

TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUY NHƠN
QUY NHON UNIVERSITY

TẠP CHÍ KHOA HỌC
JOURNAL OF SCIENCE

CHUYÊN SAN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ KỸ THUẬT
ISSUE: NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING

13 (3)

2019

BÌNH ĐỊNH, 6/2019

MỤC LỤC

1.	Vật liệu $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ hấp thụ mạnh ánh sáng xanh chế tạo bằng phương pháp nghiền bi hành tinh năng lượng cao Lê Thị Thảo Viễn, Nguyễn Mai Cao Hoàng Phương Lan, Nguyễn Tư	5
2.	Nghiên cứu tiết diện tán xạ vi phân trong tán xạ Raman trong dây lượng tử khi không có một phonon Lý Thị Kim Cúc, Nguyễn Thị Xuân Huynh	12
3.	Thí nghiệm ảo mạch điện ba pha Đoàn Đức Tùng, Lê Thái Hiệp, Đoàn Thanh Bảo	20
4.	Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phát hàm đa năng dùng vi mạch XR2206CP phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu ở trường đại học Bùi Quang Bình, Đào Minh Hưng	28
5.	Nghiên cứu thiết kế hệ thống thực nghiệm quản lý, điều khiển và giám sát điện năng thông minh Nguyễn Thanh Bình, Võ Xuân Trí, Lê Văn Thơ, Ngô Minh Khoa	36
6.	Khảo sát từ trường trong động cơ không đồng bộ tuyến tính đơn biên bằng phương pháp phần tử hữu hạn Trương Minh Tấn	46
7.	Xác định phí truyền tải trong thị trường điện cạnh tranh cho lưới truyền tải Bình Định Đặng Quang Khải, Trương Minh Tấn, Lương Ngọc Toàn	54
8.	Ứng xử của dầm Timoshenko trên nền đàn nhớt phi tuyến chịu tải trọng di động Đoàn Kiều Văn Tâm	61
9.	Độ bền ăn mòn và bền mài mòn của các lớp phủ điện hóa Nano-, Micro chức năng Nguyễn Đức Hùng, Lê Thị Phương Thảo, Mai Văn Phước, Trần Thị Vân Nga	67
10.	Khảo sát thành phần hóa học và hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu hương nhu tía (<i>Ocimum Sanctum L.</i>) ở Bình Định Võ Thị Thanh Tuyền, Nguyễn Thị Mỹ Biên	84
11.	Một công thức Giống - Bạc của Đa Tạp Fano của các không gian con tuyến tính trên giao đầy đủ Đặng Tuấn Hiệp, Nguyễn Chánh Tú, Nguyễn Thị Mai Vân	91
12.	Xây dựng ứng dụng sổ liên lạc điện tử trong trường đại học Nguyễn Thị Loan, Vũ Sơn Lâm	98

13. Ảnh hưởng của một số cơ chất bổ sung đến sinh trưởng, năng suất và dược chất chiết được của cây đương quy Nhật Bản (*Angelica acutiloba* Kitag.) trồng tại xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định
Bùi Hồng Hải, Nguyễn Thị Thùy Trinh, Nguyễn Thị Y Thanh106
14. Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng và khả năng sản xuất của gà H'ông nuôi tại Bình Định
Võ Thị Trọng Hoa, Vương Thị Ngọc Thảo, Võ Thị Thảo Linh, Đặng Thị Ngọc Hà114

Vật liệu $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ hấp thụ mạnh ánh sáng xanh chế tạo bằng phương pháp nghiền bi hành tinh năng lượng cao

Lê Thị Thảo Viễn^{1,*}, Nguyễn Mai Cao Hoàng Phương Lan², Nguyễn Tư³

¹ Khoa Vật lý, Trường Đại học Quy Nhơn

² Viện Tiên tiến Khoa học và Công nghệ (AIST), Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (HUST)

³ Viện Nghiên cứu Tiên tiến Phenikaa (PIAS), Trường Đại học Phenikaa, Hà Nội

Ngày nhận bài: 06/03/2019; Ngày nhận đăng: 30/05/2019

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính chất quang phát quang và nhiệt phát quang của vật liệu Zn_2SiO_4 pha tạp ion Mn^{2+} chế tạo bằng phương pháp nghiền bi hành tinh năng lượng cao kết hợp ủ nhiệt tại $1250^\circ C$. Cấu trúc và tính chất của vật liệu được khảo sát bằng các phương pháp nhiễu xạ tia X bột (PXRD), ảnh hiển vi điện tử phát xạ trường (FESEM), phổ phát quang (PL) và phổ nhiệt phát quang (TL). Phổ phát quang của vật liệu chế tạo được cho phát xạ ánh sáng xanh với cực đại phát xạ tại 525 nm do chuyển dời điện tử ${}^4T_1({}^4G) \rightarrow {}^6A_1({}^6S)$ của ion Mn^{2+} trong mạng nền Zn_2SiO_4 . Phổ kích thích phát quang cho hấp thụ mạnh tại các bước sóng 270 nm, 356 nm, 377 nm, 420 nm, 432 nm và 470 nm, trong đó vật liệu hấp thụ mạnh nhất ở bước sóng trong vùng ánh sáng xanh 420 nm. Vật liệu có khả năng ứng dụng trong chế tạo LED sử dụng chip LED xanh lục với cơ chế hấp thụ ánh sáng xanh lục sang ánh sáng xanh lá cây.

Từ khóa: Vật liệu $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$, tính chất quang và nhiệt phát quang của vật liệu $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$, Zn_2SiO_4 pha tạp Mn^{2+} , vật liệu hấp thụ ánh sáng xanh da trời phát xạ xanh lá cây.

*Tác giả liên hệ chính.

Email: lethithaovien@qnu.edu.vn

Strong blue absorption of $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ prepared by high-energy planetary ball milling technique

Le Thi Thao Vien^{1,*}, Nguyen Mai Cao Hoang Phuong Lan², Nguyen Tu³

¹ Department of Physics, Quy Nhon University

² Advanced Institute for Science and Technology (AIST), Ha Noi University of Science and Technology (HUST), Ha Noi

³ Phenikaa Institute for Advanced Study (PIAS), Phenikaa University, Ha Noi

Received: 06/03/2019; Accepted: 30/05/2019

ABSTRACT

The paper presents the results of the photoluminescence and thermoluminescence behaviour of Mn^{2+} -doped Zn_2SiO_4 powder synthesized by high - energy planetary ball milling technique followed by calcination in air at 1250 °C. The obtained phosphor was characterized using powder X-Ray diffraction (PXRD), field emission scanning electron microscopy (FESEM), photoluminescence (PL) and thermo- luminescence (TL) techniques. The PL spectrum illustrates the emission centered at 525 nm corresponds to the ${}^4\text{T}_1({}^4\text{G}) \rightarrow {}^6\text{A}_1({}^6\text{S})$ transition of Mn^{2+} in the host Zn_2SiO_4 crystal. The photoluminescence excitation spectra present six excitation bands peaking at 270 nm, 356 nm, 377 nm, 420 nm, 432 nm and 470 nm, respectively, in which the strongest absorption belongs to 420 nm wave length showing potential application of the prepared phosphor in white-light-emitting diode as a blue-to-green color conversion phosphor.

Keywords: Zn_2SiO_4 : Mn^{2+} powders, PL and TL of Zn_2SiO_4 : Mn^{2+} , green phosphor, Mn^{2+} doped Zn_2SiO_4 , blue-to-green color conversion phosphor.

1. INTRODUCTION

Zn_2SiO_4 a well known mineral of naturally occurring orthosilicates family has attracted much attention because of its unique luminescence properties, wide energy band gap (5,5 eV), excellent chemical stability, and highly saturated color.¹⁻⁵ It may exist in several crystalline forms such as α , β and other phases. In which, α - Zn_2SiO_4 is one of the best candidates for numerous technological applications such as phosphor host, crystalline phase in glass ceramics, electrical insulator, glazes, and pigments.³⁻⁷

Rare-earth ions are considered as excellent luminescence centers so most phosphors for LED application are mainly

based on rare earth phosphors. Rare earth doped zinc silicates have been studied extensively as efficient luminescence materials.^{8,9} However, because of its expensive price, it is necessary to find such cheaper alternative materials holding a comparable luminescent efficiency. Among them, transition metal ions are the best candidate. Specifically, Mn^{2+} ion is regarded as a luminescence center, giving green - emission for α - Zn_2SiO_4 phase^{10, 11} or yellow - emission for β - Zn_2SiO_4 phase^{12, 13}. It is well known that depending on the strength of surrounding crystal field of Mn^{2+} , Mn^{2+} doped Zn_2SiO_4 generates a green or yellow emission because of the d-d transition from the ${}^4\text{T}_1({}^4\text{G})$ excited-state to the ${}^6\text{A}_1({}^6\text{S})$ ground-state in the 3d outer-most

*Corresponding author:

Email: lethithaovien@qnu.edu.vn

orbital.^{11,14} Although many previous works studied on the photoluminescence properties of Mn²⁺ doped Zn₂SiO₄ for numerous application,^{7,10,15,16} there are a few reports which discussed on its thermoluminescence.^{8,17} Besides, many methods have been applied to produce Mn-doped α -Zn₂SiO₄ phosphor.^{10,11,18,19} Every method has its own benefits. High-energy planetary ball milling process supplies a lot of advantages such as low-cost, stable and simple method.²⁰

In this work, the green emitting Zn₂SiO₄:Mn²⁺ powders were prepared by high-energy planetary ball milling of ZnO, SiO₂ and MnO₂ materials followed by annealing at 1250 °C in air environment. The PL spectra and luminescence decay curve show strong green emission with long life time. The PLE spectra represent a strong blue absorption at 420 nm which gives a potential application in WLED using blue LED chip.

2. EXPERIMENTAL

Commercial ZnO, SiO₂ and MnO₂ powders with purity of 99.99%, 99% and 99%, respectively were used as the starting materials. They were introduced into a 500 ml bowl consisting of 30 hardened steel balls. Then, the mixture was grinded coarsely for 1 hour and further grounded by high-energy planetary ball milling (Restch PM400) with the speed of 200 rpm for 40 hours. The whole process is carried out in air atmosphere at room temperature. Finally, this mixture was calcined in air for 2h at 1250 °C to obtain the fine Zn₂SiO₄:Mn²⁺ powder. The morphology was examined by ultra-high resolution scanning electron microscopy (Jeol JSM-7600F), the phase structure and the crystallinity of samples were characterized by the X-ray diffraction (Bruker D8 Advance XRD). Optical properties of all samples were investigated by photoluminescence spectroscopy (Nanolog, Horiba Jobin Yvon, 450 W) at the room temperature. Thermally stimulated luminescence glow curves were recorded at room temperature by using TLD reader. The obtained phosphor under the TL examination is given by β -ray beam (Sr90) radiation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 displays X-ray diffraction (XRD) pattern of Zn₂SiO₄ powder after high-energy planetary ball milling for 40 hours and anneal at 1250 °C for 2 hours in air environment. It can be seen that the sample exhibits main diffraction peaks corresponding to (110), (211), (300), (220), (131), (312), (410), (223), (502), (600), (520), (333), (125), (710) (006), (630) and (713) of willemite Zn₂SiO₄. This result is well matched with other reports.¹⁻⁵

Ultra-high resolution scanning electron microscopy (SEM - Jeol JSM-7600F) is an equipment which applied to determine the morphology and size of the sample as shown in figure 2a. SEM micrograph shows a fine morphology with nearly spherical particles of about 1 μ m in average size. In addition, the compositions of the powder are also measured using Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) during the FESEM observation (see figure 2b). As can be seen from the figure 2b, coupled with such obvious Si, Zn and O signals, Mn²⁺ ion is clearly recorded in the prepared sample and the atom percentage shows a suitable formation of Zn₂SiO₄:Mn²⁺. On the basis of XRD and EDX results, we can conclude that the pure Zn₂SiO₄:Mn²⁺ powder has been prepared successfully by high-energy ball milling technique followed by calcination in air at 1250 °C in air environment.

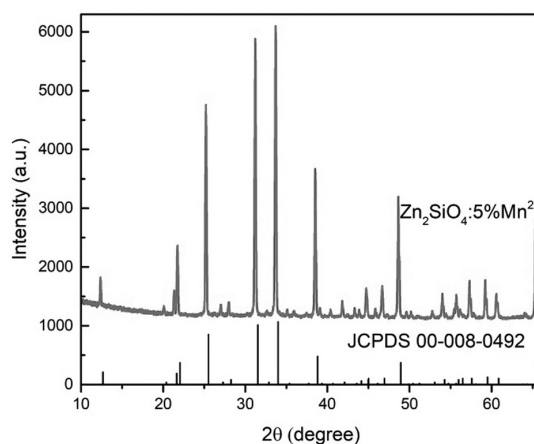


Figure 1. XRD pattern of Zn₂SiO₄:5%Mn²⁺ calcinated at 1250 °C

The excitation photoluminescence (PLE) spectra (figure 3a) and photoluminescence (figure 3b) of the $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ were recorded with the emission/excitation wavelength of 525/270 nm at room temperature by Nanolog - Horiba Jobin Yvon equipment. The excitation spectrum (figure 3a) shows five strong absorption peaks at about 356 nm, 377 nm, 420 nm, 432 nm and 470 nm which assigned to the absorption peaks of the Mn^{2+} ion in the Zn_2SiO_4 lattice of ${}^6A_1(6S) \rightarrow {}^4E(4D)$, ${}^6A_1(6S) \rightarrow {}^4T_2(4D)$, ${}^6A_1(6S) \rightarrow {}^4E(4G)$, ${}^6A_1(6S) \rightarrow {}^4T_2(4G)$ and ${}^6A_1(6S) \rightarrow {}^4T_1(4G)$, respectively^{21,22}. When using all these five excitation wavelengths as excited source, all five emission spectra (figure 5b) display green luminescence band centered at 525 nm which assigned to an electronic transition of ${}^4T_1(4G) \rightarrow {}^6A_1(6S)$ of Mn^{2+} ions.^{10,11} The highest PL intensity belongs to the 420 excitation wavelength attributed to ${}^4E(4G) \rightarrow {}^6A_1(6S)$ which can apply for display application excited by blue LED.^{3,11,18} Combined the PLE and X-ray diffraction results, we can confirm that Mn^{2+} ions have been substituted into the Zn^{2+} sites in the Zn_2SiO_4 host crystal which act as luminescence centers, giving green emission at 525 nm.

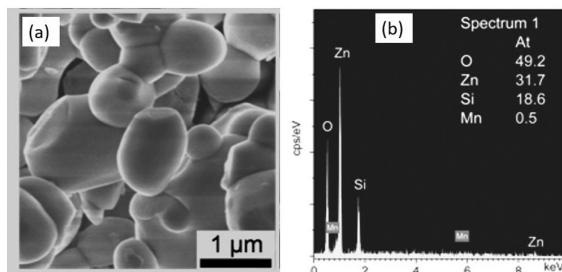


Figure 2. SEM image and EDS spectra of $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ calcinated at 1250 °C

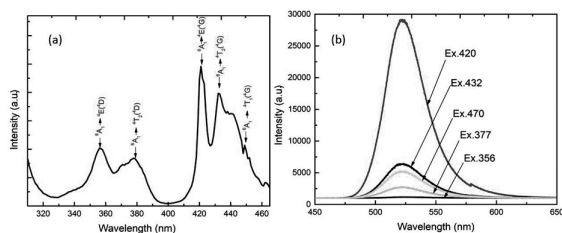


Figure 3. PLE (a) at the emission wavelength 525 nm and PL spectra (b) excited by various of excitation wavelength of $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ calcinated at 1250 °C

Thermoluminescence (TL) spectra of the prepared phosphor measured using β -ray beam (Sr90) source irradiation for 2, 5, 10, 15, 20 minutes and heating rate of 2 °C.s⁻¹ are presented in figure 4. The TL intensity increases with increasing the X-ray exposure time. This is generally due to the competition between radiative and non-radiative centers, or between different kinds of trapping centers.⁸ As TL theory^{23,24}, the main basis in the thermoluminescence dosimetry (TLD) is that the TL output is directly proportional to the radiation dose received by the phosphor and hence provides the means of estimating the dose from unknown irradiations so the TL results of obtained sample show high potential application in TLD.

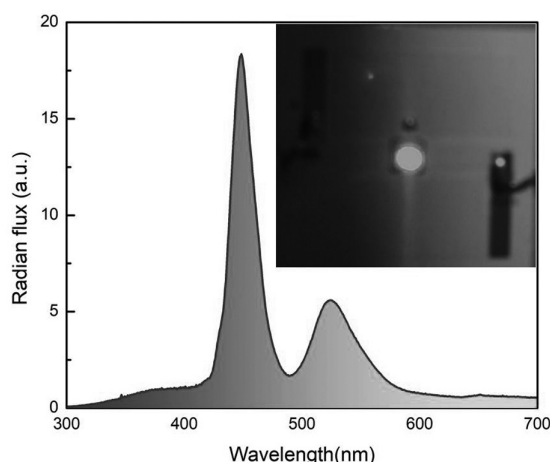


Figure 4. Photoluminescence spectra of $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ phosphor coated on 450 LED CHIP

It is well-known that LED is one of the most effective light and it is used widely today because of their physical, thermal and chemical stability.²⁴ As mentioned above, our investigation aims to produce a cheap phosphor excited by blue Chip employing a simple method. Accordingly, the Mn^{2+} doped Zn_2SiO_4 powder has been coated on LED chip 450 nm by i-DR S320A Desktop Dispensing system. The LEDs was supplied with a current of 0.1500A and a voltage of 3.029V during the process. Photoluminescence spectra and image of LED light are displayed in figure 5. This demonstrates that the pure green colour from obtained sample can be used for mixing with red phosphor on blue LED Chip to form WLED with high CRI.

