เสาอากาศชนิดแผงเชิงเส้นแบบการจัดช่วงระหว่างตัวกระจายคลื่นไม่สม่ำเสมอ

นายนนทวัฒน์ จันทร์เจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๑๖

NONUNIFORMLY SPACED LINEAR ANTENNA ARRAYS

Mr Nontawut Junjareon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1973

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .... ประธานกรรมการ

.... กรรมการ

.... กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เสาอากาศชนิดแผงเชิงเส้นแบบการจัดช่วงระหว่างตัวกระจายคลื่นไม่สม่ำเสมอ

ชื่อ นายนนทวัฒน์ จันทร์เจริญ แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา ๒๕๑๕

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติและการออกแบบแผงสายอากาศชนิดช่วงว่างระหว่างตัวกระจายคลื่นไม่สม่ำเสมอ ซึ่งถือเอาการจัดวางตำแหน่งของตัวกระจายคลื่นแต่ละตัวเป็นแฟคเตอร์สำคัญในการสร้างแพทเทอร์น สายอากาศแบบนี้สิ่งที่นับว่าสำคัญคือต้องพยายามทำให้ ไซด์–โลป (Sidelobe) มีค่าน้อยที่สุด และ บีม วิดท์ (Beam-width) แคบ การใช้จำนวนของตัวกระจายคลื่น การวางระยะห่างกัน และ ระยะเฉลี่ยระหว่างตัวกระจายคลื่นแต่ละตัวต้องเลือกให้เหมาะสมเพื่อให้ได้แพทเทอร์นที่มี ไซด์–โลปน้อย และ บีม วิดท์อยู่ในเขตที่ต้องการ

การออกแบบจะใช้เครื่องอนาลอก คอมพิวเตอร์ช่วยในการทดสอบแพทเทอร์นตามวิธีเพอร์เทอร์บเบชั่น (Perturbation) คือเปลี่ยนตำแหน่งของตัวกระจายคลื่นแต่ละตัวไปแล้วสังเกตดูว่าตำแหน่งใดที่สามารถให้แพทเทอร์นได้ดีที่สุด เริ่มต้นด้วยตำแหน่งของตัวกระจายคลื่นอย่างประมาณ ซึ่งหาได้จากการเทียบเคียงแพทเทอร์นกับของสายอากาศชนิดกระแสต่อเนื่องแนวตรง (Continuous line source)

ผลการศึกษาพบว่า ไซด์โลปจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อระยะเฉลี่ยระหว่างตัวกระจายคลื่นแต่ละตัวมีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๘๕ ถึง ๐.๙๕ ความยาวคลื่น (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาวของแผงสายอากาศ และจำนวนตัวกระจายคลื่นที่ใช้) และการที่จะให้ได้ไซด์–โลปลดลงนั้นต้องเพิ่มความหนาแน่นของตัวกระจายคลื่นบริเวณใจกลางของแผงสายอากาศให้มีค่าสูงกว่าบริเวณปลาย นอกจากนี้ค่าของบีม วิดท์จะขึ้นอยู่กับระดับของไซด์–โลปและความยาวของ

แผงสายอากาศ บีม วิดท์จะมีค่าลดลงเมื่อไซด์–โลปมีค่าสูงขึ้น และการเพิ่มความยาวของแผงสายอากาศจะมีผลทำให้บีม วิดท์ลดลงเช่นกัน

แผงสายอากาศแบบการจัดช่วงระหว่างตัวกระจายคลื่นไม่สม่ำเสมอนี้จะให้ไซด์–โลป ได้ต่ำ (ประมาณ –๒๕ เดซิเบลลงมา) ก็ต่อเมื่อจำนวนตัวกระจายคลื่นมีค่าสูง (มากกว่า ๑๐ ตัว ขึ้นไป) จะพบว่าจำนวนตัวกระจายคลื่นยิ่งมีมากเท่าไร แพทเทอร์นที่ได้รับจะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น

