



Tạp chí

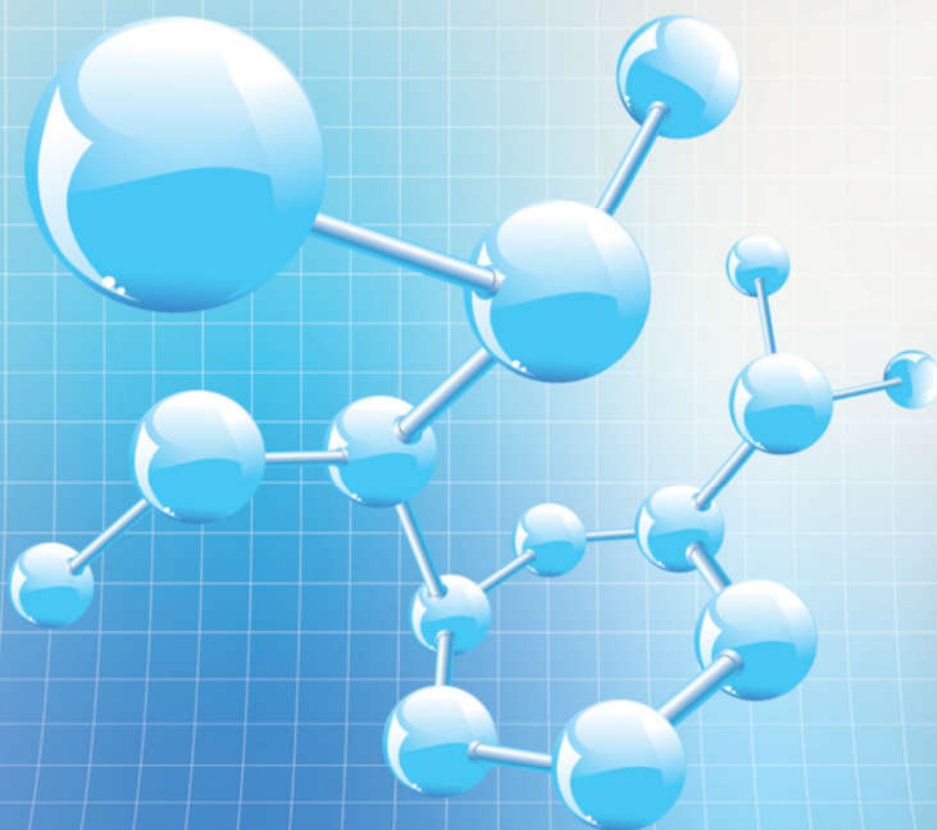
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 3 (82)

2023

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đình

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đình Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Doãn Ý

GS.TS. Đình Văn Sơn

PGS.TS. Trần Thị Hà

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Quoc Cuong

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Tran Van Dich

Prof.Dr. Pham Minh Tuan

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Doan Y

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Tran Thi Ha

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Thị Bất

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyễn Văn Anh

■ **Editorial**

MSc. Doan Thi Thu Hang - Head

MSc. Dao Thi Van

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

TẠP CHÍ

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

SỐ 3(82) 2023

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Thiết kế bộ điều khiển bền vững thích nghi trên cơ sở mạng neuron hướng tâm cho robot tìm và làm sạch bản	5	Vũ Thị Yến Nguyễn Thị Sim Dương Thị Hoa
Ăng-ten phân cực kép cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà	12	Lê Thị Cẩm Hà Lương Quang Năng Phạm Hồng Thịnh Nguyễn Trọng Các
Ứng dụng mạng tích chập cho nhận diện biển báo giao thông	17	Nguyễn Thế Trung Đặng Thành Trung Phạm Thị Hường Phạm Văn Kiên

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nước, thời gian giặt và tốc độ vắt đến độ co của vải kaki thun vân chéo 2/1	23	Đỗ Thị Tần Nguyễn Quang Thoại
Phân tích sức bền giới hạn kết cấu tàu dưới tác dụng của tải trọng tổng thể và tải trọng cục bộ	29	Vũ Văn Tân Nguyễn Thị Hồng Nhung Nguyễn Hữu Chấn Phạm Ngọc Linh
Nghiên cứu, thiết kế và tối ưu hóa cấu trúc kết cấu cơ khí trên thiết bị sấy lồng quay của dây chuyền xử lý rác thải	34	Mạc Văn Giang
Nghiên cứu sự ảnh hưởng của mặt đường đến quỹ đạo quay vòng của xe ô tô tải	42	Đào Đức Thọ Nguyễn Đình Cường Phạm Văn Trọng Vũ Văn Chương Liu Qi-yue

NGÀNH TOÁN HỌC

Bất đẳng thức tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace với hàm trọng	46	Nguyễn Kiều Hiền
---	----	------------------

NGÀNH KINH TẾ

Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ chuỗi khối (Blockchain) trong lĩnh vực kế toán - kiểm toán tại Việt Nam	51	Nguyễn Thị Quỳnh
Xu hướng chuyển dịch nguồn nhân lực phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở Hải Dương hiện nay - những vấn đề đặt ra	57	Vũ Văn Đông

NGÀNH KINH TẾ

Chuyển đổi số - những thách thức và cơ hội cho sự phát triển du lịch Việt Nam 63 Nguyễn Thị Thảo
Trần Thị Mai Hương