4. CONCLUSION

Herein, the present research has studied the optical characteristics and thermoluminescence properties of $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ in detail. For photoluminescence, combined PLE, PL spectra, X-ray diffraction and EDS results demonstrate that Mn^{2+} ions are substituted into the Zn^{2+} sites in the Zn_2SiO_4 host crystal which act as luminescence centers, giving green emission at 525 nm. This photoluminescence enhancement under 420 nm enables application to WLED using blue LED Chip excitation.

Acknowledgments

This research is funded by Quy Nhon University under grand number T.2018.562.11

REFERENCES

1. C.E. Rivera-Enriquez, A. Fernandez-Osorio, J. Chavez-Fernandez. Luminescence properties of α - and β - $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ nanoparticles prepared by a coprecipitation method, *J. Alloys Compd.*, **2016**, *134*, 145.
2. L. El Mir, K. Omri, and J. El Ghoul. Effect of crystallographic phase on green and yellow emissions in Mn-doped zinc silicate nanoparticles incorporated in silica host matrix *Superlattices Microstruct.*, **2015**, *85*, 180.
3. P. Svancarek, R. Klement, and D. Galusek. Photoluminescence of $(\text{ZnO})_{x-z}(\text{SiO}_2)_y:(\text{MnO})_z$ green phosphors prepared by direct thermal synthesis: The effect of ZnO/SiO₂ ratio and Mn²⁺ concentration on luminescence, *Ceram. Int.*, **2016**, *42*, 16852.
4. J. El Ghoul, K. Omri, A. Alyamani, C. Barthou. Synthesis and luminescence of $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ and $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ composite with sol-gel methods, *J. Lumin.*, **2013**, *138*, 218.
5. J. El Ghoul, K. Omri, L. El Mir, C. Barth. Sol-gel synthesis and luminescent properties of $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ and $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{V}$ composite materials, *J. Lumin.*, **2012**, *132*, 2288.
6. J. An, Jun Hong Noh, In-Sun Cho, Hee-Suk Roh, Jin Young Kim, Hyun Soo Han, and Kug Sun Hong. Tailoring the Morphology and Structure of Nano, (*The Journal of Physical Chemistry C*), 2011, *114*, 10330.
7. J. El Ghoul, K. Omri, S. A. Gomez-Lopera, and L. El Mir. Sol-gel synthesis, structural and luminescence properties of MT-doped $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ nanocomposites, *Opt. Mater. (Amst)*, **2014**, *36*, 1034.
8. Vikas Dubey, Ratnesh Tiwari, Mahendra Ku, Pradhan, Gajendra Singh Rathore, Chitrakant, Sharma, and Raunak Kumar Tamrakar. Photoluminescence and Thermoluminescence Behavior, *journal of luminescence and application*, **2014**, *1*, 30.
9. N. Alia, S. Omar, Y. Wing, and K. Amin. Europium doped low cost Zn_2SiO_4 based glass ceramics : A study on fabrication, structural, energy band gap and luminescence properties, *Mater. Sci. Semicond.*, **2016**, *61*, 27.
10. K. A. Petrovykh, A. A. Rempel, V. S. Kortov, and E. A. Buntov, Sol-gel synthesis and photoluminescence of $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ nanoparticles, *Inorg. Mater*, **2015**, *51*, 152.
11. K. Omri and L. El Mir, In-situ solgel synthesis of luminescent Mn^{2+} -doped zinc silicate nanophosphor, *J. Mater. Sci. Mater. Electron*, **2016**, *27*, 9476.
12. L. El Mir, K. Omri, J. El Ghoul, A. S. Al-Hobaib, H. Dahman, and C. Barthou, Yellow emission of $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ nanocomposite synthesized by sol-gel method, *Superlattices Microstruct*, **2014**, *65*, 248.
13. N. F. Samsudin, Amin Matori, Zaidan Abdul Wahab Josephine Ying Chi Liew Yap Wing Fen Sidek Hj. Ab Aziz Mohd Hafiz Mohd Zaid, Low cost phosphors: Structural and photoluminescence properties of Mn^{2+} -doped willemite glass-ceramics, *Optik (Stuttg)*, **2016**, *127*, 8076.
14. M. K. Kretov, I. M. Iskandarova, B. V Potapkin, A. V Scherbinin, A. M. Srivastava, and N. F. Stepanov, Simulation of structured $^4\text{T}_1 - ^6\text{A}_1$ emission bands of Mn^{2+} impurity in Zn_2SiO_4 : A first-principle methodology A., *J. Lumin.*, **2012**, *132*, 2143.
15. Y. O. Lee and J. H. Kim. Photoluminescence and structure of sputter-deposited $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ thin films, *J. Korean Phys. Soc.*, **2016**, *68*, 283.

16. K. Omri, J. El Ghoul, A. Alyamani, C. Barthou, and L. El Mir. Luminescence properties of green emission of $\text{SiO}_2/\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ nanocomposite prepared by sol-gel method, *Phys. E Low-Dimensional Syst. Nanostructures*, **2013**, 53, 48.
17. Tao Hu, Hang Lin, Ju Xu, Bo Wang, Jiaomei Wang, Yuansheng Wang. Color -tunable persistent luminescence in Oxyfluoride glass and glass Ceramic containing $\text{Mn}^{2+}:\alpha\text{-Zn}_2\text{SiO}_4$ nanocrystals, *Material Chemistry C*, **2017**, 1.
18. Z. T. Kang, Y. Liu, B. K. Wagner, R. Gilstrap, M. Liu, and C. J. Summers. Luminescence properties of Mn^{2+} doped Zn_2SiO_4 phosphor films synthesized by combustion CVD, *J. of lumin.*, **2006**, 121, 595.
19. P. S. Mbule, O. M. Ntwaeaborwa, B. M. Mothudi, and M. S. Dhlamini. Structural and optical characterization of nanoparticulate manganese doped zinc silicate phosphors prepared by solgel and combustion methods, *J. of Lumin.*, **2016**, 179, 74.
20. T. Prasad Yadav, R. Manohar Yadav, and D. Pratap Singh. Mechanical Milling: a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites, *Nanosci. Nanotechnol.*, **2012**, 2, 22.
21. K. W. Park, H. S. Lim, S. W. Park, G. Deressa, and J. S. Kim. Strong blue absorption of green $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ phosphor by doping heavy Mn^{2+} concentrations, *Chem. Phys. Lett.*, **2015**, 636, 141.
22. X. Yu and Y. Wang. Photoluminescent Properties of Nanoscaled $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ Green Phosphor Under Vacuum Ultraviolet Excitation, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **2010**, 10, 2173.
23. K. V. R. Murthy. Thermoluminescence and its Applications: A Review, *Defect Diffus. Forum*, **2013**, 347, 35.

Research on the differential cross-section areas for the Raman scattering in quantum wires without phonons

Ly Thi Kim Cuc*, Nguyen Thi Xuan Huynh

Department of Physics, Quy Nhon University

Received: 20/11/2018; Accepted: 25/12/2018

ABSTRACT

We research the problem solving for quantum wire of cylindrical ring geometry with the length L and radius R in the vacuum, we gain the states and energies of conduction and valence electrons. Using the obtained results to calculate the differential cross-section areas in Raman scattering by considering $T = 0$ K (here, the assumption that is, in the first state, the valence band is completely occupied and the conduction band is completely empty and the energy of the incoming photon is $\hbar\omega_i$; the final state consists of an electron in the conduction band and a hole in the valence band and the energy of the emitted photon is $\hbar\omega_s$). By utilizing Hamiltonian to describe interactions of electrons with an electromagnetic field, and investigating two capable processes in electronic Raman scattering, we can calculate their transition amplitudes. From that, we get transition velocity of the processes and finally obtain the formula of differential cross-section areas. Numerical calculations with the GaAs quantum wire show that the positions of the peaks of cross-section areas don't depend on the frequency of the incident photons, they only depend on the difference of the energy levels. Remarkably, the size of the quantum wire affects the intensity of the peaks of cross-section areas in the opposite direction.

Keywords: *Cross-section areas, electron Raman scattering, quantum wires.*

*Corresponding author.

Email: lythikimcuc@qnu.edu.vn

Nghiên cứu tiết diện tán xạ vi phân trong tán xạ Raman trong dây lượng tử khi không có một phonon

Lý Thị Kim Cúc*, Nguyễn Thị Xuân Huynh

Khoa Vật lý, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 20/11/2018; Ngày nhận đăng: 25/12/2018

TÓM TẮT

Nghiên cứu bài toán dây lượng tử tiết diện tròn có chiều dài L , bán kính R đặt trong môi trường vô hạn là chân không chúng tôi tìm được trạng thái và năng lượng của điện tử dẫn và điện tử hóa trị. Sử dụng kết quả thu được từ bài toán trên, thực hiện tính toán tiết diện tán xạ vi phân cho tán xạ Raman xét ở nhiệt độ $T = 0$ K (với giả thiết đặt ra là ở trạng thái đầu, vùng hóa trị bị chiếm hoàn toàn và vùng dẫn trống hoàn toàn, photon tới có năng lượng là $\hbar\omega_i$; trạng thái cuối bao gồm một điện tử ở trong vùng dẫn và một lỗ trống ở vùng hóa trị và photon phát ra có năng lượng $\hbar\omega_s$). Bằng cách sử dụng Hamiltonian mô tả quá trình trong đó điện tử tương tác với trường điện từ và khảo sát hai quá trình khả dĩ xảy ra trong tán xạ Raman trên điện tử chúng tôi sẽ tính các biên độ chuyển mức của hai quá trình khả dĩ này; từ đây, chúng tôi sẽ được tốc độ chuyển mức cho toàn bộ quá trình tán xạ và cuối cùng chúng tôi thu được công thức tính tiết diện tán xạ vi phân. Thực hiện tính số với dây lượng tử GaAs sẽ thấy vị trí của các đỉnh của tiết diện tán xạ không phụ thuộc vào tần số của photon tới, mà nó chỉ phụ thuộc vào hiệu số giữa các mức năng lượng, tuy nhiên khi thay đổi kích thước của dây lượng tử thì độ cao của các đỉnh thay đổi theo chiều ngược lại với sự thay đổi kích thước của dây.

Từ khóa: Tiết diện tán xạ, tán xạ Raman điện tử, dây lượng tử.

1. MỞ ĐẦU

Khởi đầu từ những thành công rực rỡ của vật liệu bán dẫn vào thập niên 50, 60 của thế kỷ trước, cùng với sự phát triển mạnh mẽ các công nghệ nuôi tinh thể người ta đã chế tạo được nhiều cấu trúc nano.¹ Có thể nói rằng trong hai thập niên vừa qua, bên cạnh các vật liệu bán dẫn khối kinh điển, các cấu trúc tinh thể nano (như màng mỏng, siêu mạng, giếng lượng tử, dây lượng tử, chấm lượng tử,...) từng bước được đưa vào sử dụng.²

Trong các cấu trúc nano, chuyển động của hạt tải bị giới hạn dọc theo một hoặc nhiều hướng tọa độ trong một vùng có kích thước đặc trưng cùng bậc với bước sóng De Broglie của điện tử.³

Kết quả là các tính chất vật lý của hạt tải bị thay đổi đáng kể, ví dụ như phổ năng lượng của hạt tải bị gián đoạn. Nhờ khả năng điều chỉnh chi tiết độ pha tạp, độ dày lớp,... của vật liệu mà chúng ta có thể thay đổi hồ thế giam cầm; từ đó, làm thay đổi mật độ và cấu trúc phổ năng lượng của điện tử. Điều này dẫn đến nhiều tính chất mới lạ trong các tính chất quang, tính chất động (tán xạ với phonon, tán xạ với tạp chất, tán xạ bề mặt,...). Các tính chất quang và điện của hệ thay đổi mở ra những tiềm năng ứng dụng to lớn trong đời sống, trong lĩnh vực khoa học kỹ thuật nói chung và trong lĩnh vực quang điện tử nói riêng.¹

Tán xạ Raman là một công cụ đặc lực trong việc nghiên cứu cấu trúc điện tử của vật

*Tác giả liên hệ chính.

Email: lythikimcuc@qnu.edu.vn

liệu nói chung và của vật liệu có cấu trúc thấp chiều nói riêng.^{4,5} Chính vì những lý do đó, đề tài này nghiên cứu về tán xạ Raman điện tử trong dây lượng tử.

2. MÔ HÌNH VÀ LÝ THUYẾT ÁP DỤNG

Nghiên cứu của chúng tôi xét bài toán dây lượng tử tiết diện tròn có chiều dài L , bán kính R đặt trong môi trường vô hạn là chân không; do đó, tại biên của dây có sự chênh lệch mức năng lượng tạo nên hố thế. Điện tử có hàm sóng $\psi(\mathbf{r}) = u(\mathbf{r})\varphi(\mathbf{r})$ ⁶ chuyển động bên trong dây lượng tử dài vô hạn bị giới hạn theo hai chiều và chỉ có một chiều được chuyển động tự do. Do vậy, ta có thể coi đây là bài toán điện tử chuyển động trong hố thế có chiều cao vô hạn với thế năng có dạng:^{2,7}

$$V(\mathbf{r}) = \begin{cases} 0 & r < R \\ \infty & r > R \end{cases} \quad (1)$$

Giải phương trình Schrodinger cho hàm bao của điện tử

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m^*} \nabla^2 + V(\mathbf{r}) \right] \varphi(\mathbf{r}) = E\varphi(\mathbf{r}) \quad (2)$$

được hàm bao mô tả trạng thái dừng của điện tử như sau [6]:

$$\varphi_{\ell nk}(\mathbf{r}) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{\pi LR}} \frac{1}{J_{\ell+1}(X_{\ell n})} J_{\ell}\left(\frac{X_{\ell n}}{R}r\right) e^{i(\ell\theta + kz)}, & r \leq R \\ 0, & r > R \end{cases} \quad (3)$$

Chúng tôi xét bài toán trong mô hình hai vùng cụ thể sau đây:

- Vùng dẫn (C): khối lượng hiệu dụng của điện tử dẫn là m_e^* ;
- Vùng hóa trị (V): khối lượng hiệu dụng của điện tử hóa trị là $(-m_h^*) = m_v^* < 0$.

Khi đó chúng tôi thu được:

+ Trạng thái của điện tử dẫn:

$$\psi_{c,\ell nk}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi LR}} \frac{1}{J_{\ell+1}(X_{\ell n})} J_{\ell}\left(\frac{X_{\ell n}}{R}r\right) e^{i(\ell\theta + kz)} u_c(\mathbf{r}) \quad (4)$$

$$\equiv |\ell nk\rangle_e,$$

có năng lượng

$$E_{c,\ell nk} = \frac{\hbar^2}{2m_e^*} \left(k^2 + \frac{X_{\ell n}^2}{R^2} \right) \quad (5)$$

+ Trạng thái của điện tử hóa trị:

$$\psi_{v,\ell nk}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi LR}} \frac{1}{J_{\ell+1}(X_{\ell n})} J_{\ell}\left(\frac{X_{\ell n}}{R}r\right) e^{i(\ell\theta + kz)} u_v(\mathbf{r}) \quad (6)$$

$$\equiv |\ell nk\rangle_h,$$

có năng lượng

$$E_{v,\ell nk} = -E_g - \frac{\hbar^2}{2m_h^*} \left(k^2 + \frac{X_{\ell n}^2}{R^2} \right). \quad (7)$$

Ở đây, chúng tôi chọn gốc tính năng lượng tại đáy vùng dẫn. Trong đó:

- + E_g là độ rộng vùng cấm;
- + Véc tơ sóng k đặc trưng cho nhóm tịnh tiến, ℓ đặc trưng cho nhóm quay, n là số lượng tử khác đặc trưng cho trạng thái;
- + $J_{\ell}(k_{\ell n}r)$ là hàm Bessel;
- + $X_{\ell n}$ là nghiệm thứ n của phương trình $J_{\ell}(k_{\ell n}R) = 0$;
- + $u_c(\mathbf{r}), u_v(\mathbf{r})$ lần lượt là hàm Bloch của điện tử dẫn và điện tử hóa trị.

3. TIẾT DIỆN TÁN XẠ VI PHÂN

Theo định nghĩa, tiết diện tán xạ vi phân bằng xác suất chuyển mức chia cho mật độ dòng photon

$$d\sigma = \frac{W_{d\Omega}}{c/V}. \quad (8)$$

Trong đó:

- + c là tốc độ ánh sáng trong chân không;
- + V là thể tích dây lượng tử có bán kính R , chiều dài L ;
- + $W_{d\Omega}$ là tốc độ chuyển mức, tức là xác suất chuyển mức trong một đơn vị thời gian của photon có tần số ω_s bay vào trong góc khối $d\Omega$, được định nghĩa như sau:⁸

$$W_{d\Omega} = \frac{d}{dt} \int |C^{(2)}(t)|^2 \rho_{E,d\Omega} d(\hbar\omega_s); \quad (9)$$

ở đây,

- + $C^{(2)}(t)$ là biên độ chuyển mức bậc 2;
- + \hbar là hằng số Planck rút gọn;

+ ω_s là tần số photon phát ra;

+ $\rho_{E,d\Omega}$ là mật độ trạng thái được cho bởi biểu thức

$$\rho_{E,d\Omega} = \frac{V\omega_s^2}{(2\pi)^3 \hbar c^3} d\Omega \quad (10)$$

Từ đó, chúng tôi đã tính được tiết diện tán xạ vi phân có tính đến chiết suất của môi trường như biểu thức sau^{6,9}:

$$\frac{d^2\sigma}{d\omega_s d\Omega} = \frac{V^2 \omega_s^2 \eta(\omega_s)}{(2\pi)^3 c^4 \eta(\omega_i)} W(\omega_s, \boldsymbol{\epsilon}_s). \quad (11)$$

Trong đó, η là chiết suất,

$W(\omega_s, \boldsymbol{\epsilon}_s) = \frac{2\pi}{\hbar} \sum_f |M_1 + M_2|^2$ là xác suất chuyển mức trong một đơn vị thời gian với photon tán xạ có tần số ω_s bay vào trong góc khối $d\Omega$ và lấy tổng theo tất cả các trạng thái cuối.