Thesis Title Nonuniformly Spaced Linear Antenna Arrays

Name Mr Nontawut Junjareon Department Electrical Engineering

Academic Year 1972

ABSTRACT

This thesis reports studies on the characteristics and pattern synthesis of nonuniformly spaced arrays which the element spacing - is considered as a main parameter to control the directional pattern. In such antennas the minimum sidelobe level and the narrow beamwidth are considered very important. Relation between parameters such as the number of elements, the spacing of nonuniformly spaced elements, and the average element spacing , all to satisfy the condition of - minimum sidelobe level are numerically obtained.

In designing procedures, an approximate directional pattern is obtained first by relating a pattern function of a continuous line source to a distribution function of element spacings. These arrays however, do not satisfy the condition for the sidelobe level. Their patterns are examined by programming the array factor equation into an analog computer which coefficient potentiometers are proportional to element locations. Then the directional pattern can be improved to a more satisfied pattern by the perturbation method done with an analog computer .

As a result , it is found that,for the same total length and same number of elements with equally spaced array, unequally spaced array can provide lower sidelobe level. The minimum sidelobe level occurs when the average element spacing is around 0.85 to 0.95 λ (depending upon the total length and the number of elements) and that the sidelobes are some what reduced by increasing the density of elements near the center of the antenna array. The beamwidth of the pattern is depended on its sidelobe level and the total length of the antenna array. Increasing in the sidelobe level and the average element spacing cause a decreasing in the beamwidth.

Furthermore,it is shown that if the average element spacing - is kept constant,nonuniformly spaced array designed for larger number of elements (also longer total length) will give the results more satisfied than the smaller one.

ACKNOWLEDGEMENT

The auther wish to express his gratitude to the thesis adviser , Assistant Professer Dr. Narong Yoothanom , for many helpful suggestions during this work was carried on. Thanks to Dr. Suthee Arksornkit for his advice in antenna construction and Associate Professer Vichai Sunkajuntranon who provides the books of IEEE Transactions on Antennas and Propagation .

TABLES

ILLUSTRATIONS

LIST OF SYMBOLS AND ABBREVIATIONS

a	Half length of the model continuous line source.
d	Distance between adjacent elements of an equally spaced array.
D	Directivity.
$D(\psi)$	The difference in the patterns of equally and unequally spaced array.
E	Electric field intensity.
$f(\theta)$	The directional pattern or the array factor .
i_n	Current at the n^{th} element of an array .
$i(z)$	Current distribution along the array axis of an array .
$i_o(z)$	Current distribution of the model continuous line source .
$I_o(z)$	The cumulative current distribution of the continuousline source.
$I(z)$	The cumulative current distribution of an array .
$I_m(x)$	Modified Bessel function , first kind order m.
$J_m(x)$	Bessel function , first kind , order m .
k	the propagation constant
N	Number of elements in the array . (sometimes $2N + 1$)
r	Distance from the center of an array to the far field point .
r_n	Distance from the n^{th} element of an array to the far field point.
R	Sidelobe ratio with respect to the main beam .
$S(\theta)$	Power pattern of an array .
t	Computed time of an analog computer .
u	Angular variable in the form of $\sin\theta$.
V	Volts
$v(z)$	The source number function .

W	The total power radiated .
$W(u)$	Weighting function.
z	The array axis.
z_n	Distance of the n^{th} element from the center of an array .
ψ	Angular variable in the form of $kd\sin\theta$
λ	Wavelength
ξ	Angular variable in the form of $k\sin\theta$
Ω	solid angle
ϕ	Angle measured from the x axis in the spherical co-Ordinate
θ	Angle measured from the perpendicular of the array axis .
α	Angle measured from the array axis.
ω	Natural frequency .
dB	Decibel
Δ_n	The departure of the n^{th} element from its position in an equally spaced array .

CONTENTS