rods and distance between elements = 0.5λ and 0.6λ respectively..... 48-49

4.1 Experiment set up for impedance measurement..... 52

4.2(A) The cylindrical stub antenna over a circular ground plane with concentric hole..... 53

4.2(B) The equipments for impedance measurement..... 53

4.3 Line loss and standing wave transformation loss... 60

4.4 The Smith's chart..... 61

4.5-4.6 Resistance and reactance of the cylindrical stub antenna without concentric hole on ground plane (Experimental)..... 62-63

4.7-4.8 Resistance and reactance of the cylindrical stub antenna comparision between theoretical and experimental value..... 66-67

4.11 The experiment set up for impedance measurement of the stacked cylindrical antennas with four radial ground rods..... 69

4.12 The stacked cylindrical antennas with four radial ground rods..... 70

4.13 Resistance and reactance of stacked cylindrical antennas..... 73

Figure Page

4.14 Experiment set up for field pattern measurements... 76

4.15 The antenna on the top of the turning (wooden) pole..... 77

4.15(D) The equipments for field strength measurements.. 78

4.16-4.20 The field patterns for many types of the antennas (experimental).....87-91

4.21-4.25 The field patterns for many types of the antennas comparision between experimental and theoretical values.....92-96

LIST OF TABLES

Table		Page
4.1-4.2	Data from the impedance measurement, without and with concentric hole on the circular ground plane.....	54-55
4.3-4.4	Detail computed from table 4.1-4.2.....	56-57
4.5	Data from the impedance measurements of stacked cylindrical antennas with four radial ground rods.....	71
4.6	Detail computed from table 4.5	72
4.7-4.14	The field strengths for many types of the antennas (experimental).....	79-86
5.1	The theoretical and experimental values of the half power beam widths of the various antennas..	101

LIST OF SYMBOLS

a = Radius of the cylindrical antenna

c = Velocity of light

d = Distance of Array

f = Frequency

h = Half-length of the cylindrical antenna

$j = \sqrt{-1}$

k = Wave number

r = Radial distance in cylindrical coordinate

t = Time

w = Angular velocity

z = Variable

$|z|$ = Absolute value of z

$\overline{A}$ = Magnetic vector potential

B = Magnetic flux density

$\overline{B}$ = Vector B

E = Electric field intensity

$\overline{E}$ = Vector E

E_θ = θ component of E

E_ϕ = ϕ component of E

E_z = z component of E

I = Antenna current

R = Resistance

S = Voltage standing wave ratio

$U(z)$ = Function of z

$U'(z) = \frac{dU(z)}{dz}$

V = Voltage

X = Reactance

Z = Impedance

α = Attenuation constant

β = Phase constant

λ = Wavelength

ϵ = Permittivity

μ = Permeability

δ = Depth of penetration

σ = Conductivity

Ω = Antenna thickness parameter

ρ = Radial distance in spherical coordinate

Δ = Difference

∇ = Del operator

CONTENTS

	Page
Abstract (Thai)	i
Abstract (English)	ii
Acknowledgement	iii
List of Figures	iv
List of Tables	vii
List of Symbols	viii
Chapter	
I Introduction	1
II Current Distribution and Impedance	5
A Current Distribution	5
B Impedance	14
C Data Precalculated for Numerical Analysis	15
D Computer Program for Theoretical Analysis	19
III Field Pattern Analysis	29
A Field Pattern of the Cylindrical Antenna	29
B Field Pattern of Stacked Cylindrical Antennas	32
C Data Precalculated for Numerical Analysis	36
D Computer Program for Theoretical Analysis	38
IV Experiment Set-Up and Measurements	50
A Impedance Measurement	50
B Field Strength Measurement	74
V Discussion	97
VI Conclusion	102
Reference	103
Vita	105