Trong công thức tính xác suất chuyển mức trong một đơn vị thời gian đã được ký hiệu bởi^{2,6,9,10}.

$$M_j = \sum_a \frac{\langle f | H_{js} | a \rangle \langle a | H_\ell | i \rangle}{E_i - E_a + i\Gamma_a} \Big|_{E_f=E_i} ; j=1,2. \quad (12)$$

Trong đó, H_ℓ là Hamiltonian mô tả tương tác giữa điện tử và trường bức xạ tới trong

gần đúng lưỡng cực $H_\ell = \frac{|e|}{m_0} \sqrt{\frac{2\pi\hbar}{V\omega_\ell}} a_{\mathbf{k},\boldsymbol{\epsilon}_\ell} \boldsymbol{\epsilon}_\ell \mathbf{p}$;

H_{js} là Hamiltonian mô tả tương tác giữa điện tử (lỗ trống) và trường bức xạ thứ cấp trong gần

đúng lưỡng cực $H_{js} = \frac{|e|}{m_j} \sqrt{\frac{2\pi\hbar}{V\omega_s}} a_{\mathbf{k},\boldsymbol{\epsilon}_s}^+ \boldsymbol{\epsilon}_s \mathbf{p}$; giá trị

$j = 1, 2$ là tương ứng với điện tử, lỗ trống; $|i\rangle$ và $|f\rangle$ lần lượt là trạng thái đầu và cuối của hệ ứng với năng lượng E_i và E_f ; $|a\rangle$ là trạng thái trung gian ứng với năng lượng E_a có thời gian sống là Γ_a , \mathbf{p} là toán tử vi phân tác dụng lên trạng thái của điện tử, m_0 là khối lượng điện tử tự do, c là vận tốc ánh sáng, $\boldsymbol{\epsilon}_\alpha$ là vectơ phân cực của photon có tần số ω_α tương ứng và $a_{\mathbf{k},\alpha}$ ($a_{\mathbf{k},\alpha}^+$) là toán tử hủy (sinh) photon.

Có hai quá trình khả dĩ xảy ra trong tán xạ Raman trên điện tử. Chúng tôi xét lần lượt hai quá trình sau đây:

3.1. Các trạng thái trung gian trong vùng dẫn

Điện tử hấp thụ một lượng tử ánh sáng tới sẽ chuyển lên trạng thái $|\ell'_1 n'_1 k'_1\rangle$ trong vùng dẫn và để lại một lỗ trống ở trạng thái $|\ell_2 n_2 k_2\rangle$ trong vùng hóa trị. Sau đó, điện tử tiếp tục dịch chuyển từ trạng thái $|\ell'_1 n'_1 k'_1\rangle$ sang trạng thái $|\ell_1 n_1 k_1\rangle$ trong vùng dẫn và phát ra một photon.

3.2. Các trạng thái trung gian trong vùng hóa trị

Một điện tử từ trạng thái $|\ell'_2 n'_2 k'_2\rangle$ trong vùng hóa trị chuyển lên trạng thái $|\ell_1 n_1 k_1\rangle$ trong vùng dẫn sau khi hấp thụ một photon tới. Một điện tử khác từ trạng thái $|\ell_2 n_2 k_2\rangle$ trong vùng hóa trị chuyển vào lấp chỗ trống ở trạng thái $|\ell'_2 n'_2 k'_2\rangle$ và phát ra một photon.

Trong cả hai quá trình khả dĩ trên của tán xạ Raman, trạng thái đầu chỉ có photon tới nên có năng lượng

$$E_i = \hbar\omega_\ell. \quad (13)$$

Ở đây, ta chọn năng lượng trạng thái đầu của hệ điện tử làm gốc tính năng lượng.

Trạng thái cuối bao gồm một cặp điện tử - lỗ trống và một photon phát ra nên năng lượng của trạng thái này là

$$E_f = E_{\ell_1 n_1 k_1} + E_{\ell_2 n_2 k_2} + \hbar\omega_s + E_g \quad (14)$$

Các trạng thái trung gian $|a\rangle$, $|b\rangle$ của hai quá trình có năng lượng lần lượt là E_a , E_b và thời gian sống là Γ_a , Γ_b . Sử dụng tính chất bảo toàn năng lượng của sự dịch chuyển từ trạng thái đầu sang trạng thái cuối,⁶ ta có:

$$E_i - E_a = E_{\ell_1 n_1 k_1} - E_{\ell'_1 n'_1 k'_1} + \hbar\omega_s, \quad (15)$$

$$E_i - E_b = E_{\ell'_2 n'_2 k'_2} - E_{\ell_2 n_2 k_2} - \hbar\omega_s. \quad (16)$$

Sử dụng các kết quả trên để tính các yếu tố ma trận $\langle f | H_{js} | a \rangle$; $\langle a | H_{j\ell} | i \rangle$; $\langle f | H_{js} | b \rangle$; $\langle b | H_{j\ell} | i \rangle$ với chú ý rằng sự dịch chuyển của điện tử trong cùng một vùng và giữa các vùng cho từng quá trình khả dĩ cụ thể chúng tôi thu được kết quả như sau:

$$M_1 = \sum_a \frac{\langle f | H_{js} | a \rangle \langle a | H_{jl} | i \rangle}{E_i - E_a + i\Gamma_a} \quad (17)$$

$$= \sum_a \frac{i2\pi e^2}{m_0 V^2 V_0 R^2} \sqrt{\frac{1}{\omega_s \omega_l}} \boldsymbol{\varepsilon}_\ell \mathbf{p}_{cv} Y(\ell_1, n_1, k_1, \ell'_1, n'_1, k'_1)$$

và

$$M_2 = \sum_b \frac{\langle f | H_{js} | b \rangle \langle b | H_{jl} | i \rangle}{E_i - E_b + i\Gamma_b} \quad (18)$$

$$= \sum_b \frac{i2\pi e^2}{m_0 V^2 V_0 R^2} \sqrt{\frac{1}{\omega_s \omega_l}} \boldsymbol{\varepsilon}_\ell \mathbf{p}_{cv} Y(\ell_2, n_2, k_2, \ell'_2, n'_2, k'_2)$$

Từ đó, chúng tôi xác định được tốc độ chuyển mức cho toàn bộ quá trình tán xạ:

$$W(\omega_s, \boldsymbol{\varepsilon}_s) = \frac{2\pi}{\hbar} \sum_f |M_1 + M_2|^2 \Big|_{E_f=E_i} \quad (19)$$

Cuối cùng, chúng tôi thu được công thức tính tiết diện tán xạ vi phân^{2, 6, 9} như biểu thức (20):

$$\frac{d^2\sigma}{d\omega_s d\Omega} = \frac{V^2 \omega_s^2 \eta(\omega_s)}{(2\pi)^3 c^4 \eta(\omega_l)} W(\omega_s, \boldsymbol{\varepsilon}_s) \quad (20)$$

$$= \frac{\omega_s \eta(\omega_s) e^4 |\boldsymbol{\varepsilon}_\ell \mathbf{p}_{cv}|^2}{\omega_l \eta(\omega_l) c^4 \hbar m_0 R^4 V^2 V_0^2}$$

$$\times \sum_f \left| \sum_a Y(\ell_1, n_1, k_1, \ell'_1, n'_1, k'_1) + \sum_b Y(\ell_2, n_2, k_2, \ell'_2, n'_2, k'_2) \right|^2 \Big|_{E_f=E_i}$$

Trong đó,

$$Y(\ell_1, n_1, k_1, \ell'_1, n'_1, k'_1) = \frac{\delta_{k_1, k'_1} (\delta_{\ell'_1, \ell_1+1} + \delta_{\ell'_1, \ell_1-1}) \delta_{n'_1, n_2} \delta_{\ell'_1, \ell_2} \delta_{k'_1, k_2}}{(E_{\ell_1 n_1 k_1} - E_{\ell'_1 n'_1 k'_1}) + \hbar\omega_s + i\Gamma_a}$$

$$\times (E_{\ell_1 n_1 k_1} - E_{\ell'_1 n'_1 k'_1})^0 \frac{\int_0^R J_{\ell_1}(k_{\ell_1} r) J_{\ell'_1}(k_{\ell'_1} r) r^2 dr}{J_{\ell_1+1}(k_{\ell_1} R) J_{\ell'_1+1}(k_{\ell'_1} R)}$$

và

$$Y(\ell_2, n_2, k_2, \ell'_2, n'_2, k'_2) = \frac{\delta_{k_2, k'_2} (\delta_{\ell'_2, \ell_2+1} + \delta_{\ell'_2, \ell_2-1}) \delta_{n'_2, n_1} \delta_{\ell'_2, \ell_1} \delta_{k'_2, k_1}}{(E_{\ell_2 n_2 k_2} - E_{\ell'_2 n'_2 k'_2}) - \hbar\omega_s + i\Gamma_b}$$

$$\times (E_{\ell_2 n_2 k_2} - E_{\ell'_2 n'_2 k'_2})^0 \frac{\int_0^R J_{\ell_2}(k_{\ell_2} r) J_{\ell'_2}(k_{\ell'_2} r) r^2 dr}{J_{\ell_2+1}(k_{\ell_2} R) J_{\ell'_2+1}(k_{\ell'_2} R)}$$

4. TÍNH SỐ VÀ THẢO LUẬN

Để có kết quả định lượng, chúng tôi thực hiện tính số tiết diện tán xạ vi phân đối với dây

lượng tử GaAs. Trong các tích toán sử dụng các thông số cụ thể sau đây:¹¹

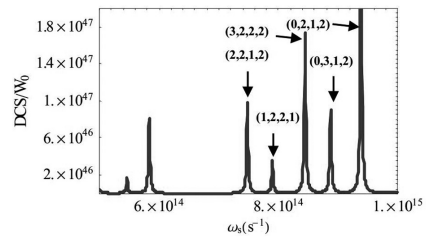
$$\hbar = 1.054 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m_e^* = 0.067 m_0$$

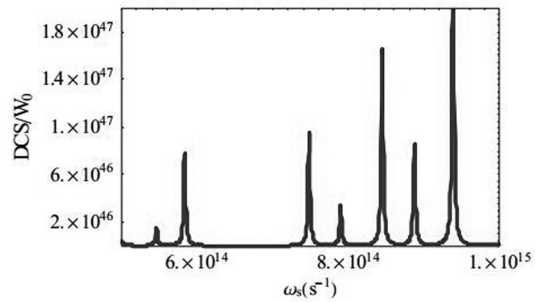
$$\hbar\omega_l = 1.6 \text{ eV}, \quad \omega_l = 2.4328 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$E_g = 1.5177 \text{ eV}$$

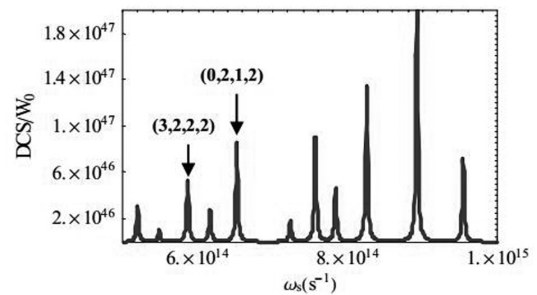
Kết quả tính số chỉ ra như trên Hình 1 và Hình 2 cho phổ tán xạ Raman với tần số photon tới khác nhau tương ứng với $\omega_l = 2.4328 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ và $\omega_l = 5.8065 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$.



Hình 1. Đồ thị mô tả tiết diện tán xạ vi phân cho trường hợp photon tới có tần số $\omega_l = 2.4328 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ và bán kính của dây là $R = 50 \text{ nm}$.



Hình 2. Đồ thị mô tả tiết diện tán xạ vi phân cho trường hợp photon tới có tần số $\omega_l = 2.58065 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$, bán kính của dây là $R = 50 \text{ nm}$.



Hình 3. Đồ thị mô tả tiết diện tán xạ vi phân cho trường hợp photon tới có tần số $\omega_l = 2.4328 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$, bán kính của dây là $(\ell_2, n_2, \ell_1, n_1)$

Căn cứ vào các kết quả trên Hình 1, chúng tôi nhận thấy năm đỉnh của đồ thị được đặc trưng

bởi bộ chỉ số $(\ell_2, n_2, \ell_1, n_1)$ sẽ tương ứng với năm quá trình chuyển mức sau đây:

1. Trạng thái đầu $|\ell_2 = 0, n_2 = 2\rangle$, trạng thái cuối $|\ell_1 = 1, n_1 = 2\rangle$. Khi đó sử dụng định luật bảo toàn năng lượng cho cả quá trình

$$E_{\ell_2 n_2 k_2} + \hbar\omega_\ell = E_{\ell_1 n_1 k_1} + \hbar\omega_s$$

hay

$$\frac{\hbar^2}{2m_e^*} \left(k_1^2 + \frac{X_{\ell_2 n_2}^2}{R^2} \right) + \hbar\omega_\ell = \frac{\hbar^2}{2m_e^*} \left(k_1^2 + \frac{X_{\ell_1 n_1}^2}{R^2} \right) + \hbar\omega_s$$

$$\text{Suy ra } \omega_s = \frac{\hbar}{2m_e^*} \frac{X_{\ell_2 n_2}^2}{R^2} - \frac{\hbar}{2m_e^*} \frac{X_{\ell_1 n_1}^2}{R^2} + \omega_\ell.$$

Kết quả tính được cho tần số của photon phát ra là $\omega_s = 9.27 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

2. Trạng thái đầu $|\ell_2 = 1, n_2 = 2\rangle$, trạng thái cuối $|\ell_1 = 2, n_1 = 1\rangle$. Tương tự như trên, kết quả tính được tương ứng là $\omega_s = 7.89827 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

3. Trạng thái đầu $|\ell_2 = 0, n_2 = 3\rangle$, trạng thái cuối $|\ell_1 = 1, n_1 = 2\rangle$. Tần số photon phát ra $\omega_s = 8.87452 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

4. Trạng thái đầu $|\ell_2 = 3, n_2 = 2\rangle$, trạng thái cuối $|\ell_1 = 2, n_1 = 2\rangle$. Photon phát ra với tần số $\omega_s = 8.4458 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

5. Trạng thái đầu $|\ell_2 = 2, n_2 = 2\rangle$, trạng thái cuối $|\ell_1 = 1, n_1 = 2\rangle$. Photon phát ra với tần số $\omega_s = 7.47866 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

và tương tự như vậy cho những trường hợp còn lại.

Như vậy, khi thay đổi năng lượng của photon tới (tức là thay đổi tần số của photon tới ω_ℓ) thì so sánh hai đồ thị (Hình 1 và 2) với nhau, kết quả cho thấy rằng vị trí của các đỉnh không thay đổi. Điều này có ý nghĩa là vị trí của các đỉnh của tiết diện tán xạ không phụ thuộc vào tần số của photon tới, mà nó chỉ phụ thuộc vào hiệu số giữa các mức năng lượng.

Tuy nhiên, khi thay đổi kích thước của dây lượng tử (tức thay đổi giá trị R), kết quả được chỉ ra trên Hình 1 và Hình 3 ứng với $R = 50 \text{ nm}$ và $R = 60 \text{ nm}$ (ω_ℓ không đổi), thì độ cao (cường

độ) của các đỉnh thay đổi. Cụ thể, độ cao của đỉnh giảm khi kích thước của dây lượng tử tăng. Bên cạnh, số đỉnh cũng tăng lên theo kích thước của dây. Nguyên nhân là do trong biểu thức của tiết diện tán xạ vi phân có sự hiện diện của các hàm sóng của điện tử, do đó chúng xen phủ lên nhau tạo nên sự thay đổi hình ảnh của phổ khi bán kính dây thay đổi.

5. KẾT LUẬN

Các kết quả tính số cho thấy phổ tán xạ Raman cho các thông tin về cấu trúc năng lượng của điện tử trong dây lượng tử. Cụ thể, vị trí các đỉnh tiết diện tán xạ phụ thuộc vào hiệu các mức năng lượng mà không phụ thuộc vào tần số của photon tới, độ cao của đỉnh giảm khi kích thước của dây lượng tử tăng và số đỉnh cũng tăng lên theo kích thước của dây.