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Nghiên cứu khả năng hấp phụ xanh methylen trong nước của vật liệu chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu 68 Vũ Hoàng Phương

LIÊN NGÀNH KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - MỎ

Đẩy mạnh phát triển du lịch sinh thái nhằm hạn chế và ứng phó với biến đổi khí hậu 73 Nguyễn Thị Thảo
Trần Thị Mai Hương
Tăng Thị Hồng Minh

Xây dựng các sản phẩm du lịch đặc thù của tỉnh Hải Dương hiện nay 80 Nguyễn Đăng Tiến

LIÊN NGÀNH VĂN HÓA - NGHỆ THUẬT - THỂ DỤC THỂ THAO

Phát triển hoạt động tổ chức Teambuilding cho sinh viên du lịch Trường Đại học Sao Đỏ 87 Nguyễn Thị Sao
Nguyễn Thị Hương Huyền
Nguyễn Thị Xuyên

Xây dựng môi trường văn hóa ở tỉnh Hải Dương hiện nay 93 Trần Hoàng Yến
Đặng Thị Thanh

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

Đạo đức Phật giáo và ảnh hưởng của đạo đức đó với xã hội Việt Nam hiện nay 100 Vũ Văn Đông
Vũ Văn Chương
Hà Đình Soát

Phát huy năng lực tự học của sinh viên trong dạy học Triết học Mác - Lênin 108 Nguyễn Thị Nhan
Vũ Văn Chương

Đổi mới phương pháp giảng dạy học phần Lịch sử Đảng Cộng sản Việt Nam gắn với giá trị cốt lõi của Trường Đại học Sao Đỏ 113 Đặng Thị Dung

Phát huy giá trị đạo đức truyền thống trong việc xây dựng đạo đức mới cho phụ nữ hiện nay 120 Trần Thị Hồng Nhung

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

Design of the robust adaptive controller based RBF neural network for cleaning and detecting robot manipulators	5	Vu Thi Yen Nguyen Thi Sim Duong Thi Hoa
Dual polarized antenna for 5G indoor access points	12	Le Thi Cam Ha Luong Quang Nang Pham Hong Thinh Nguyen Trong Cac
Traffic sign recognition using convolutional network	17	Nguyen The Trung Dang Thanh Trung Pham Thi Huong Pham Van Kien

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Study on the effect of water temperature, washing time and spin speed on shrinkage of 2/1 twill weave khaki fabric	23	Do Thi Tan Nguyen Quang Thoai
Ultimate strength analysis of ship structures under combined global and local load	29	Vu Van Tan Nguyen Thi Hong Nhung Nguyen Huu Chan Pham Ngoc Linh
Study, design and optimize the mechanical structure on the rotary drum dryer of the waste treatment line	34	Mac Van Giang
Studying the influence of road surface on the turning trajectory of trucks	42	Dao Duc Thu Nguyen Dinh Cuong Pham Van Trong Vu Van Chuong Liu Qi-yue

TITLE FOR MATHEMATICS

Convolution inequalities of the Fourier cosine transform and the Laplace with a weight function	46	Nguyen Kieu Hien
---	----	------------------

NGÀNH KINH TẾ

Promoting the application of Blockchain technology (Blockchain) in the field of accounting and auditing in Viet Nam	51	Nguyen Thi Quynh
The current trend of shifting human resources to serve sustainable agricultural development in Hai Duong - issues raised	57	Vu Van Dong
Digital transformation - challenges and opportunities for Vietnam's tourism development	63	Nguyen Thi Thao Tran Thi Mai Huong

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

Study on capacity adsorption of methylene blue ion in water of materials prepared from Truc Thon clay and rice husk ash 68 Vu Hoang Phuong

TITLE FOR EARTH SCIENCE - MINING

Promote development of ecotourism to reduce and cope with climate change 73 Nguyen Thi Thao
Tran Thi Mai Huong
Tang Thi Hong Minh

Build up the specific tourism products of Hai Duong province 80 Nguyen Dang Tien

TITLE FOR CULTURE - ART - SPORTS

Developing teambuilding activities for tourism students at Sao Do University 87 Nguyen Thi Sao
Nguyen Thi Huong Huyen
Nguyen Thi Xuyen

Building a cultural environment in Hai Duong province today 93 Tran Hoang Yen
Dang Thi Thanh

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

Buddhist ethics and its influence on Vietnamese society today 100 Vu Van Dong
Vu Van Chuong
Ha Dinh Soat

Promoting students' self-study capacity in teaching Marxist-Leninist philosophy 108 Nguyen Thi Nhan
Vu Van Chuong

Innovating teaching methods for the History of the Communist Party of Vietnam course in association with the core values of Sao Do University 113 Dang Thi Dung

Promoting traditional moral values in building a new morality for today's women 120 Tran Thi Hong Nhung

Ăng-ten phân cực kép cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà

Dual polarized antenna for 5G indoor access points

Lê Thị Cẩm Hà^{1*}, Lương Quang Năng¹, Phạm Hồng Thịnh¹, Nguyễn Trọng Các²

*Tác giả liên hệ: lethicamha@qnu.edu.vn

¹Trường Đại học Quy Nhơn

²Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 12/3/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 27/6/2023