Trong giới hạn của đề tài, chúng tôi mới quan tâm đến tương tác của photon và điện tử cũng như ảnh hưởng của thế giam cầm lên điện tử mà bỏ qua tương tác giữa phonon và điện tử cũng như tương tác Coulomb giữa lỗ trống và điện tử. Vấn đề này sẽ được chúng tôi nghiên cứu trong thời gian tới.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Quy Nhơn đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này, thông qua đề tài nghiên cứu khoa học số T2018.563.12, năm 2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. P. Y. Yu and M. Cardona. *Fundamentals of semiconductors: physics and materials properties*, 4th ed., New York: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
2. T. G. Ismailov and B. H. Mehdiyev. Electron Raman scattering in a cylindrical quantum dot in a magnetic field, *Physica E*, **2006**, 31, (1), 72-77.
3. R. Cingolani and R. Rinaldi. Electronic states and optical transitions in low-dimensional semiconductors, *La Rivista del Nuovo Cimento*, **1993**, 16(9), 1-85.
4. R. Betancourt-Riera, R. Betancourt-Riera, and

- M. Munguía-Rodríguez. Electron states and electron Raman scattering in a semiconductor step-quantum well wire, *Physica B*, **2017**, 34-42.
5. B. Fluegel, A. V. Mialitsin, D. A. Beaton, J. L. Reno and A. Mascarenhas. Electronic Raman scattering as an ultra-sensitive probe of strain effects in semiconductors, *Nat. Commun.*, **2015**, 6(7136), 1-5.
 6. J. M. Bergues, R. Riera, F. Comas and C Trallero-Gine. Electron Raman scattering in cylindrical quantum wires, *J. Phys.: Condens. Matter*, **1995**, 7, 7213-7281.
 7. S. W. K. L. Banyai. *Semiconductor Quantum Dots*, 1st ed., World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2014.
 8. J. J. Sakurai. *Advanced Quantum Mechanics*, 1st ed., Addison Wesley, 1967.
 9. R. Betancourt-Riera, R. Betancourt, R. Rosas, R. Riera, and J. L. Marín. One phonon resonant Raman scattering in quantum wires and free standing wires, *Physica E*, **2004**, 24(3-4), 257-267.
 10. R. Betancourt-Riera, R. Betancourt-Riera, J. M. Nieto Jalil and R. Riera. Electron Raman scattering in semiconductor quantum well wire of cylindrical ring geometry, *Chinese Physics B*, **2015**, 24(11), 117-302.

Virtual lab of three-phase electric power experiments

Doan Duc Tung*, Le Thai Hiep, Doan Thanh Bao

Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

Received: 15/05/2019; Accepted: 15/06/2019

ABSTRACT

The paper presents the application of theory of electric theory and modeling methods to develop algorithms flowchart and build graphic user interface designs on computers. The program aims to simulate virtual experiments of three phase electric power theory without having to use practical devices. Typical applications of the program are to simulate symmetrical and asymmetrical three-phase circuit experiments for analyzing the relationship among the phase and the magnitude of currents, the line to line and line to ground voltages under the star- (Y) and delta- (Δ) connected configurations in the symmetrical three-phase system. Moreover, it could be used to measure the 3-phase load power capacity by the 1-wattmeter and 2-wattmeter methods. Each process of measuring, calculating and processing results of the software program is verified and retested accurately with the practical experiments. Finally, this paper shows results in the form of tables or graphs within the experiment scopes.

Keywords: *Virtual experiment, three-phase circuit, symmetrical circuit, asymmetrical circuit, star circuit, delta circuit.*

*Corresponding author.

Email: doanductung@qnu.edu.vn

Thí nghiệm ảo mạch điện ba pha

Đoàn Đức Tùng*, Lê Thái Hiệp, Đoàn Thanh Bảo

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 15/05/2019; Ngày nhận đăng: 15/06/2019

TÓM TẮT

Bài báo trình bày ứng dụng lý thuyết về Lý thuyết mạch và Phương pháp mô hình hóa trên máy tính để nghiên cứu, xây dựng lưu đồ thuật toán, thiết kế giao diện và viết chương trình nhằm mô phỏng thí nghiệm, thực hành (TN – TH) ảo về Lý thuyết mạch mà không phải dùng các thiết bị thật. Kết quả được thực hiện mô phỏng cho các thí nghiệm mạch điện ba pha đối xứng và không đối xứng với các nội dung như phân tích, nghiệm lại quan hệ về pha và mô đun giữa dòng, áp dây và pha trong hệ pha đối xứng nối hình sao (Y) và hình tam giác (Δ); đo công suất tải 3 pha theo phương pháp 1 wattmet, 2 wattmet; xuất kết quả đo dưới dạng bảng số liệu hoặc đồ thị.

Từ khóa: *Thí nghiệm ảo, mạch điện ba pha, mạch đối xứng, mạch không đối xứng, mạch hình sao, mạch hình tam giác.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những yêu cầu cấp thiết của việc đổi mới phương pháp dạy học hiện nay là tăng cường sử dụng phương tiện dạy học hiện đại và ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học. Đặc biệt đối với các ngành kỹ thuật thì việc sử dụng phương tiện dạy học hiện đại và ứng dụng công nghệ thông tin càng có ý nghĩa quan trọng trong giai đoạn phát triển nhanh của công nghệ như hiện nay. Việc hạn chế về trang thiết bị hiện đại trong đào tạo nhằm đáp ứng cho từng mô đun, môn học dẫn đến việc sinh viên sau khi tốt nghiệp thường gặp nhiều lúng túng bỡ ngỡ trong thực hành. Có thể khắc phục hạn chế này bằng cách xây dựng các thí nghiệm - thực hành ảo có đủ mô hình các trang thiết bị như thật để sinh viên có thể làm quen với thiết bị, thao tác trên các thiết bị, đo đạc các thông số vật lý, khảo sát các đặc tính, thử nghiệm để dàng các chế độ của mạch, đọc chỉ số thiết bị đo một cách thành

thạo nhằm trau dồi các kỹ năng.^{4,5,6,7} Do vậy, việc xây dựng các bài thí nghiệm - thực hành ảo Lý thuyết mạch bao gồm các thiết bị đo lường hiện đại cùng các panel thí nghiệm tổng hợp có ý nghĩa rất lớn trong công tác đào tạo, giảng dạy và nghiên cứu tại các cơ sở đào tạo.

2. MẠCH ĐIỆN BA PHA

2.1 Khái quát

- Nguồn điện ba pha có thể lấy ra từ máy phát điện xoay chiều đồng bộ ba pha hoặc từ các máy biến áp ba pha ở các trạm biến áp. Nguồn áp đối đối xứng có các sức điện động (sđđ) hoàn toàn giống nhau và lệch nhau 120^0 ứng với thời gian $1/3$ chu kỳ. Ta có biểu thức các sđđ đó.¹

Sức điện động pha A:

$$e_A(t) = E_A \sqrt{2} \sin \omega t$$

Sức điện động pha B:

$$e_B(t) = E_B \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{3})$$

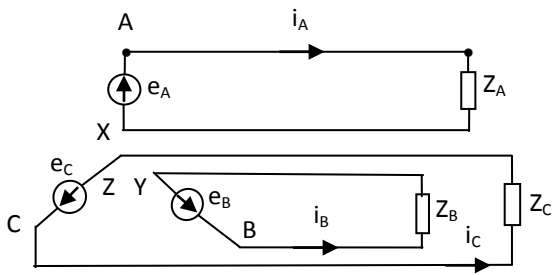
*Tác giả liên hệ chính.

Email: doanductung@qnu.edu.vn

Sức điện động pha C:

$$e_c(t) = E_C \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

- Nếu các nguồn điện nối riêng rẽ với các tải có tổng trở pha Z_A, Z_B, Z_C ta có hệ thống ba pha gồm ba mạch một pha nhưng không liên hệ nhau (hình 1). Mỗi mạch điện gọi là một pha của mạch điện ba pha.¹



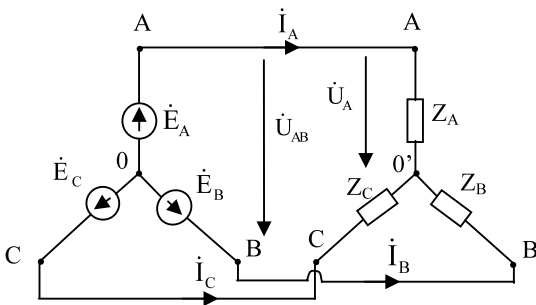
Hình 1. Hệ thống 3 pha nối riêng rẽ

- Mạch ba pha không liên hệ (hình 1), trong thực tế không dùng cách nối dây này vì không kinh tế. Thường ba pha của nguồn nối liền với nhau, ba pha của tải nối liền với nhau và có đường dây ba pha nối giữa nguồn với tải, dẫn điện năng từ nguồn đến tải. Thông thường dùng 2 cách nối: nối hình sao (ký hiệu Y) và nối hình tam giác (ký hiệu Δ).¹

2.2. Quan hệ giữa dòng điện và điện áp dây, pha trong mạch 3 pha đối xứng

2.2.1. Sơ đồ nối sao - sao (Y - Y)

+ Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:



Hình 2. Sơ đồ nối sao - sao (Y - Y).²

- Về trị số hiệu dụng: điện áp dây lớn hơn điện áp pha $\sqrt{3}$ lần: $U_d = \sqrt{3}U_f$

- Về góc pha: \dot{U}_{AB} vượt trước \dot{U}_A là 30° .

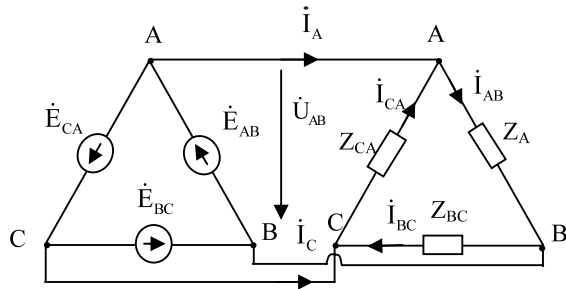
+ Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha:

- Về trị số hiệu dụng: $I_d = I_f$

- Về góc pha: $\dot{I}_d = \dot{I}_f$

2.2.2. Sơ đồ nối tam giác - tam giác (Δ - Δ):

+ Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:



Hình 3. Sơ đồ nối Δ-Δ

- Về trị số hiệu dụng: $U_d = U_f$

- Về góc pha: $\dot{U}_d = \dot{U}_f$

+ Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha:

- Về trị số hiệu dụng: Dòng điện dây bằng $\sqrt{3}$ lần dòng điện pha: $I_d = \sqrt{3} I_f$

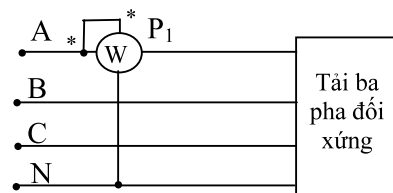
- Về góc pha: dòng điện dây chậm sau dòng điện pha là 30° .

2.3. Đo công suất tải 3 pha bằng các Wattmet

2.3.1. Đo công suất mạch ba pha đối xứng

Ta chỉ cần đo công suất một pha, công suất ba pha là: $P = 3P_f = 3 P_1$

với P_1 - chỉ số của oamét (Wattmeter) một pha.

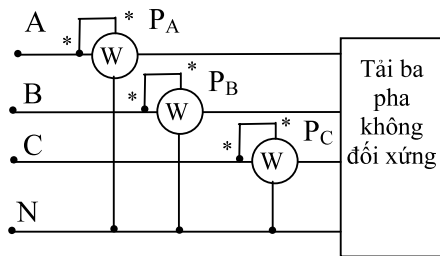


Hình 4. Đo công suất bằng 1 wattmet

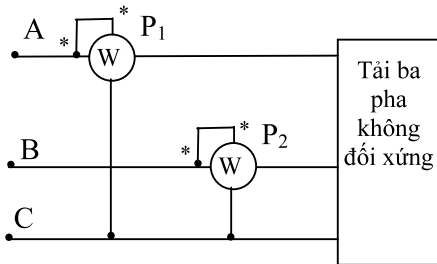
2.3.2. Đo công suất mạch ba pha không đối xứng:

Để đo công suất mạch ba pha bốn dây không đối xứng ta dùng ba oamét để đo công suất từng pha. Công suất ba pha là:^{1,2,3}

$$P = P_A + P_B + P_C$$



Hình 5. Đo công suất bằng 3 wattmet



Hình 6. Đo công suất bằng 2 wattmet

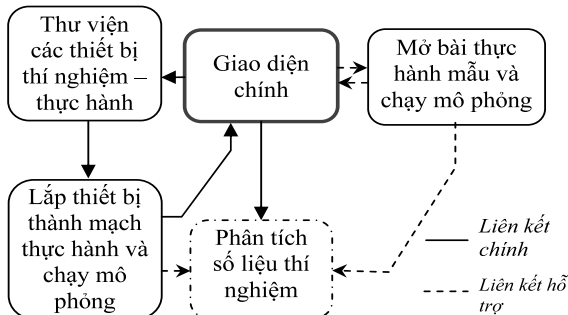
Với mạch ba pha ba dây đối xứng hoặc không đối xứng có thể dùng hai oamét nối dây như hình 6. Công suất của toàn mạch là:

$$P = P_1 + P_2 = P_A + P_B + P_C$$

3. THÍ NGHIỆM ẢO MẠCH ĐIỆN BA PHA

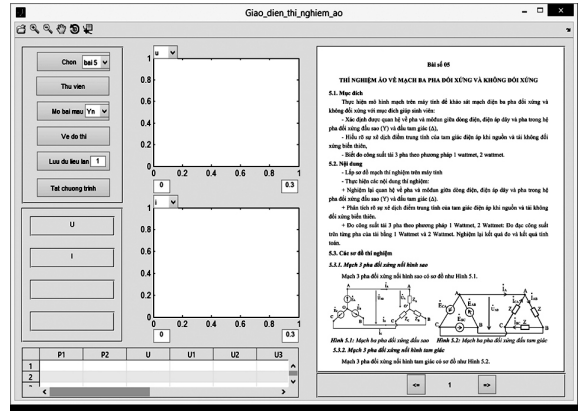
Xuất phát từ cơ sở khoa học về lý thuyết mạch điện, kết hợp với kỹ thuật lập trình trên MatLab bài báo đã nghiên cứu xây dựng mô hình thí nghiệm để thực hiện mô phỏng cho các bài thí nghiệm Lý thuyết mạch, trong phần này sẽ trình bày các thí nghiệm về “Mạch ba pha đối xứng và không đối xứng”.

Quá trình thực hiện thí nghiệm được thực hiện theo sơ đồ như hình 7. Sinh viên thực hiện các bước thí nghiệm theo các liên kết chính trong sơ đồ, trong đó sinh viên có thể xem bài thí nghiệm mẫu để thuận tiện cho việc làm thí nghiệm.



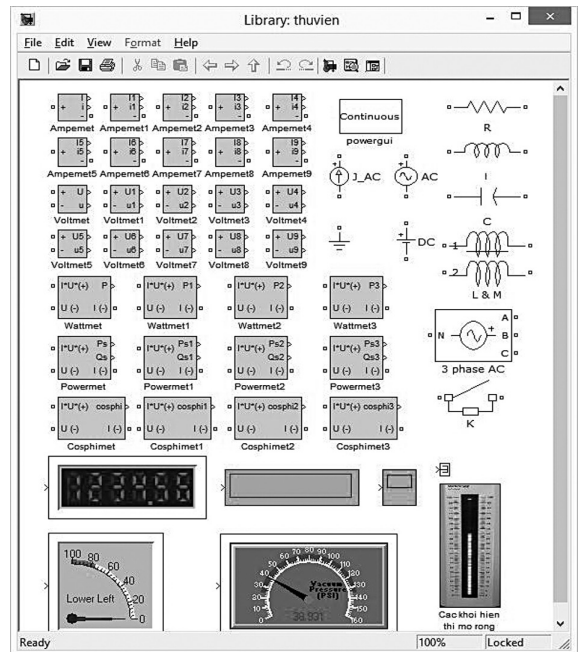
Hình 7. Sơ đồ quá trình tiến hành thí nghiệm

Trên cơ sở kỹ thuật lập trình trên ngôn ngữ MatLab, bài báo xây dựng các bài thí nghiệm lý thuyết mạch có giao diện chính như hình 8.



Hình 8. Giao diện thí nghiệm - thực hành ảo lúc mới khởi động

Trên giao diện chính nhấn vào Tab “Thu vien” lấy các thiết bị để lắp mạch thí nghiệm - thực hành. Giao diện các thiết bị như hình 9.



Hình 9. Giao diện các thiết bị thí nghiệm ảo

Trên giao diện chính được thiết kế với nhiều tính năng như: Chọn các bài thực hành mẫu đã có (có 5 bài, mỗi bài có nhiều sơ đồ thí nghiệm), thư viện các thiết bị thí nghiệm, có thể lưu và hiển thị dữ liệu cho mỗi lần làm thí nghiệm.

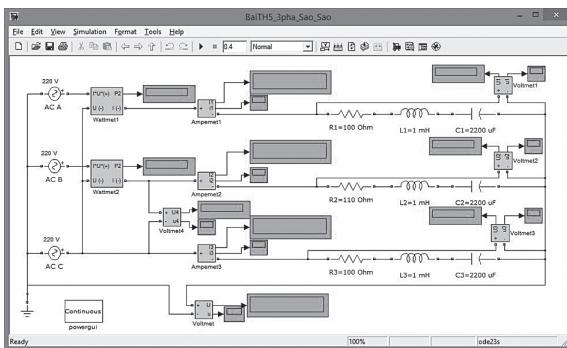
Từ giao diện chính như hình 8 và thư viện các thí nghiệm như hình 9 ta có thể lắp đặt các

mạch thí nghiệm theo nhu cầu cần khảo sát và tiến hành khảo sát để thu nhập các dữ liệu.

Bài báo trình bày kết quả thực hiện các thí nghiệm ảo: mạch điện ba pha đối xứng đầu Y, mạch ba pha đối xứng đầu Δ và mạch ba pha không đối xứng đầu Y_0 .

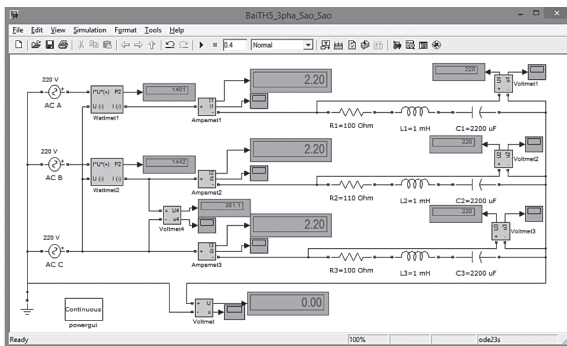
3.1. Mạch điện 3 pha đối xứng đầu Y

Từ giao diện chính như hình 8 và thư viện các thí nghiệm như hình 9, tiến hành lắp mạch điện 3 pha đối xứng đầu Y. Sơ đồ thí nghiệm được lắp đặt từ chương trình như hình 10.



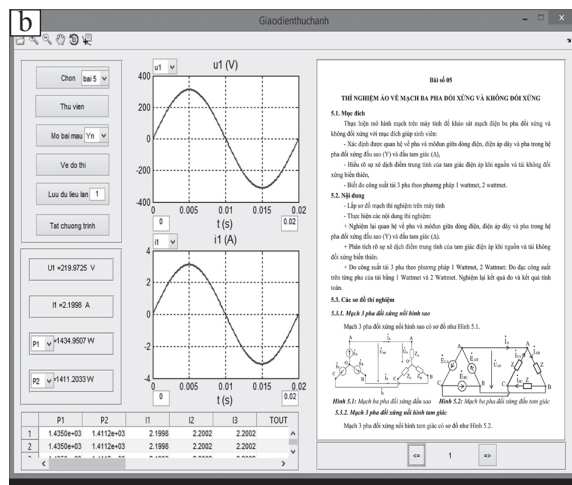
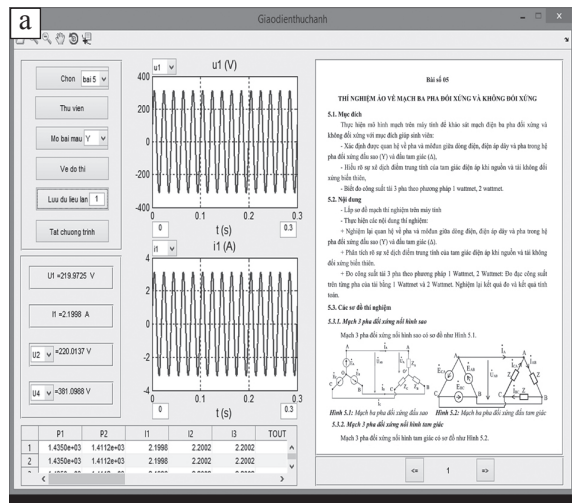
Hình 10. Sơ đồ thí nghiệm mạch điện 3 pha đối xứng đầu Y

Tiến hành khảo sát (chạy chương trình) ta được các số liệu về dòng điện, điện áp, công suất hiển thị trên các thiết bị đo như hình 11.



Hình 11. Kết quả đo các số liệu thí nghiệm mạch điện 3 pha đối xứng đầu Y

Có thể xuất các số liệu thí nghiệm và vẽ các đặc tính trên giao diện chính như hình 12:



Hình 12. a) Hiển thị các số liệu; b) các dạng sóng của điện áp và dòng điện

Trong quá trình làm thí nghiệm thì các kết quả có thể đọc số liệu từ các đồng hồ hiển thị trên Giao diện mô phỏng (hình 11), cũng có thể đọc và phân tích trên Giao diện chính (hình 12). Kết quả cũng có thể được trích xuất như bảng 1.

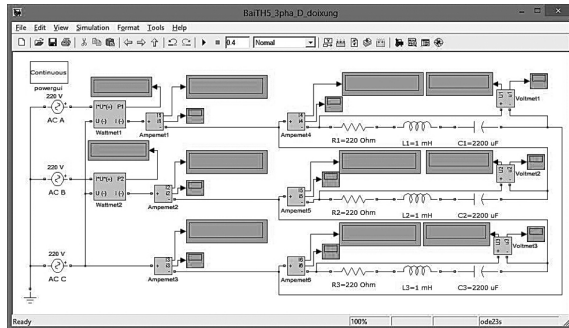
Bảng 1. Kết quả đo trong thí nghiệm mạch 3 pha đối xứng đầu Y

Công suất (W)	Dòng điện (A)	Điện áp (V)
P1 1434.951	I_1 2.20	$U_{EA}=U_1$ 220.0
P2 1411.203	I_2 2.20	$U_{FB}=U_2$ 220.0
	I_3 2.20	$U_{FC}=U_3$ 220.0
		$U_{BC}=U_4$ 381.1
		$U_{n0}=U$ 0.0

Qua kết quả thí nghiệm ta nghiệm lại được quan hệ giữa điện áp pha và điện áp dây đúng như lý thuyết đã có.

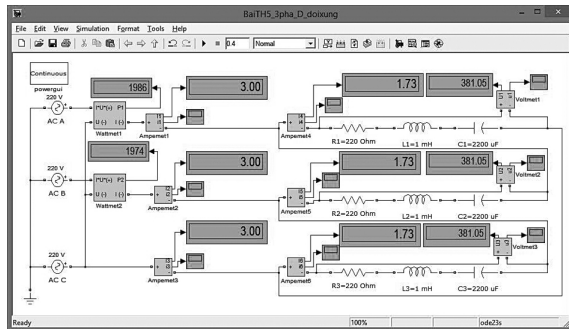
3.2. Mạch điện 3 pha đối xứng đầu Δ

Tiến hành lắp mạch điện 3 pha đối xứng đầu Δ, sơ đồ thí nghiệm được lắp đặt từ chương trình như hình 13.



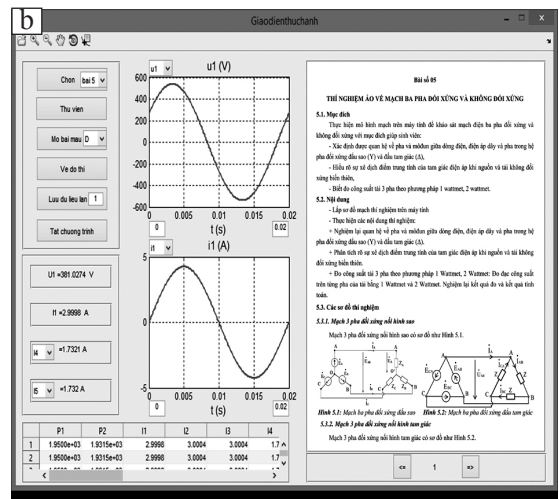
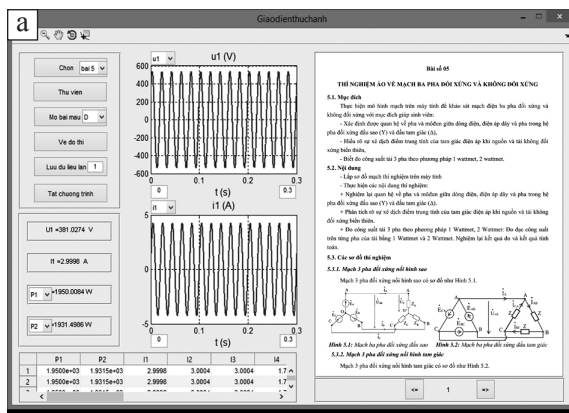
Hình 13. Sơ đồ thí nghiệm mạch điện 3 pha đối xứng đầu Δ

Tiến hành khảo sát (chạy chương trình) ta được các số liệu về dòng điện, điện áp, công suất hiển thị trên các thiết bị đo như hình 14.



Hình 14. Kết quả đo các số liệu thí nghiệm mạch điện 3 pha đối xứng đầu Δ

Có thể xuất các số liệu thí nghiệm và vẽ các đặc tính trên giao diện chính như hình 15.



Hình 15. Hiển thị các số liệu và các dạng sóng của điện áp và dòng điện

Kết quả cũng có thể được trích xuất như bảng 2.

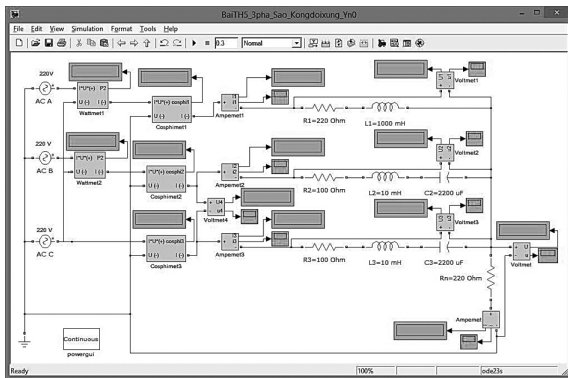
Bảng 2. Kết quả đo trong thí nghiệm mạch điện 3 pha đối xứng đầu Δ

Công suất (W)	Dòng điện (A)	Điện áp (V)
P_1 1950.008	$I_{FA}=I_1$ 3.00	U_{FA} 381.05
P_2 1931.498	$I_{FA}=I_2$ 3.00	U_{FB} 381.05
	$I_{FA}=I_3$ 3.00	U_{FC} 381.05
	$I_{dAC}=I_4$ 1.73	$U_{AC}=U_1$ 381.05
	$I_{dBA}=I_5$ 1.73	$U_{BA}=U_2$ 381.05
	$I_{dCB}=I_6$ 1.73	$U_{CB}=U_3$ 381.05

Qua kết quả thí nghiệm ta nghiệm lại được quan hệ dòng điện pha và dòng điện dây đúng như lý thuyết đã có.

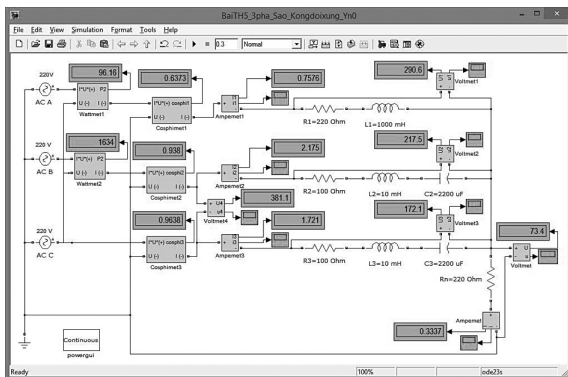
3.3. Mạch điện 3 pha không đối xứng đầu Y_0

Từ giao diện chính của chương trình và thư viện các thiết bị, tiến hành lắp mạch điện 3 pha không đối xứng (nguồn đối xứng, tải không đối xứng) ta được sơ đồ thí nghiệm như hình 16.



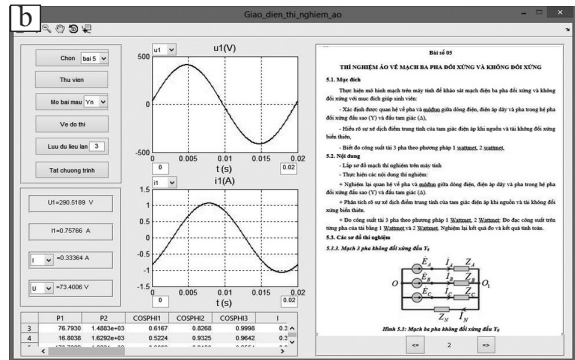
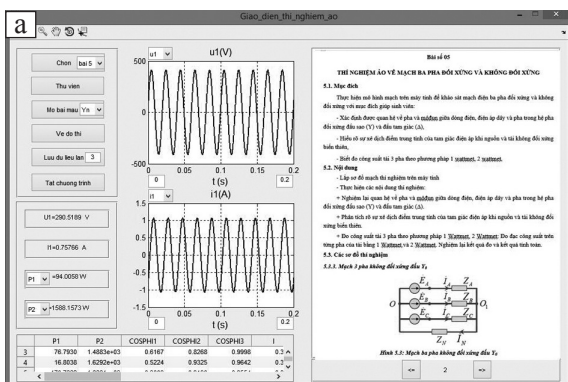
Hình 16. Sơ đồ thí nghiệm mạch điện 3 pha không đối xứng đầu Y_0

Tiến hành khảo sát, thực hiện chương trình ta được các số liệu như hình 17.



Hình 17. Kết quả đo các số liệu thí nghiệm

Trong quá trình làm thí nghiệm, các kết quả có thể đọc từ các đồng hồ hiển thị trên giao diện mô phỏng, cũng có thể đọc và phân tích trên giao diện chính như hình 18.



Hình 18. Hiển thị các số liệu và các dạng sóng của điện áp và dòng điện

Khi thay đổi giá trị điện trở R_1 ta được kết quả như bảng 3.

Bảng 3. Kết quả đo trong thí nghiệm mạch 3 pha không đối xứng

L2/n	U1 pha A (V)	U2 pha B (V)	U3 pha C (V)	U trung bình (V)	I trung bình (A)	I1 pha A (A)	I2 pha B (A)	I3 pha C (A)	CosPhi1	CosPhi2	CosPhi3	R1 (Ω)
1	291.73	204.71	184.09	72.35	0.33	0.52	2.05	1.84	0.85	0.938	0.958	470
2	290.05	210.71	178.91	71.5	0.33	0.64	2.11	1.79	0.761	0.939	0.963	330
3	285	210.21	181.6	66.31	0.3	0.74	2.01	1.74	0.617	0.827	1	220
4	292.86	222.72	166.27	77.07	0.35	0.84	2.23	1.66	0.522	0.932	0.964	150
5	300.67	229.33	157.15	86.59	0.39	0.95	2.29	1.57	0.301	0.919	0.955	50
6	305.25	230.87	154.25	91.42	0.42	0.97	2.31	1.54	0.209	0.911	0.948	10
7	306.35	231.09	153.74	92.53	0.42	0.98	2.31	1.54	0.191	0.909	0.946	1

4. KẾT LUẬN

Phần mềm thí nghiệm - thực hành ảo có nội dung thí nghiệm phong phú, linh hoạt nên giúp sinh viên nắm được nhiều kiến thức bổ ích và rèn luyện tốt kỹ năng thí nghiệm - thực hành. Với các thí nghiệm ảo, đây là công cụ rất hữu ích hỗ trợ tích cực trong công tác giảng dạy, giảng viên dễ dàng gắn các tiết giảng lý thuyết với thực hành ngay cả khi ở trên lớp học. Với phần mềm về các thí nghiệm ảo được xây dựng sẽ là một trong những giải pháp giúp nâng cao chất lượng đào tạo.

Phần mềm thí nghiệm - thực hành ảo cũng sẽ đóng góp một giải pháp công nghệ linh hoạt và hiện đại. Qua đó giúp cơ sở đào tạo đạt được hiệu quả:

- Tiết kiệm được kinh phí đầu tư thiết bị.
- Tiết kiệm được kinh phí mua vật tư tiêu hao phục vụ thí nghiệm hàng năm.
- Tiết kiệm được kinh phí duy tu, bảo dưỡng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh. *Kỹ thuật điện*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008.
2. Nguyễn Ngọc Mỹ, Huỳnh Đức Hoàn. *Giáo trình thí nghiệm Lý thuyết mạch điện*, Trường Đại học Quy Nhơn, TLG 192.202, 2001.
3. Nguyễn Bình Thành, Nguyễn Trần Quân. Phạm Khắc Chương. *Cơ sở kỹ thuật điện*, Đại học & Trung học chuyên nghiệp, 1971.
4. Nguyễn Đức Luyện, Bùi Văn Sáng, Mai Quốc Khánh, Phan Trọng Hanh. *Mô phỏng mạch điện tử, nguyên lý đo và các bài thí nghiệm lý thuyết mạch, kỹ thuật điện tử, đo lường điện - VTĐ bằng phần mềm Electronics Workbench và Matlab*, Kỷ yếu Hội thảo ICT.rda'03, 22,23/2/2003 Hà Nội, 357-366, 2003.
5. Nguyễn Cát Hồ. *Nghiên cứu phát triển ứng dụng công nghệ đa phương tiện*, mã số KC 01-14, Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp nhà nước KC 01, 2005.
6. M. Budhu. *Virtual laboratories for engineering education*, International Conference on Engineering Education, Manchester, U.K., August 18-21, 2002.
7. S. S. Kendre, P. V. Mulmule, S. D. Shirbahadurkar. *Virtual Laboratory Development for Teaching Power Systems via Interactive Experiment Environment*, IEEE, Software Engineering and Applied Computing (ACSEAC), 2012 African Conference, 82-89, 24-26 Sept 2012.

Study design and manufacture of XR2206CP multi-functional generator for training and research at university

Bui Quang Binh^{1,*}, Dao Minh Hung²

¹*Department of Physics, Quy Nhon University*

²*Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University*

Received: 31/10/2018; Accepted: 10/12/2018

ABSTRACT

Standard signals such as sines, triangles, squares, etc. play an important role in learning and studying electronic circuits. However, the provision of standardized signal generators for the Electronic Laboratory at the university is limited due to its high cost. This article studies the features of the XR2206CP IC for the design and manufacture of multimode signal generators. Experimental results show that the generated signals ensure standard waveform, stable frequency, low nonlinear distortion and good load carrying capacity. Manufactured products ensure quality, low cost and meet the purpose of generating standard signal sources for study and research in the field of electronic circuits.

Keywords: *Function generator, signal generator, XR2206.*

*Corresponding author.