Ngày chấp nhận đăng: 02/10/2023

Tóm tắt

Trong bài báo này, một ăng-ten phân cực kép có hệ số cách ly cao, búp sóng rộng được đề xuất cho các điểm truy cập 5G trong nhà. Đây là một ăng-ten lưỡng cực chéo hoạt động ở dải tần 5G NR n78 (3,3 - 3,8 GHz). Bằng cách khai thác tính đối xứng của thiết kế, ăng-ten đạt được hệ số cách ly cao với chỉ một nguồn cấp dạng vi sai. Bên cạnh đó, búp sóng của ăng-ten được mở rộng đáng kể bằng cách kết hợp các phần tử đơn cực ký sinh trong cấu trúc ăng-ten mà vẫn giữ được tính đối xứng cần có của ăng-ten. Kết quả mô phỏng cho thấy ăng-ten hoạt động ở dải tần số 3,05 - 3,88 GHz có hệ số cách ly giữa cổng với cổng > 45 dB và đạt được độ rộng búp sóng nửa công suất đỉnh là 135°/165° ở mặt phẳng E/H trong vùng băng tần hoạt động.

Từ khóa: Điểm truy cập trong nhà; ăng-ten 5G; phân cực kép.

Abstract

In this paper, a high-isolation, wide-beam dual-polarized antenna is presented for 5G NR n78 band (3,3 - 3,8 GHz) indoor access points. The antenna compose of two perpendicularly bent arm cross dipole components, which are printed on separate substrates vertically placed on the ground plane. By exploiting the symmetry of the design, the high isolation feature is achieved with only a differential fed. In addition, the beamwidth is significantly broadened by incorporating parasitic monopole elements while keeping symmetry of the antenna. The simulated results show that the antenna has an impedance bandwidth of 23,4% (3,03 - 3,88 GHz) and port-to-port isolation > 45 dB. Moreover, the antenna achieves a peak half-power beam width of 135°/165° in the E/H planes.

Keywords: Indoor access points; 5G antenna; dual polarized.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, mạng không dây thế hệ thứ năm đang được triển khai và thương mại hoá trên toàn cầu [1]. 5G ngoài các đặc điểm như tốc độ nhanh, độ trễ thấp, đa dạng dịch vụ thì việc đảm bảo phạm vi phủ sóng rộng cũng là một vấn đề cần được chú ý. Việc lắp đặt nhiều điểm truy cập 5G ở các khu vực bị che khuất như ở trung tâm thương mại, tòa nhà cao tầng, cảng hàng không... là việc không thể thiếu nhằm tăng cường khả năng phủ sóng của mạng lưới [2]. Ăng-ten sử dụng cho các điểm truy cập này rất quan trọng, nó được thiết kế sao cho ngoài việc đáp ứng được băng thông hệ thống và các đặc tính bức xạ phù hợp cho vùng phủ sóng tối ưu.

Truyền sóng vô tuyến ở môi trường trong nhà phải đối mặt với hiệu ứng đa đường do lượng lớn các tia phản xạ, tán xạ khi gặp các chướng ngại vật. Đặc biệt, trong một số tình huống phức tạp, các điểm truy cập trong nhà đơn phân cực có thể mất liên lạc với các thiết bị đầu cuối di động. Để khắc phục vấn đề này và cải thiện dung lượng kênh vô tuyến, ăng-ten phân cực kép là một giải pháp được lựa chọn cho truyền thông vô tuyến

trong nhà. Có nhiều loại ăng-ten phân cực kép khác nhau đã được đề xuất cho các ứng dụng vô tuyến 5G trong nhà, chẳng hạn như ăng-ten vi dải [3], lưỡng cực chéo kết hợp với khoang cộng hưởng điện môi [4]. Bên cạnh đó, để mở rộng phạm vi phủ sóng của ăng-ten phân cực kép, một số kỹ thuật khác nhau như cắt khía [5], sử dụng hàng rào kim loại [6] đã được đề cập. Tuy nhiên, hầu hết các ăng-ten phân cực kép nói trên đều có hệ số cách ly phổ biến khoảng 30 dB, không đủ đáp ứng cho một số ứng dụng như giao tiếp song công cùng băng tần (IBFD). Một ăng-ten IBFD thường yêu cầu độ cách ly > 40 dB [7]. Để cải thiện khả năng cách ly, ăng-ten phân cực kép [8] sử dụng hai cặp nguồn cấp dữ liệu vi sai, mỗi cặp cho một phân cực. Cấu hình này đòi hỏi một cấu trúc phức tạp hơn, đặc biệt là trong việc cấp nguồn, do số lượng đầu nối tăng gấp đôi.

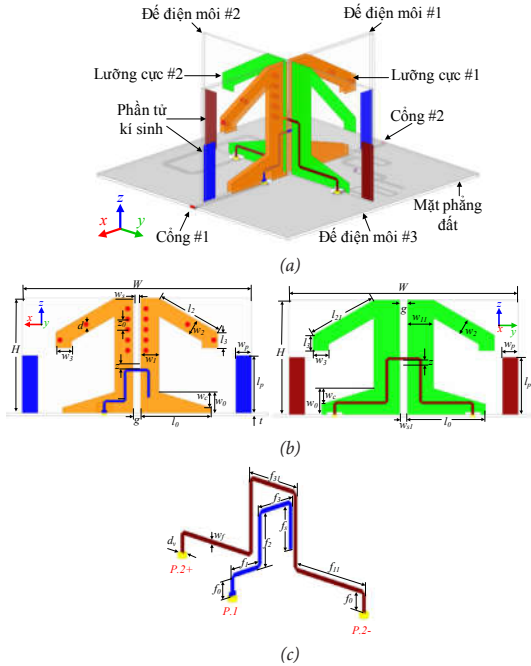
Trong bài báo này, một ăng-ten phân cực kép có hệ số cách ly cao và búp sóng rộng được đề xuất cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà. Các phần tử bức xạ chính là hai lưỡng cực mạch in trực giao, sử dụng kết hợp dạng cấp nguồn một đầu (đơn) và một đầu cấp nguồn dạng vi sai. Ý tưởng thiết kế chính là kết hợp kiểu cấp nguồn và hình dạng của các lưỡng cực sao cho toàn bộ ăng-ten có thể duy trì một cấu trúc đối xứng, nhằm có thể được sử dụng trong cấu hình cấp

Người phản biện: 1. PGS.TS. Nguyễn Hữu Phát
2. TS. Hoàng Phương Thảo

nguồn dạng vi sai để đạt được hệ số cách ly cao. Cuối cùng, bốn phần tử ký sinh hình chữ nhật dạng đơn cực được thêm vào đối xứng ở rìa của các lưỡng cực chính để tạo ra búp sóng bức xạ rộng. Các tính năng của ăng-ten được mô phỏng bằng ANSYS Electronics Desktop và được chế tạo, đo đạc.

2. CẤU TRÚC ĂNG-TEN

Hình 1 biểu diễn cấu trúc ăng-ten đề xuất.



Hình 1. Cấu trúc của ăng-ten đề xuất: (a) Hình chiếu 3D, (b) Hình chiếu cạnh của hai lưỡng cực, (c) Cấu trúc cấp nguồn

Ăng-ten bao gồm hai lưỡng cực mạch in trực giao (lưỡng cực #1 và lưỡng cực #2), đặt trên một mặt phẳng đất dạng hình vuông. Nguồn cấp dạng đơn được sử dụng để tiếp điện cho lưỡng cực #1 trong khi đó lưỡng cực #2 được tiếp điện dạng vi sai. Lưỡng cực #1 được in trên 2 mặt ngoài của 2 lớp đế điện môi đặt sát nhau và được cấp nguồn bởi một đường vi dải hình Γ kẹp giữa hai lớp, sau đó dùng các cọc nối để cố định hai cánh lưỡng cực này với nhau. Lưỡng cực #2 được chế tạo trên một lớp đế điện môi; nguồn cấp vi sai dạng một đường vi dải hình Π được in ở mặt kia của chất nền, trong khi các nhánh lưỡng cực của nó ở mặt kia. Tất cả đế điện môi sử dụng là FR4 có độ dày 0,6 mm, $\epsilon_r = 4,4$ và $\tan\delta = 0,02$. Bên cạnh đó, các phần tử ký sinh được thêm vào đối xứng ở hai bên của lưỡng cực ăng-ten nhằm mở rộng búp sóng. Các thông số thiết kế của ăng-ten được thể hiện ở Bảng 1.

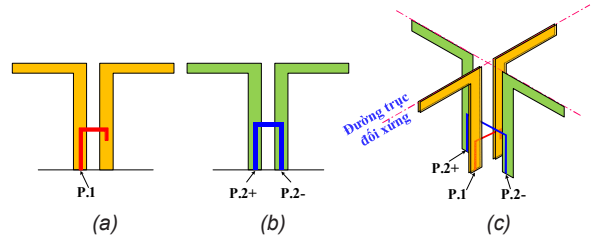
Bảng 1. Kích thước của ăng-ten đề xuất (đơn vị: mm)

W_g	W	H	z	g	w_s	w_{s1}	d	l_0	w_0
50	44	22	3	1,5	0,8	1,3	1	10	5
w_c	w_1	l_2	w_2	l_3	w_3	w_{11}	l_{21}	l_p	w_p
3	3,5	12,8	3	3	3	4,7	13,2	12	3
f_0	f_1	f_{11}	f_2	f_3	f_{31}	f_s	w_f	d_v	Z_0
2	2	10	6	7	7	5	0,5	1	2

3. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ ĂNG-TEN

3.1. Giải pháp nâng cao hệ số cách ly

Hình 1 (a) cho thấy thiết kế điển hình của ăng-ten lưỡng cực mạch in với nguồn cấp điện đơn. Cấu trúc cấp nguồn cho ăng-ten là một balun tích hợp, bao gồm một đường vi dải hình Γ ghép với một đường cấp nguồn đồng phẳng. Loại này đã được sử dụng rộng rãi trong một số ăng-ten lưỡng cực mạch in phân cực kép trước đây. Do cấu trúc không cân bằng của balun, hệ số cách ly giữa cổng và cổng bị suy giảm nên các ăng-ten loại này chỉ đạt được hệ số cách ly khoảng 30 dB.



Hình 2. Cơ chế cấp nguồn ăng-ten lưỡng cực: (a) dạng đơn; (b) dạng vi sai; (c) đề xuất.