Email: buiquangbinh@qnu.edu.vn

Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phát hàm đa năng dùng vi mạch XR2206CP phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu ở trường đại học

Bùi Quang Bình^{1,*}, Đào Minh Hưng²

¹Khoa Vật lý, Trường Đại học Quy Nhơn

²Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 31/10/2018; Ngày nhận đăng: 10/12/2018

TÓM TẮT

Các tín hiệu tiêu chuẩn như sin, hình tam giác, hình vuông... đóng một vai trò quan trọng trong việc học tập và nghiên cứu các mạch điện tử. Tuy nhiên, việc trang bị máy phát tín hiệu chuẩn cho các phòng thí nghiệm Điện tử ở trường đại học còn hạn chế do chi phí cao. Bài viết này nghiên cứu các tính năng của vi mạch XR2206CP để thiết kế và chế tạo máy phát tín hiệu đa năng. Các kết quả thực nghiệm cho thấy các tín hiệu tạo ra đảm bảo dạng sóng chuẩn, tần số ổn định, méo phi tuyến thấp và khả năng chịu tải tốt. Sản phẩm chế tạo đảm bảo chất lượng, giá thành thấp và đáp ứng được mục đích tạo nguồn phát tín hiệu chuẩn phục vụ cho học tập và nghiên cứu trong lĩnh vực mạch điện tử.

Từ khóa: Máy phát tín hiệu, máy phát hàm, XR2206.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong lĩnh vực Điện tử học, việc nghiên cứu, thử nghiệm và đánh giá các mạch điện tử luôn đòi hỏi các tín hiệu chuẩn như: sin, tam giác, vuông... Các tín hiệu chuẩn được đưa đến ngõ vào của mạch - hệ thống điện tử, ở ngõ ra người ta thu tín hiệu sau xử lý, đem đối chiếu với các tín hiệu chuẩn, từ đó đưa ra những đánh giá chính xác về đặc tính của mạch - hệ thống điện tử đó. Hiện nay, các máy phát tín hiệu chuẩn được các hãng điện tử danh tiếng nghiên cứu thiết kế và chế tạo có chất lượng tốt, độ ổn định và tin cậy cao. Tuy nhiên, các sản phẩm như vậy thường có giá thành rất cao,⁷ các trường đại học, cao đẳng ở Việt Nam khó chấp nhận được. Trước tình hình đó, chúng tôi đã nghiên cứu và chế tạo thành công máy phát hàm đa năng trên nền tảng

vi mạch XR2206CP. Máy phát hàm đa năng có thể tạo ra các tín hiệu chuẩn như: Sin, Tam giác, Vuông, AM, FM, FSK, đáp ứng mục đích và yêu cầu sử dụng trong các phòng thí nghiệm ở trường đại học.

2. GIỚI THIỆU VỀ VI MẠCH XR2206CP

2.1. Sơ đồ khối chức năng và các thông số kỹ thuật cơ bản

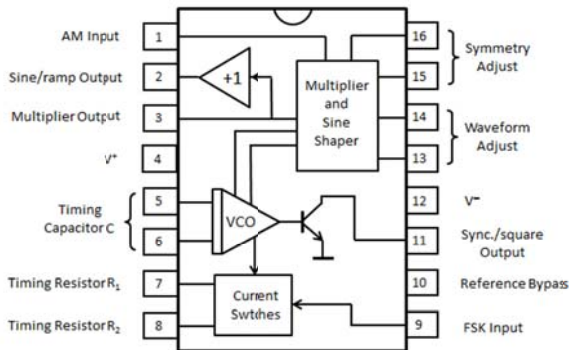
- XR2206CP là vi mạch chuyên dụng, có khả năng tạo ra các dao động hình sin, tam giác, vuông... có độ chính xác và độ ổn định cao. Tần số các tín hiệu ở ngõ ra được đồng bộ và có thể được điều chỉnh dễ dàng trên phạm vi rất rộng, trong khi vẫn duy trì độ méo phi tuyến thấp.⁶

Vi mạch XR2206CP gồm 4 mạch điện cơ bản: Mạch VCO, mạch nhân và sửa dạng sóng

* Tác giả liên hệ chính.

Email: buiquangbinh@qnu.edu.vn

sin (*Multiplier and Sine shaper*), chuyển mạch dòng điện (*Current switches*) và mạch khuếch đại đệm. Sơ đồ khối chức năng của XR2206CP được cho như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ khối chức năng và ký hiệu chân của XR 2206CP

- Các thông số kỹ thuật cơ bản ($f = 1 \text{ kHz}$, $V_{CC} = 12 \text{ V}$):⁶

+ Dải điện áp nguồn cung cấp: $(10 \div 26) \text{ V}$ hoặc $(\pm 5 \div \pm 13) \text{ V}$.

+ Công suất tiêu tán cực đại: 750 mW

+ Trở kháng ra: 600Ω .

+ Dải tần số: $0,01 \text{ Hz} \div 1 \text{ MHz}$.

+ Độ chính xác tần số: $\pm 2\%$.

+ Độ méo phi tuyến sóng sin: $(0,5 \div 1,5)\%$.

2.2. Nguyên lý phát dao động

- Mạch dao động điều khiển bằng điện áp VCO: đây là một mạch tích phân cho ra điện áp dạng xung tam giác,² có tần số được điều khiển bằng điện áp vào VCO. Khi VCO hoạt động, tụ điện định thời C giữa chân 5 và 6 sẽ liên tục nạp và phóng điện qua điện trở định thời R nối với chân 7 hoặc chân 8. Việc thay đổi trị số tụ điện C và điện trở R làm thay đổi dòng điện định thời vào VCO, từ đó làm thay đổi tần số xung tam giác ở đầu ra^{2,3} theo công thức:

$$f = \frac{1}{R \cdot C} \quad (1)$$

- Mạch nhân và sửa dạng sóng sin: Mạch nhân nhận tín hiệu vào từ ngõ ra của VCO có dạng xung tam giác, sau khi xử lý, tín hiệu được đưa ra chân 3 và chân 2. Khi chân 13 và 14 hở,

các xung tam giác được đưa đến ngõ ra. Khi giữa các chân 13 và 14 có điện trở vài trăm ohm, mạch nhân sẽ giới hạn đỉnh của xung tam giác và biến đổi chúng thành các xung hình sin.³

Hệ số khuếch đại của các mạch khuếch đại vi sai trong mạch nhân tỉ lệ thuận với điện áp ở chân 1.² Do vậy, biên độ điện áp ra ở chân 2 thay đổi tỉ lệ với điện áp ở chân 1. Điều này giúp cho XR2206CP có khả năng điều chế biên độ.

- Chuyển mạch dòng điện: dùng để lựa chọn điện trở định thời trên chân 7 hay chân 8 làm điện trở trong mạch nạp, phóng của tụ điện C. Các chuyển mạch dòng điện được điều khiển bằng tín hiệu vào chân 9. Ở chế độ phát FSK, tín hiệu dạng xung vuông đưa vào chân 9 sẽ luân phiên lựa chọn điện trở định thời ở chân 7 và 8 đưa vào VCO. Ở ngõ ra trên chân 2, ta nhận được tín hiệu có 2 tần số f_1 và f_2 khác nhau⁶, theo các công thức:

$$f_1 = \frac{1}{R_1 C}, \quad f_2 = \frac{1}{R_2 C} \quad (2)$$

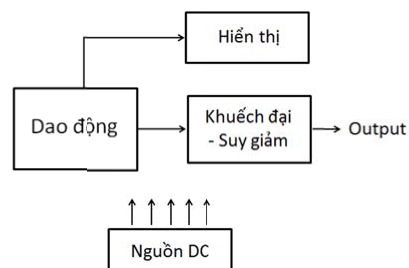
- Mạch khuếch đại đệm: nhận tín hiệu ra trở kháng cao ở chân 3, biến đổi thành chính nó, nhưng có trở kháng thấp 600Ω đưa đến chân 2.

3. THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÁY PHÁT HÀM ĐA NĂNG

3.1. Thiết kế hệ thống

Yêu cầu: Máy phát hàm đa năng tạo ra các tín hiệu dạng: Sin, Tam giác, Vuông, AM, FM, FSK. Dải tần số tín hiệu ra điều chỉnh được từ $300 \text{ Hz} \div 300 \text{ kHz}$, hiển thị trên màn hình LCD. Biên độ điện áp các dạng sóng cơ bản điều chỉnh được đến 5 V , dòng điện ra đến 50 mA . Độ méo hài sóng sin toàn dải dưới 5% .

Từ yêu cầu đặt ra, chúng tôi đã xây dựng sơ đồ khối của hệ thống như sau:



Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống máy phát hàm

- Khối dao động: dùng XR2206CP tạo ra các dạng sóng cơ bản và sóng điều chế có tần số điều chỉnh được theo yêu cầu.

- Khối khuếch đại - suy giảm: dùng các vi mạch thuật toán khuếch đại điện áp tín hiệu lên mức yêu cầu, sau đó phân áp để suy giảm theo nhu cầu sử dụng.

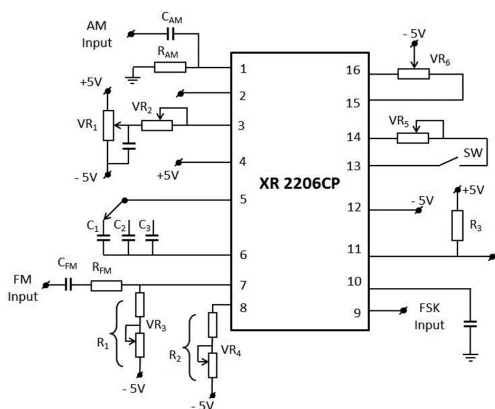
- Khối hiển thị: dùng vi điều khiển đếm số xung trong một đơn vị thời gian, hiển thị thành tần số trên màn hình LCD 16x2.

- Khối nguồn DC: tạo ra các điện áp lưỡng cực đối xứng $\pm 5V$ và $\pm 15V$.

3.2. Thiết kế và thử nghiệm các khối chính

3.2.1. Khối dao động

Sơ đồ mạch điện chi tiết của khối phát dao động cho như hình 3.



Hình 3. Sơ đồ chi tiết mạch phát dao động dùng XR2206CP

- Chân 1: nối với điện trở $R_{AM} = 22\text{ k}\Omega$ với mass (0V). Tụ điện $C_{AM} = 1\text{ }\mu\text{F}$ để nhận tín hiệu điều chế ở chế độ phát AM. Các giá trị R_{AM} và C_{AM} được chọn để đảm bảo phân lượng tín hiệu điều chế đi vào chân 1 ở chế độ phát AM, đồng thời vẫn giữ ổn định ở chế độ phát sóng sin, tam giác.

- Chân 2: đưa tín hiệu ra có dạng: sin, tam giác, AM, FM, FSK

- Chân 3: đưa tín hiệu ra tương tự như chân 2 nhưng có trở kháng ra cao. Điều này, cho phép tạo mạch khử điện áp lệch không ngõ ra và điều chỉnh biên độ điện áp. Chiết áp $VR_1 = 1\text{ M}\Omega$ dùng để điều chỉnh mức điện áp bù lệch không

(Offset DC Voltage) ngõ vào. Chiết áp $VR_2 = 50\text{ k}\Omega$ dùng rẽ mạch tín hiệu xuống 0V, giúp điều chỉnh biên độ điện áp ra ở chân 2.

- Chân 4: nối với nguồn $V_{CC} = +5\text{ V}$. Qua thử nghiệm, chúng tôi chọn nguồn cung cấp một chiều lưỡng cực đối xứng $V_{CC} = \pm 5\text{ V}$ để vừa đảm bảo tín hiệu ra đối xứng qua mức 0V, vừa đảm bảo tín hiệu có độ ổn định cao và méo hài thấp.

- Chân 5 và 6: nối thông bởi tụ điện định thời C.

- Chân 7: nối với điện trở định thời R_1 xuống nguồn $V_{CC} = -5\text{ V}$.

Theo nguyên lý vi mạch XR2206CP, tần số của dao động tam giác ở VCO phụ thuộc vào trị số của tụ điện C và điện trở R_1 theo công thức (1). Với yêu cầu về tần số ra, để thuận tiện cho sử dụng, chúng tôi chia thành 3 dải tần số hẹp: dải 1 (300 Hz ÷ 3 kHz), dải 2 (3 kHz ÷ 30 kHz), dải 3 (30 kHz ÷ 300 kHz).

Ở dải 1, chọn $C = C_1 = 0,1\text{ }\mu\text{F}$:

+ Khi $f_{\min} = 300\text{ Hz}$,

$$R_{1\max} = \frac{1}{f_{\min} \cdot C_1} = \frac{1}{300 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}} = 33,33\text{ k}\Omega$$

+ Khi $f_{\max} = 3\text{ kHz}$,

$$R_{1\min} = \frac{1}{f_{\max} \cdot C_1} = \frac{1}{3000 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}} = 3,33\text{ k}\Omega$$

$\Rightarrow R_1$ thay đổi trong khoảng 3,3 kΩ ÷ 33,33 kΩ.

+ Do tần số ở các dải 2 và 3 lần lượt gấp 10 và 100 lần tần số ở dải 1 nên với cùng khoảng biến đổi của R_1 , các tụ điện C_2 và C_3 lần lượt là 0,01 μF và 0,001 μF .

+ Điện trở $R_{FM} = 1\text{ k}\Omega$ và $C_{FM} = 1\text{ }\mu\text{F}$ dùng để tiếp nhận tín hiệu điều chế ở chế độ phát tín hiệu FM.

- Chân 9: tiếp nhận tín hiệu điều chế ở chế độ điều chế FSK.

- Chân 8: nối với biến trở $VR_4 = 50\text{ k}\Omega$ và nối với nguồn $V_{CC} = -5\text{ V}$. Biến trở VR_4 dùng để

thay đổi điện trở định thời R_2 , điều chỉnh tần số khóa dịch tần f_2 ở chế độ FSK.

- Chân 11: đây là collector hở của transistor ở tầng ra (hình 1). Việc nối chân 11 với điện trở kéo lên (pull-up resistor) $R_3 = 10\text{ k}\Omega$ lên nguồn +5 V, tạo cho ngõ ra chân 11 có dạng xung vuông khi transistor đóng, ngắt.

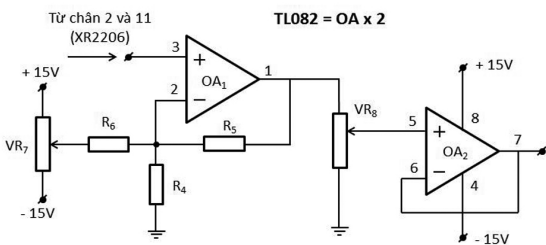
- Chân 12: nối nguồn $V_{CC} = -5\text{ V}$.

- Chân 13 và 14: nối qua biến trở $VR_5 = 500\ \Omega$ nối tiếp với chuyển mạch SW. Khi SW đóng, tín hiệu ra chân 2 là sóng sin. Khi SW ngắt, tín hiệu ra là sóng tam giác. Biến trở VR_5 dùng để điều chỉnh dạng sóng sin để ít méo nhất.

- Chân 15 và 16: Chiết áp $VR_6 = 20\text{ k}\Omega$ dùng để điều chỉnh tính đối xứng hình học của sóng hình sin, tam giác.

3.2.2. Khối khuếch đại - suy giảm

Khối khuếch đại - suy giảm có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu lên đạt mức yêu cầu. Để thực hiện nhiệm vụ đó, chúng tôi chọn vi mạch TL082⁵, có 2 bộ khuếch đại thuật toán (OA). Sơ đồ chi tiết mạch khuếch đại - suy giảm được cho như hình 4.



Hình 4. Sơ đồ mạch khuếch đại - suy giảm

- Để khuếch đại tín hiệu đạt mức yêu cầu, chúng tôi dùng khuếch đại thuật toán OA_1 mắc kiểu khuếch đại thuận, có hệ số khuếch đại điện áp $K = 11$. Hệ số khuếch đại mạch khuếch đại thuận tính theo:¹

$$K = 1 + \frac{R_5}{R_4} \quad (3)$$

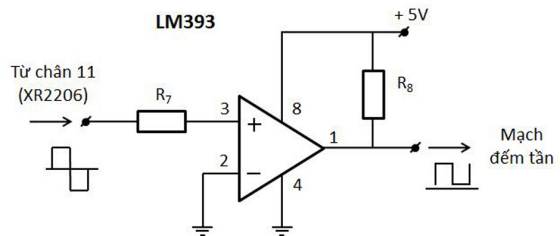
Chọn $R_4 = 10\text{ k}\Omega \Rightarrow R_5 = 100\text{ k}\Omega$. Chiết áp $VR_7 = 10\text{ k}\Omega$ dùng để điều chỉnh bù điện áp lệch không ở ngõ ra cho máy phát, còn $R_6 = 1\text{ M}\Omega$ giúp giảm ảnh hưởng của mạch bù lệch không đến mạch khuếch đại OA_1 .

- Để điều chỉnh biên độ tín hiệu ra theo nhu cầu sử dụng, chúng tôi dùng OA_2 mắc kiểu khuếch đại lập, điều chỉnh điện áp bằng chiết áp $VR_8 = 10\text{ k}\Omega$. Mạch thuật toán OA_2 vừa lập lại điện áp ngõ vào, vừa tạo trở kháng ra thấp cho hệ thống.

3.2.3. Khối hiển thị

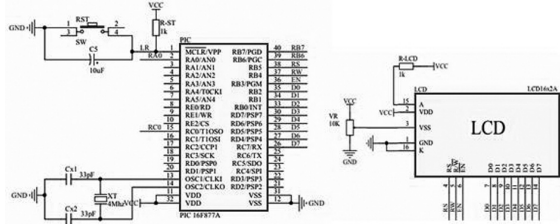
Khối hiển thị gồm: mạch tạo xung vuông đơn cực và mạch đếm tần - hiển thị LCD.