Một ăng-ten lưỡng cực mạch in cũng có thể được cấp nguồn bởi cấu trúc cân bằng của nguồn vi sai, như thể hiện trong Hình 2 (b). Cổng P.2+ và cổng P.2- được sắp xếp đối xứng để cấp nguồn cho hai nhánh lưỡng cực với cùng độ lớn và ngược pha. Hệ số phản xạ S_{22} của cổng vi sai (cổng 2), được tính theo công thức (1) và hệ số tương hỗ giữa cổng đơn (cổng 1) và cổng vi sai (cổng 2) là S_{12} được tính theo công thức (2) như sau:

$$S_{22} = \frac{1}{2} (S_{2+2+} - S_{2+2-} - S_{2-2+} + S_{2-2-}) \tag{1}$$

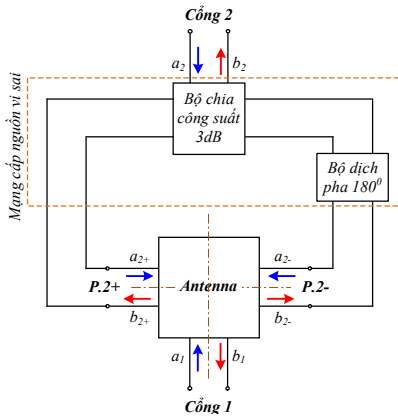
$$S_{12} = \frac{1}{\sqrt{2}} (S_{2+1} - S_{2-1}) \tag{2}$$

Để có hệ số cách ly cao, trong công thức (2) yêu cầu $S_{2+1} = S_{2-1}$, điều này đạt được khi cấu trúc ăng-ten đối xứng qua cổng P.2+ và cổng P.2-. Quan sát thấy rằng, nếu đem hai cấu trúc ăng-ten ở Hình 2 (a) và (b) ghép với nhau, cấu trúc thu được vẫn không hoàn toàn đối xứng. Điều này là do đường cấp nguồn của cổng 1 được in ở một mặt của lớp đế điện môi và lưỡng cực thì được in trên lớp còn lại. Do vậy, S_{2+1} và S_{2-1} không giống nhau nên làm tăng mức tương hỗ giữa cổng vi sai và cổng 1.

Để tạo ra cấu trúc đối xứng hoàn hảo, ý tưởng thiết kế được thể hiện trong Hình 2 (c), đó là: lưỡng cực được cấp nguồn bởi cổng 1 được in ở cả hai lớp bên ngoài của hai lớp chất đế điện môi ghép vào nhau trong khi đó đường cấp nguồn được in kẹp giữa hai lớp điện môi. Trong trường hợp này, toàn bộ cấu trúc được đối xứng qua cổng P.2+ và cổng P.2- (mặt phẳng thẳng đứng chứa đường đối xứng trong Hình 2(c)). Điều này đảm bảo việc ăng-ten sẽ đạt được hệ số cách ly cao.

Cuối cùng, cần lưu ý rằng hai đầu vào của cổng vi sai cần cấp nguồn có cùng biên độ và ngược pha. Vì vậy, sơ đồ bộ cấp nguồn cho ăng-ten lưỡng cực phân cực kép trong trường hợp này có thể được biểu diễn như Hình 3. Trong đó, cổng 1 cấp nguồn cho lưỡng cực

1 theo kiểu một đầu (đơn) và cổng 2 cấp nguồn cho lưỡng cực 2 theo kiểu vi sai sau khi qua bộ chia công suất cân bằng và bộ dịch pha 180°.

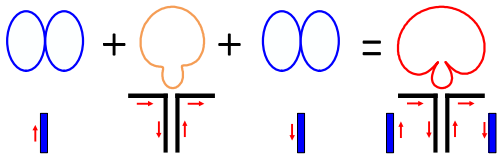


Hình 3. Mô hình mạng cấp nguồn cho ăng-ten lưỡng cực phân cực kép đề xuất

3.2. Giải pháp mở rộng búp sóng ăng-ten

Đối với các điểm truy cập trong nhà, lợi thế của ăng-ten sở hữu búp sóng rộng là có vùng phủ sóng khắp. Để đạt được điều này, ăng-ten đề xuất sử dụng thêm các phần tử ký sinh dạng đơn cực để mở rộng búp sóng [9].

Cơ chế của việc mở rộng búp sóng được giải thích một cách định tính trong [9]. Nguyên lý để tạo ra búp sóng rộng được minh họa trong Hình 4.

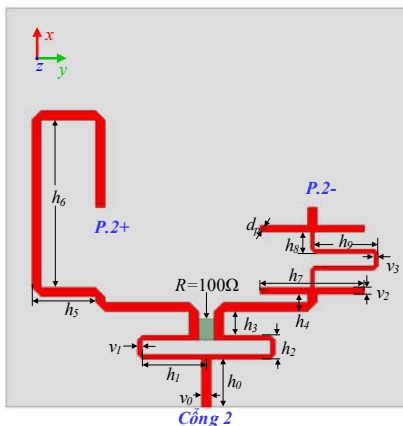


Hình 4. Nguyên lý bức xạ búp rộng

4. QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ VÀ CÁC ĐẶC TÍNH CỦA ĂNG-TEN ĐỀ XUẤT

4.1. Thiết kế mạng tiếp điện vi sai

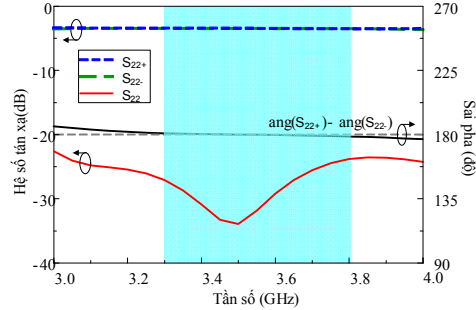
Để tạo nguồn cấp dạng vi sai cho ăng-ten đề xuất, bộ chia công suất ngược pha bằng rộng được sử dụng. Hình dạng của bộ cấp nguồn vi sai được minh họa trong Hình 5, bao gồm bộ chia công suất Wilkinson và bộ dịch pha 180° bằng rộng.



Hình 5. Cấu trúc mạng cấp nguồn vi sai

Bảng 1. Bảng giá trị tham số của mạng cấp nguồn vi sai (đơn vị: mm)

h_0	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6
6	8	3	3	2,2	8	21
h_7	h_8	h_9	v_0	v_1	v_2	v_3
13	2,7	8	1,14	0,6	0,8	0,5

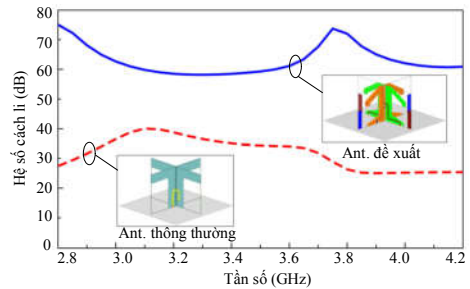


Hình 6. Hệ số tán xạ và sai pha tại đầu ra của mạng cấp nguồn

Mạng cấp nguồn được thiết kế trên chất nền điện môi Roger RO4003 ($\epsilon_r = 3,38$; $\tan\delta = 0,02$ và độ dày 0,508 mm) tối ưu cho băng tần 5G NR n78. Hình 6 cho thấy kết quả mô phỏng các tham số tán xạ và độ lệch pha ở đầu ra của bộ chia công suất. Ăng-ten đạt được $|S_{22}| < -23$ dB, $|S_{22+}| = |S_{22-}| = 3,5 \pm 0,1$ dB và độ lệch pha $180^\circ \pm 1^\circ$ trong dải tần 3,0 - 4,0 GHz.

4.2. Quá trình thiết kế và các đặc tính của ăng-ten đề xuất

Thiết kế này được phát triển từ ăng-ten lưỡng cực chữ T truyền thống với balun tích hợp [17] trên mặt phẳng đất có kích thước 50×50 mm. Sau đó, lưỡng cực được thay đổi với các cơ chế cấp nguồn khác nhau để có thiết kế tối ưu cuối cùng.



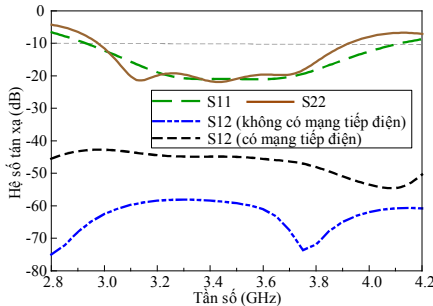
Hình 7. Hệ số cách ly của ăng-ten đề xuất và ăng-ten lưỡng cực truyền thống

Đầu tiên, một lưỡng cực hoạt động ở tần số trung tâm 3,55 GHz được thiết kế và khảo sát. Đối với lưỡng cực thông thường, chiều dài của lưỡng cực xác định tần số cộng hưởng trung tâm, trong khi chiều rộng của nó ảnh hưởng đến băng thông hoạt động. Tuy nhiên, loại ăng-ten này có hệ số cách ly thông thường xấp xỉ 30dB. Để tăng hệ số cách ly giữa các cổng, một nguồn cấp đơn thông thường được thay thế bằng một nguồn cấp vi sai. Theo nguyên tắc của nguồn cấp vi sai, cấu trúc của ăng-ten càng đối xứng càng tốt. Để đạt được điều này, lưỡng cực với kiểu cấp nguồn đơn cần được nhân đôi. Nói cách khác, hai lưỡng cực giống hệt nhau được in trên hai chất nền xếp chồng lên nhau, được cấp

nguồn bởi cổng đơn ở giữa. Cuối cùng, các phần tử ăng-ten đơn cực kí sinh được thêm vào hai bên lưỡng cực chính để mở rộng búp sóng của ăng-ten mà không làm mất đi tính đối xứng cần có trong cấu trúc thiết kế.