- Mạch tạo xung vuông đơn cực: dùng vi mạch LM393, gồm 2 mạch so sánh tương tự, biến đổi xung vuông lưỡng cực đối xứng từ chân 11 của XR2206CP đưa đến thành xung vuông đơn cực, cung cấp cho mạch đếm tần số (Hình 5).



Hình 5. Sơ đồ mạch tạo xung vuông đơn cực

- Mạch đếm tần số và hiển thị: Mạch đếm tần sử dụng vi xử lý PIC 16F877A, lập trình bằng ngôn ngữ C với thạch anh tạo xung nhịp tần số 4 MHz. Kết quả xử lý được hiển thị thành số đo tần số tín hiệu ra trên màn hình LCD 16x2 có tích hợp sẵn bộ vi điều khiển HD44780.



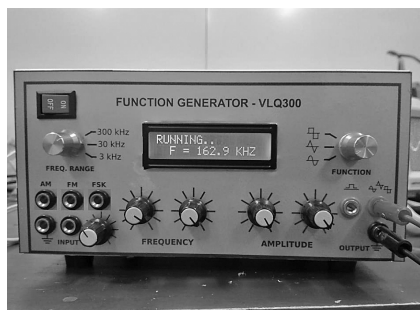
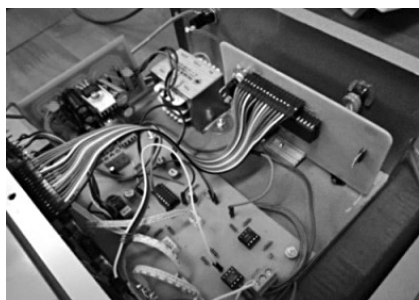
Hình 6. Sơ đồ mạch đếm tần và hiển thị

3.3. Thi công, lắp ráp mạch điện và đóng vỏ

Trình tự các công đoạn thi công máy phát hàm VLQ300 (Hình 7) như sau:

- Thiết kế mạch in bằng phần mềm OrCAD Layout Plus (mạch dao động, mạch khuếch đại - suy giảm, mạch tạo xung vuông đơn cực và mạch nguồn DC) và phần mềm Altium Designer (mạch đếm tần và hiển thị).

- In sơ đồ mạch in lên phíp đồng.
- Rửa mạch in.
- Hàn linh kiện lên mạch in.
- Lắp ráp bảng điều khiển gồm:
 - + Màn hình LCD.
 - + 2 chuyển mạch xoay: chuyển mạch chọn dải tần (Frequency Range) và chuyển mạch chọn chức năng (Function).
 - + 2 nút điều khiển tần số f_1 (1 nút điều khiển thô, 1 nút điều khiển tinh).
 - + 2 nút điều khiển biên độ sóng (1 nút khuếch đại, 1 nút suy giảm).
 - + Các ngõ vào AM, FM, FSK cùng với 1 nút điều khiển tần số f_2 .
- Đóng vỏ: Vỏ kim loại có kích thước: 210 mm (W) x 100 mm (H) x 180 mm (D).



Hình 7. Máy phát hàm đa năng VLQ300

4. KIỂM NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

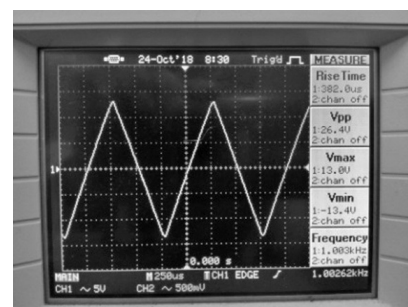
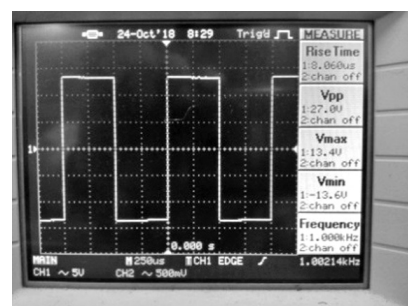
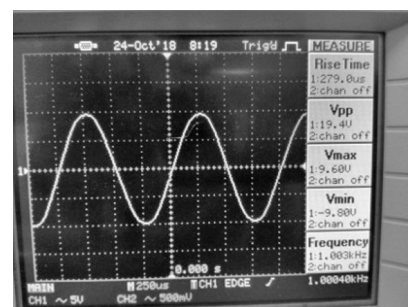
4.1. Kết quả kiểm nghiệm

4.1.1. Chế độ không tải

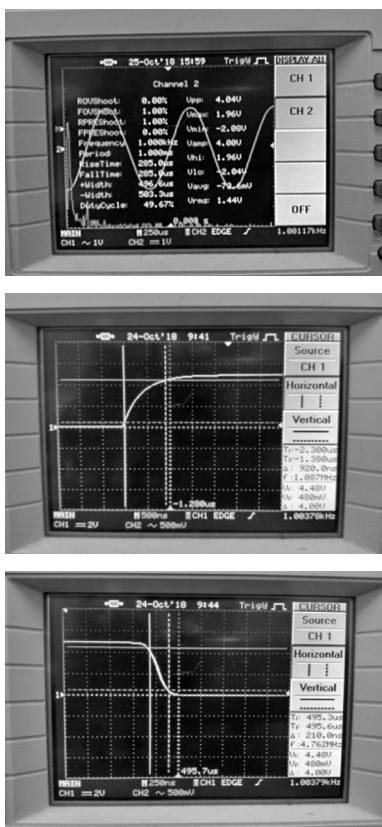
Các thông số sóng phát ra:

- Tần số: 283 Hz ÷ 295,2 kHz
- Biên độ sóng (f = 1 kHz):
 - + Sóng hình sin: 50 mV_{pp} ÷ 19,4 V_{pp}

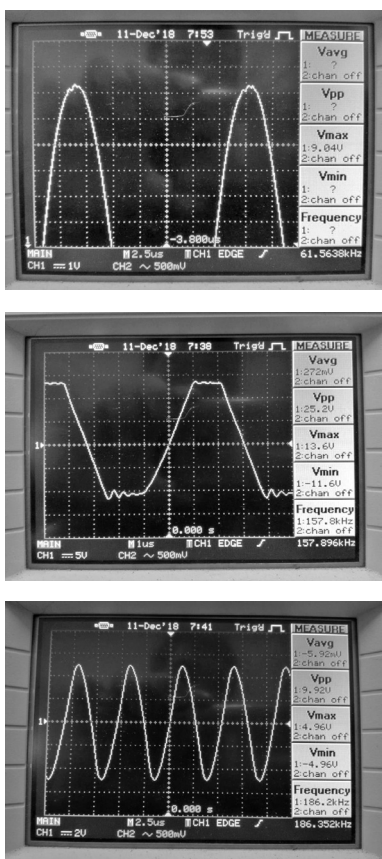
- + Sóng tam giác: 70 mV_{pp} ÷ 26,4 V_{pp}
- + Sóng vuông lưỡng cực đối xứng: 55,2 mV_{pp} ÷ 27,0 V_{pp}
- + Sóng vuông đơn cực: 4,96 V_{pp}
- Độ chính xác tần số của mạch hiển thị: ± 0,05%.
- Độ méo hài tổng cộng (THD):
 - THD < 2,72% (theo cách đo của Gary David và Ralph Jones.^{4, 8, 9}).
- Độ dốc sườn xung vuông (f = 1 kHz):
 - Rise time: 920 ns, Fall time: 210 ns
- Trở kháng ra: ~ 100 Ω
- Dòng điện ra cực đại: 60 mA (theo datasheet của TL082)⁵.



Hình 8. Đo biên độ sóng: sin, vuông, tam giác



Hình 9. Đo độ méo dạng sin và độ dốc xung vuông

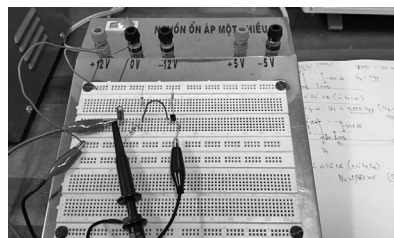


Hình 10. Méo các dạng sóng: sin, vuông, tam giác

4.1.2. Chế độ có tải

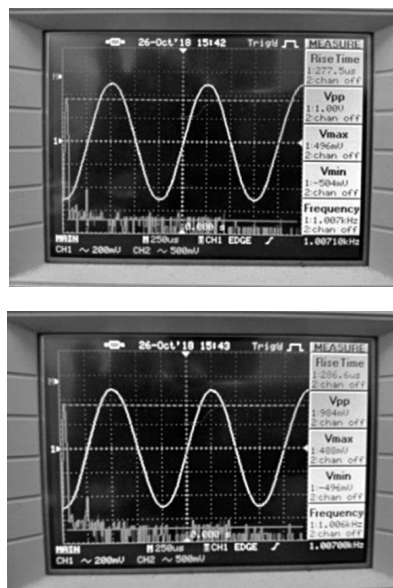
Tải thử là mạch khuếch đại dùng transistor C1815 mắc CE (Hình 11). Tín hiệu vào hình sin.

- Tần số $f = 1 \text{ kHz}$,
- + Khi không tải: Biên độ: $U_v = 1,00 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 1,05\%$
- + Khi có tải: Biên độ: $U_v = 0,984 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 1,46\%$



Hình 11. Mạch điện thử tải cho máy phát hàm VLQ300

- Tần số $f = 10 \text{ kHz}$
- + Khi không tải: Biên độ: $U_v = 1,00 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 1,53\%$
- + Khi có tải: Biên độ: $U_v = 1,00 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 1,78\%$
- Tần số $f = 100 \text{ kHz}$
- + Khi không tải: Biên độ: $U_v = 1,00 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 2,48\%$
- + Khi có tải: Biên độ: $U_v = 1,00 \text{ V}_{pp}$
- Độ méo hài tổng cộng: $\text{THD} = 2,48\%$



Hình 12. Đo ở chế độ có tải với tín hiệu dạng sin tại tần số 1 kHz

(Đo bằng máy hiện sóng kỹ thuật số Gwinstek GDS 2062, có độ chính xác $\pm 2\%$,¹⁰ tại phòng thí nghiệm Khoa Vật lý, Trường Đại học Quy Nhơn).

4.2. Thảo luận

- Tần số cực đại chỉ đạt xấp xỉ 295 kHz là do ở tần số này, điện dung ký sinh làm tăng trị số điện dung định thời C, dẫn đến làm giảm tần số dao động ra.

- Ở khoảng tần số 180 kHz ÷ 295 kHz, sóng tam giác bị “tròn đỉnh” và giảm độ tuyến tính, sóng hình sin xuất hiện “mẫu nhọn” tại đỉnh làm méo dạng sóng. Nguyên nhân là do phần tử chuyển mạch dòng điện trong XR2206CP có thời gian chuyển mạch lớn, tốc độ đáp ứng không đủ nhanh so với chu kỳ sóng ra.

- Từ tần số 150 kHz trở lên, sóng vuông bắt đầu bị biến dạng ở đỉnh dưới. Các đỉnh xung kém bằng phẳng. Kết quả này được coi là do giới hạn về dải tần của các vi mạch XR2206CP và TL082.

- Biên độ sóng sin giảm nhẹ từ tần số 10 kHz và bắt đầu giảm mạnh từ tần số 150 kHz. Đến tần số 295,2 kHz, biên độ sóng chỉ còn 9,44 V_{pp}. Điều này là do ảnh hưởng của các điện dung ký sinh ở ngõ ra của các vi mạch ở tần số cao.

- Ở chế độ mang tải (trở kháng vào khoảng 8,8 kΩ), tín hiệu sin ở tần số 1 kHz có biên độ giảm nhẹ (giảm 1,6%), độ méo hài tăng nhẹ (lên mức 1,46%) so với khi không tải. Trong khi đó, ở các tần số 10 kHz và 100 kHz, không thấy có sự giảm mức biên độ và độ méo hài có tăng lên nhưng không vượt quá mức yêu cầu độ méo toàn dải so với khi không tải. Sự khác biệt ở đây là không đáng kể, cho thấy khả năng chịu tải của máy khá tốt.

- Mặc dù còn một số hạn chế về các thông số kỹ thuật như đã nêu, máy phát hàm đa năng thiết kế và thi công trên cơ sở vi mạch XR2206CP, về cơ bản, đã đạt được các yêu cầu kỹ thuật đề ra. Nhờ sử dụng các linh kiện sẵn có trên thị trường Việt Nam nên sản phẩm có giá thành thấp, chỉ bằng 1/4 so với sản phẩm cùng loại trên thị trường. Đây được coi là một trong những ưu điểm của máy phát.

5. KẾT LUẬN

Vi mạch XR2206CP là vi mạch chức năng, chuyên dùng để tạo ra các dao động cơ bản với độ chính xác và ổn định tần số rất cao, độ méo hài thấp. Dạng sóng ở ngõ ra có thể được điều tần, điều biên và điều chế số theo phương thức khóa dịch tần. Tần số dao động cơ bản có thể được điều khiển trên một dải rộng. Biên độ dao động ngõ ra có thể được điều chỉnh khá lớn. Trên cơ sở nghiên cứu các tính năng của XR2206CP, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo thành công máy phát hàm tạo ra các dạng sóng như: sin, tam giác, vuông (đối xứng hoặc không đối xứng), AM, FM, FSK có tần số điều chỉnh được từ 300 Hz ÷ 300 kHz, biên độ điều chỉnh từ 30 mV ÷ 10 V, độ méo hài sóng sin dưới 2,72%. Từ thành công này, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện và nâng cấp hệ thống để mở rộng dải tần số và nâng cao công suất của tín hiệu ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Xuân Thụ. *Kỹ thuật điện tử*, Nxb Giáo dục, 2001.
2. Nguyễn Trinh Đường, Lê Hải Sâm, Lương Ngọc Hải, Nguyễn Quốc Cường. *Điện tử Tương tự*, Nxb Giáo dục, 2006.
3. Ray M. Marston. *Newnes Electronic Circuits Pocket Book*, volume 1: Linear IC, Newnes, Great Britain, 1991.
4. D. Gary, J. Ralph. *Sound Reinforcement Handbook*, Yamaha Corporation, 1988.
5. <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/173078/UTC/TL082.html>
6. <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/80496/EXAR/XR2206.html>
7. <https://emin.vn/may-phat-xung-tin-hieu-may-phat-xung-phat-ham-333/pc.html>
8. Noise - Distortion and Total Harmonic Distortion (THD). http://www.audiosonica.com/en/course/post/204/Noise_Distortion_and_Total_Harmonic_Distortion_THD
9. <http://audiojudgement.com/total-harmonic-distortion-tutorial-thd/>.
10. <https://emin.vn/gw-instekgds-2062-may-hien-song-so-gwinstek-gds-2062-60mhz-2ch-1gsa-s-2857/pr.html>

Design of a smart energy management, control and monitoring experimental system

Nguyen Thanh Binh^{1,2}, Vo Xuan Tri³, Le Van Tho³, Ngo Minh Khoa^{4,*}

¹Graduate student course 20, Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

²Center of vocational and continuing education, Hoai Nhon, Binh Dinh

³Undergraduate student course 38, Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

⁴Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

Received: 20/05/2019; Accepted: 20/06/2019

ABSTRACT

This paper presents a design of the experimental system to manage, control and monitor the low voltage networks. Voltage and current sensors are used to send the voltage and current signals to Arduino board and to measure all necessary electrical quantities. Then, they will be calculated and proceeded to export all outputs such as voltage, current, active power, reactive power, energy, etc. to LCD display, monitoring program screen to manage and monitor. The function of transferring and receiving the data via the wifi Internet is exploited to design softwares on a smartphone to manage, control and monitor the system operation. In addition, other functions including demand side management (DSM) and over/under voltage protection are also implemented into the system. The experimental results shown in this paper indicate that the system operates reliably and accurately.

Keywords: *Arduino wemos, control, monitoring, DSM, over/under voltage.*

* Corresponding author.

Email: ngominhkhoa@qnu.edu.vn

Nghiên cứu thiết kế hệ thống thực nghiệm quản lý, điều khiển và giám sát điện năng thông minh

Nguyễn Thanh Bình^{1,2}, Võ Xuân Trí³, Lê Văn Thọ³, Ngô Minh Khoa^{4,*}

¹Học viên cao học K20, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn;

²Trung tâm GDNN-GDTX Hoài Nhơn, Bình Định;

³Sinh viên K38, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn;

⁴Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 20/05/2019; Ngày nhận đăng 20/06/2019

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu thiết kế hệ thống thực nghiệm nhằm quản lý, điều khiển và giám sát điện năng của các phụ tải điện hạ áp. Các cảm biến điện áp, cảm biến dòng điện xoay chiều được sử dụng để đưa tín hiệu vào bo mạch Arduino nhằm đo lường các đại lượng cần thiết. Sau đó tiến hành tính toán, xử lý để xuất các kết quả đầu ra mong muốn chẳng hạn như: điện áp, dòng điện, công suất tác dụng (CSTD), công suất phản kháng (CSPK), điện năng tiêu thụ, ... ra màn hình LCD, lên giao diện của chương trình điều khiển và giám sát. Tính năng truyền - nhận dữ liệu thông qua mạng truyền thông internet wifi được khai thác ứng dụng để thiết kế các chương trình phần mềm trên smartphone nhằm quản lý, điều khiển và giám sát toàn bộ hoạt động của hệ thống. Ngoài ra một số chức năng khác bao gồm quản lý nhu cầu phụ tải (DSM) và bảo vệ quá/thấp áp cũng được tích hợp trong hệ thống. Các kết quả thực nghiệm với một số dạng tải khác nhau được khảo sát trong bài báo này đã cho thấy sự làm việc tin cậy và chính xác của hệ thống.