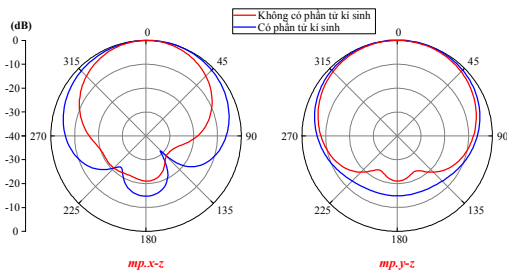
Hình 7 cho thấy hệ số cách ly của một ăng-ten lưỡng cực phân cực kép thông thường và ăng-ten đề xuất. Đối với thiết kế thông thường, hệ số cách ly của nó chỉ khoảng 30 dB. Trong khi đó, kết quả mô phỏng hệ số cách ly của thiết kế đề xuất cao hơn nhiều. Theo lý thuyết, nếu cấu trúc ăng-ten hoàn toàn đối xứng, thì hệ số cách ly giữa các cổng là vô cùng (khi $S_{21} = 0$ trong công thức (4.7)). Giá trị mô phỏng hệ số cách ly của ăng-ten đề xuất đạt khoảng 60 dB có thể do cấu trúc đối xứng bị ảnh hưởng chủ yếu bởi chất lượng mạng cấp nguồn như bộ sai pha 180° .

Hình 8 cho thấy kết quả mô phỏng của hệ số phản xạ. Theo quan sát, kết quả mô phỏng của ăng-ten có băng thông trở kháng là 23,4% (3,05 -3,88 GHz) và đạt được mức cách ly giữa các cổng cao hơn 45/60 dB trong băng thông trở kháng hoạt động khi có/không có mạng cấp nguồn.



Hình 8. Hệ số phản xạ và cách ly của ăng-ten đề xuất
 Như đã đề cập, để mở rộng búp sóng của ăng-ten, bốn phần tử kí sinh dạng đơn cực được thêm vào đối xứng trên cả hai mặt của lưỡng cực ở khoảng cách nửa bước sóng. Kết quả là trường bức xạ của chúng kết hợp với nhau làm tăng độ rộng búp sóng.

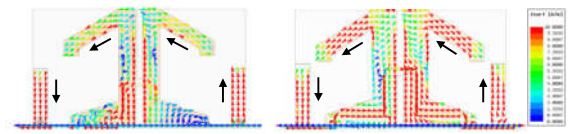
Hình 9 biểu diễn đồ thị bức xạ của ăng-ten trên mặt phẳng x-z và y-z ở 3,5 GHz khi cấp nguồn cổng 1 trong trường hợp không có/có các phần tử ký sinh, qua đó thể hiện ảnh hưởng của phần tử ký sinh. Quan sát thấy rằng, sau khi sử dụng phần tử ký sinh, độ rộng búp sóng của anten ở mặt phẳng E đã mở rộng đáng kể.



Hình 9. Đồ thị bức xạ của ăng-ten khi có và không có phần tử ký sinh

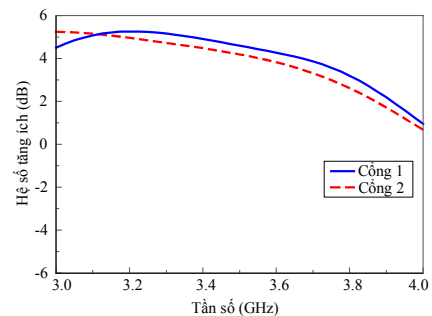
Hơn nữa dựa vào phân bố dòng điện trên ăng-ten ở Hình 10 có thể thấy rằng chiều dài của lưỡng cực và chiều cao, khoảng cách giữa hai phần tử kí sinh là hai tham số chính ảnh hưởng đến độ rộng búp sóng.

Chiều dài này ảnh hưởng đến cường độ của dòng điện chạy trên nó. Do đó, khoảng cách giữa hai phần tử kí sinh cũng như chiều dài của nó phải được tối ưu để ăng-ten đạt được búp sóng rộng trên toàn dải tần hoạt động. Mặt khác, việc mở rộng búp sóng sẽ làm mất khả năng phối hợp trở kháng và giảm hệ số cách ly, vì vậy cần phải cân bằng đồng thời các thông số của ăng-ten nhằm đạt được hiệu quả tốt nhất.



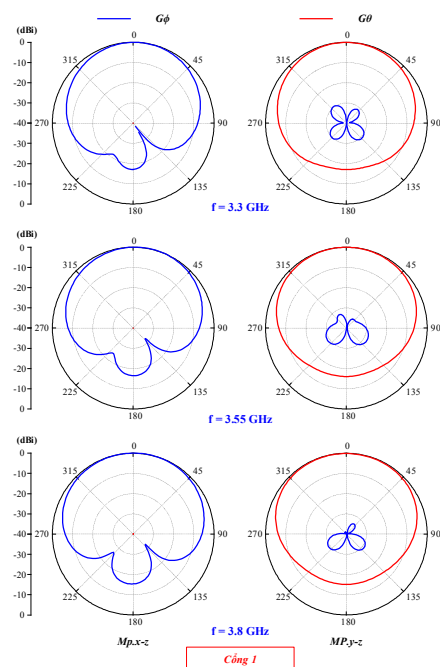
Hình 10. Phân bố dòng điện của ăng-ten đề xuất

Hình 11 biểu diễn hệ số tăng ích của ăng-ten. Quan sát thấy rằng tần số càng cao thì hệ số này có xu hướng giảm do sự mở rộng búp sóng về vùng tần số cao. Mặt khác, hệ số tăng ích thu được khi cấp nguồn ở cổng 2 sẽ giảm so với cổng 1 do ảnh hưởng của mạng tiếp điện.

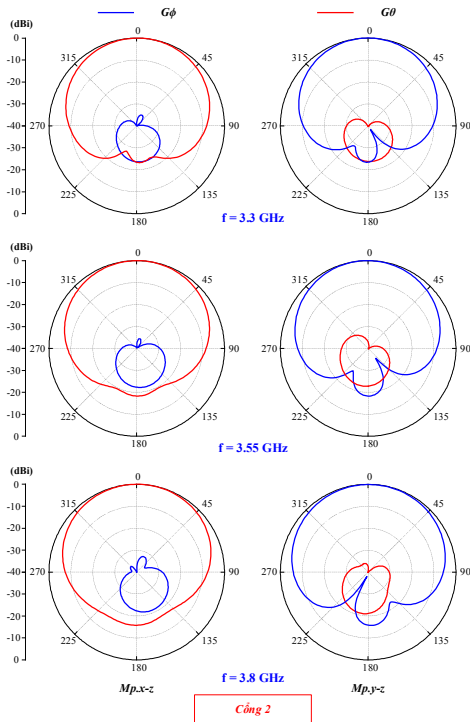


Hình 11. Hệ số tăng ích của ăng-ten đề xuất

Hình 12 và Hình 13 hiển thị dạng đồ thị bức xạ của ăng-ten ở tần số 3,3; 3,55 và 3,8 GHz khi cấp nguồn lần lượt ở cổng 1 và cổng 2. Các mẫu bức xạ của ăng-ten ổn định: Có cấu hình đối xứng, băng thông rộng, tỷ lệ trước sau cao và phân cực chéo thấp.



Hình 12. Đồ thị bức xạ của ăng-ten khi cấp nguồn cổng 1



Hình 13. Đồ thị bức xạ của ăng-ten khi cấp nguồn cổng 2

4. KẾT LUẬN

Ăng-ten đề xuất đạt được hệ số cách ly cao do khai thác tính đối xứng của thiết kế, mặc dù chỉ sử dụng cơ chế cấp nguồn vi sai cho một lưỡng cực. Tuy vậy, để đạt được cấu trúc đối xứng nhất có thể, lưỡng cực 1 cần được chế tạo từ hai tấm đế điện môi ghép lại với nhau, điều này làm giảm tính đơn giản của thiết kế. Độ rộng búp sóng được mở rộng đáng kể bằng cách sử dụng kết hợp các phần tử đơn cực kí sinh trong khi vẫn giữ được tính đối xứng của thiết kế. Kết quả mô phỏng cho thấy ăng-ten có băng thông trở kháng bao phủ dải n78 của mạng 5G và hệ số cách ly giữa cổng với cổng > 45 dB. Hơn nữa, ăng-ten có độ rộng búp sóng nửa công suất đỉnh là 135°/165° trong mặt phẳng E/H. Với các tính năng như phân cực kép, hệ số cách ly cao, búp sóng rộng ăng-ten đề xuất có thể là một ứng cử viên cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài khoa học công nghệ cấp cơ sở của Trường Đại học Quy Nhơn với mã số T2022.757.13.

AUTHORS INFORMATION

Le Thi Cam Ha^{1*}, Luong Quang Nang¹,
Pham Hong Thinh¹, Nguyen Trong Cac²

*Corresponding Author: lethicamha@qnu.edu.vn

¹ Quy Nhon University;

²Sao Do University.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Sag, A., (2022), *The state of 5G in early 2021*, Pt. 2, Accessed May 02, 2022.
- [2]. F. Tonini, M. Fiorani, M. Furdek, C. Raffaelli, L. Wosinska and P. Monti (2017), *Radio and Transport Planning of Centralized Radio Architectures in 5G Indoor Scenarios*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 35, no. 8, pp. 1837-1848.
- [3]. H. Huang, X. Li and Y. Liu (2020), *A Low-Profile, Single-Ended and Dual-Polarized Patch Antenna for 5G Application*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 5, pp. 4048-4053.
- [4]. M. Li, X. Chen, A. Zhang, and A. A. Kishk (2019), *Dual-polarized broadband base station antenna backed with dielectric cavity for 5G communications*, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 18, no. 10, pp. 2051-2055.
- [5]. J. Y. Yin and L. Zhang (2020), *Design of a dual-polarized magnetolectric dipole antenna with gain improvement at low elevation angle for a base station*, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 19, no. 5, pp. 756-760.
- [6]. Y. He and Y. Li (2020), *Dual-Polarized Microstrip Antennas With Capacitive via Fence for Wide Beamwidth and High Isolation*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 7, pp. 5095-5103.
- [7]. B. Debaillie et al. (2014), *Analog/RF Solutions Enabling Compact Full-Duplex Radios*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 32, no. 9, pp. 1662-1673.
- [8]. Feng, B., X. He, J. Cheng, Q. Zeng, and C. Sim (2020), *A low-profile differentially fed dual-polarized antenna with high gain and isolation for 5G microcell communications*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 68, No. 1, pp.90-99.
- [9]. Z. Zhang et al. (2018), *Dual-polarised crossed-dipole antenna with improved beamwidth*, IET Microwaves, Antennas & Propagation, vol.12, no.6 p. 890-894.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- **Số 1:** Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** <http://saodo.edu.vn> **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 3 (82)
2023



Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.