Từ khóa: *Arduino wemos, điều khiển, giám sát, DSM, quá/thấp áp.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế đất nước, nhu cầu về tiêu thụ điện năng ngày càng cao trong khi khả năng cung cấp điện còn rất nhiều khó khăn, từ đó vấn đề sử dụng điện tiết kiệm, hiệu quả trở thành vấn đề cấp bách. Việc ý thức tiết kiệm điện của người dân chưa được nâng cao, các biện pháp đề ra để tiết kiệm điện còn khá ít và việc áp dụng nó vào thực tiễn còn nhiều bất cập. Để tiết kiệm điện phụ thuộc ở 2 yếu tố: thiết bị điện và thói quen sử dụng của con người. Người dùng thường bận rộn với công việc nên ít có thời gian giám sát được việc sử

dụng các thiết bị trong gia đình hay cơ quan, dẫn đến nhiều thiết bị hoạt động không cần thiết, gây lãng phí năng lượng điện và tăng chi phí điện cho gia đình, cơ quan. Trong cuộc sống hiện đại ngày nay, quản lý và giám sát điện năng là yếu tố vô cùng quan trọng và càng quan trọng hơn trong sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp. Một bài toán đặt ra cho các nhà quản lý là làm sao quản lý tòa nhà, nhà máy hay xí nghiệp của mình một cách hiệu quả nhất nhằm để tiết giảm chi phí, tiết kiệm năng lượng ở mức tối đa, tạo điều kiện thuận lợi cho doanh nghiệp trong những hoạt động kinh doanh. Phương án tối ưu hiện

*Tác giả liên hệ chính.

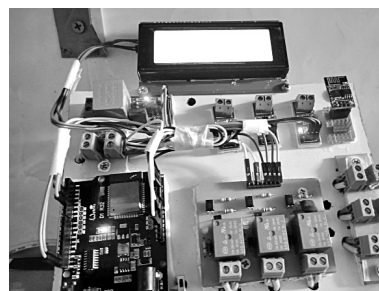
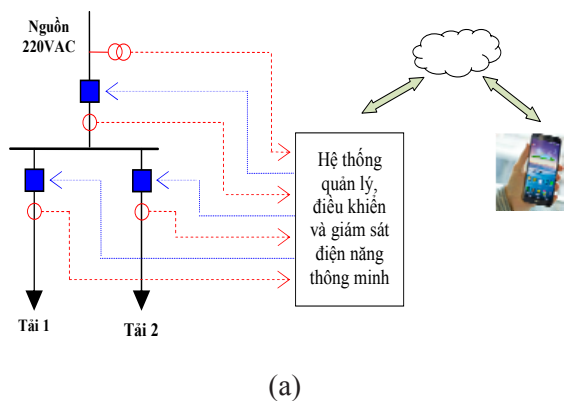
Email: ngominhkhoa@qnu.edu.vn

nay là thiết lập hệ thống tự động quản lý và giám sát điện năng từ xa.^{1,2}

Hiện nay, Arduino là một dạng mã nguồn mở được sử dụng để xây dựng các ứng dụng điện tử tương tác với nhau hoặc với môi trường được thuận lợi hơn.^{3,4} Arduino giống như một máy tính nhỏ để người dùng có thể lập trình và thực hiện các dự án điện tử mà không cần phải có các công cụ chuyên biệt để phục vụ việc nạp code. Do đó các môđun của bo mạch Arduino, môđun cảm biến điện áp xoay chiều, môđun cảm biến dòng điện xoay chiều, môđun rơle đóng cắt mạch điện, môđun wifi của Arduino, môđun hiển thị LCD,... sẽ được nghiên cứu lựa chọn để thiết kế trong bài báo này.

2. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

Trong bài báo này, tác giả tập trung đi vào thiết kế hệ thống quản lý và giám sát điện năng cho đối tượng là mạng điện một pha 220VAC. Phần mạch lực được thể hiện như hình 1(a), trong đó có một mạch nguồn và hai mạch tải (tải 1 và tải 2). Các tín hiệu điện áp, dòng điện trên các nhánh được thu thập thông qua cảm biến điện áp (ZMPT101B) và các cảm biến dòng điện (ACS712) và đưa về bộ xử lý trung tâm (Arduino Wemos) của hệ thống.^{5,7} Sau khi xử lý tính toán các thông số đầu ra, bộ xử lý trung tâm sẽ đưa tín hiệu để điều khiển các rơle đóng/cắt các mạch trên sơ đồ mạch lực. Sau khi thiết kế sơ đồ lắp ráp chi tiết, các tác giả tiến hành lắp ráp hệ thống thực nghiệm như hình 1(b).



Chú thích:
 1: Arduino Wemos R32
 2: Cảm biến điện áp ZMPT101B
 3: Cảm biến dòng điện mạch 1
 4: Cảm biến dòng điện mạch 2
 5: Cảm biến dòng điện mạch 3
 6: Rơle đóng/cắt mạch 1
 7: Rơle đóng/cắt mạch 2
 8: Rơle đóng/cắt mạch 3
 9: LCD
 10: Mô đun wifi ESP8266
 11: Ngõ vào nguồn cấp 220VAC
 12: Ngõ ra 1 (cấp tải 1)
 13: Ngõ ra 2 (cấp tải 2)
 14: Cáp USB kết nối máy tính

(b)

Hình 1. (a) Sơ đồ mạch lực của hệ thống thực nghiệm; (b) Tổng thể phần cứng của hệ thống

3. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

3.1. Cơ sở lý thuyết đo lường các đại lượng điện

Điện áp trị hiệu dụng là giá trị trung bình bình phương của các mẫu trong một khoảng thời gian lấy mẫu nào đó⁸. Do đó, điện áp trị hiệu dụng U_{rms} sẽ được xác định như sau:

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i^2} \tag{1}$$

Trong đó: u_i là mẫu điện áp thứ i ; N tổng số mẫu điện áp.

Giả sử điện áp xoay chiều hình sin ở đầu ra của cảm biến điện áp ZMPT101B có biên độ là U_m và góc pha ban đầu bằng 0 và được lấy mẫu bởi bộ chuyển đổi tương tự số ADC của Arduino với thời gian lấy mẫu bằng Δt được thể hiện như sau:

$$u(k) = U_m \sin(k\omega\Delta t) \tag{2}$$

Trong đó: U_m là biên độ điện áp; $\omega = 2\pi f$; Δt là thời gian lấy mẫu (s); k là mẫu thứ k .

Khi đó giá trị điện áp trị hiệu dụng sẽ là:

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N u_k^2} \tag{3}$$

Giả sử dòng điện xoay chiều hình sin ở đầu ra của cảm biến dòng điện ACS712 có biên độ là I_m và góc pha ban đầu bằng φ và được lấy mẫu bởi bộ chuyển đổi tương tự số ADC của Arduino Wemos với thời gian lấy mẫu bằng Δt được thể hiện như sau:

$$i(k) = I_m \sin(k\omega\Delta t - \varphi) \tag{4}$$

Trong đó: I_m là biên độ dòng điện.

Do đó, dòng điện trị hiệu dụng I_{rms} của tín hiệu dòng điện sẽ được xác định như sau:

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N i_k^2} \quad (5)$$

Trong đó: i_i là mẫu dòng điện thứ i ; N tổng số mẫu dòng điện.

Lý thuyết công suất tức thời được áp dụng để xác định CSTD P được tiêu thụ bởi các tải. Nó được xem là một phương pháp chính xác nhất để tính toán CSTD trong mạch điện xoay chiều. Kết quả luôn luôn đúng đối với tất cả các loại tải khác nhau: tải trở, tải cảm, tải dung và thậm chí là các tải phi tuyến có chứa nhiều thành phần hài dòng điện. Công suất tức thời là tích của điện áp tức thời và dòng điện tức thời của mạch điện.⁸

$$p(k) = u(k)i(k) \quad (6)$$

Trong đó: $p(k)$ là công suất tức thời ở mẫu thứ k ; $u(k)=U_m \sin(k\omega\Delta t)$ là điện áp ở mẫu thứ k ; $i(k)=I_m \sin(k\omega\Delta t - \phi)$ là dòng điện ở mẫu thứ k .

Do đó, CSTD P được xác định bằng công suất trung bình của công suất tức thời trong một khoảng thời gian lấy mẫu và được xác định như sau:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N p(k) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N u(k)i(k) \quad (7)$$

Công suất biểu kiến của mạch điện được xác định bằng tích của điện áp trị hiệu dụng U_{rms} và dòng điện trị hiệu dụng I_{rms} của mạch điện đó. Do đó, sau khi đã xác định được điện áp trị hiệu dụng U_{rms} theo (3) và dòng điện trị hiệu dụng I_{rms} theo (5), thì công suất biểu kiến sẽ được xác định như sau:

$$S = U_{rms} \times I_{rms} \quad (8)$$

Hệ số công suất được xác định như sau:

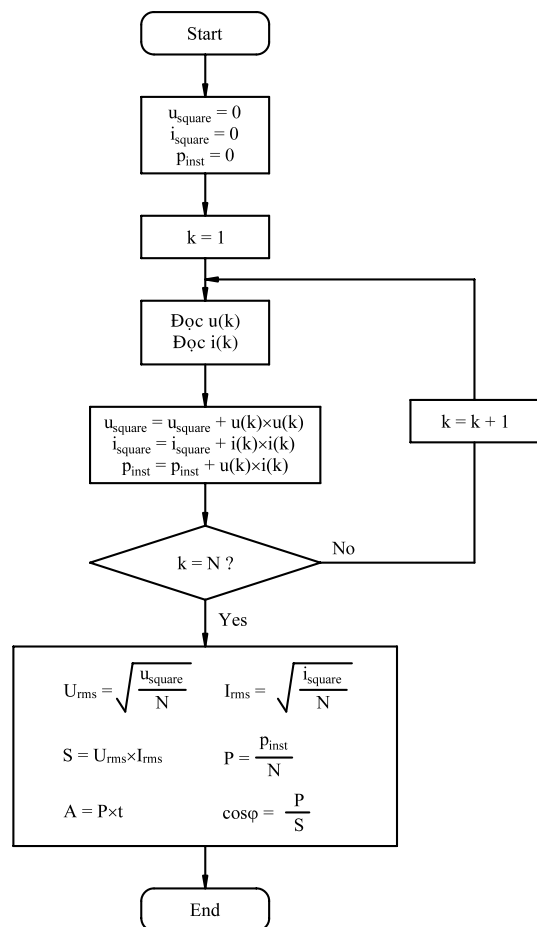
$$\cos\phi = \frac{P}{S} \quad (9)$$

CSPK được xác định như sau:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (10)$$

Điện năng tiêu thụ được xác định như sau:

$$A = P \times t \quad (11)$$



Hình 2. Giải thuật đo lường các đại lượng điện

3.2. Giải thuật đo lường đại lượng điện

Từ cơ sở của việc đo lường các đại lượng điện của mạch điện đã được trình bày như ở mục trên, mục này sẽ đề xuất giải thuật đo lường các đại lượng đó để lập trình trên phần mềm Arduino IDE và sau đó nạp code vào bo mạch Arduino Wemos để thực hiện các chức năng đo đếm và giám sát điện năng của mạch điện. Hình 2 thể hiện giải thuật đo lường các đại lượng điện bao gồm: điện áp trị hiệu dụng U_{rms} , dòng điện trị hiệu dụng I_{rms} , CSTD P , công suất biểu kiến S , hệ số công suất $\cos\phi$ và điện năng tiêu thụ của mạch điện. Các bước của giải thuật như sau:

Bước 1: Start

Bước 2: Khởi tạo các biến ban đầu

$$u_{square} = 0; i_{square} = 0; p_{inst} = 0 \quad (12)$$

Bước 3: Gán $k = 1$

Bước 4: Đọc các giá trị điện áp lấy mẫu

$u(k)$ và dòng điện lấy mẫu $i(k)$ từ cảm biến điện áp ZMPT101B và cảm biến dòng điện ACS712 đưa vào chân đầu vào tương tự của Arduino Wemos.

Bước 5: Cập nhật giá trị điện áp bình phương, dòng điện bình phương và công suất tức thời từ mẫu mới đọc được:

$$\begin{aligned} u_{\text{square}} &= u_{\text{square}} + u(k) \times u(k) \\ i_{\text{square}} &= i_{\text{square}} + i(k) \times i(k) \\ p_{\text{inst}} &= p_{\text{inst}} + u(k) \times i(k) \end{aligned} \quad (13)$$

Bước 6: Kiểm tra điều kiện mẫu thứ k có bằng số mẫu N hay không ($k = N?$).

Bước 7: Nếu $k < N$ thì quay lại **Bước 5**, còn nếu $k = N$ thì chuyển sang **Bước 8**.

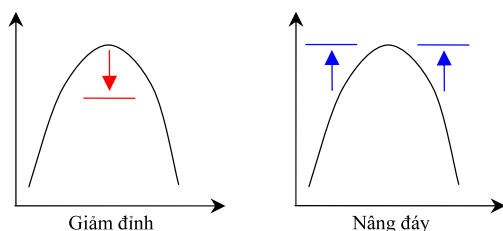
Bước 8: Tính toán giá trị điện áp hiệu dụng U_{rms} , dòng điện hiệu dụng I_{rms} , CSTD P , công suất biểu kiến S , CSPK Q , hệ số công suất $\cos\phi$ và điện năng tiêu thụ A .

$$\begin{aligned} U_{\text{rms}} &= \sqrt{\frac{u_{\text{square}}}{N}}; \quad I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{i_{\text{square}}}{N}}; \\ P &= \frac{p_{\text{inst}}}{N}; \quad S = U_{\text{rms}} \times I_{\text{rms}}; \\ Q &= \sqrt{S^2 - P^2}; \quad A = P \times t \end{aligned} \quad (14)$$

Bước 9: End

3.3. Giải thuật DSM và bảo vệ quá/thấp áp

Đối với quản lý nhu cầu phụ tải, bài báo này nghiên cứu ứng dụng hai kỹ thuật đó là: *Giảm đỉnh* và *nâng đáy* để thiết kế thực nghiệm cho hệ thống như hình 3. Như vậy, CSTD của mạch điện đo được sẽ được so sánh với giá trị CSTD nhỏ nhất (P_{min}) và CSTD lớn nhất (P_{max}) để thực hiện kỹ thuật *giảm đỉnh* và *nâng đáy* sao cho hợp lý.



Hình 3. Kỹ thuật giảm đỉnh, nâng đáy

Để thực hiện hai kỹ thuật trên, hệ thống thực nghiệm quy ước như sau: Role 1: Nhánh 1

(mạch tổng có CSTD là P_1); Role 2: Nhánh 2 (mạch tải 1 có CSTD là P_2); Role 3: Nhánh 3 (mạch tải 2 có CSTD là P_3). Giải thuật thực hiện việc so sánh giữa CSTD của mạch tổng P_1 với giá trị CSTD lớn nhất P_{max} và CSTD nhỏ nhất P_{min} để thực hiện kỹ thuật DSM đã lựa chọn: *giảm đỉnh* và *nâng đáy* như sau:

- NẾU $P_1 > P_{\text{max}}$ THÌ sau 3 giây sẽ cắt mạch tải 2 để giảm đỉnh tải tổng: $P_1 = P_2$

- NẾU $P_1 < P_{\text{min}}$ THÌ sau 3 giây sẽ đóng mạch tải 2 để nâng đáy tải tổng: $P_1 = P_2 + P_3$

Tương tự như giải thuật DSM thì giải thuật bảo vệ quá/thấp áp sẽ so sánh giữa điện áp đo được từ giải thuật ở trên với các giá trị điện áp nhỏ nhất U_{min} và điện áp lớn nhất U_{max} để đưa tín hiệu đi đóng/cắt role mạch tổng (role 1) như sau:

- NẾU $U > U_{\text{max}}$ THÌ sau 3 giây sẽ: (i) Cắt mạch tổng để bảo vệ tải khỏi chịu quá áp; (ii) Hiển thị tín hiệu *Overvoltage* lên giao diện; (iii) Gửi tin nhắn cảnh báo qua điện thoại.

- NẾU $U < U_{\text{min}}$ THÌ sau 3 giây sẽ: (i) Cắt mạch tổng để bảo vệ tải khỏi chịu thấp áp; (ii) Hiển thị tín hiệu *Undervoltage* lên giao diện; (iii) Gửi tin nhắn cảnh báo qua điện thoại.

- NẾU $U_{\text{min}} \leq U \leq U_{\text{max}}$ THÌ sau 3 giây sẽ: (i) Đóng mạch tổng để cấp điện cho tải làm việc bình thường; (ii) Reset các hiển thị trên giao diện giám sát.

3.4. Thiết kế giao diện quản lý, giám sát và điều khiển từ xa

Nhóm 1: Điều khiển và giám sát

Nhóm này thuộc Tab Control của chương trình phần mềm, giao diện của nhóm 1 được thể hiện như hình 4. Các chức năng được thực hiện trên giao diện của nhóm 1 bao gồm: (i) *Điều khiển đóng/cắt các role của phần mạch lực*; (ii) *Bật/tắt chức năng quản lý nhu cầu phụ tải DSM*; (iii) *Thay đổi giá trị đặt P_{min} và P_{max} bằng slider*; (iv) *Hiển thị các giá trị điện áp, dòng điện, CSTD và điện năng tiêu thụ*. Ngoài ra, trên giao diện của nhóm 1 còn có thể thực hiện chức năng báo cáo (Reports) để gửi thông tin thời gian và

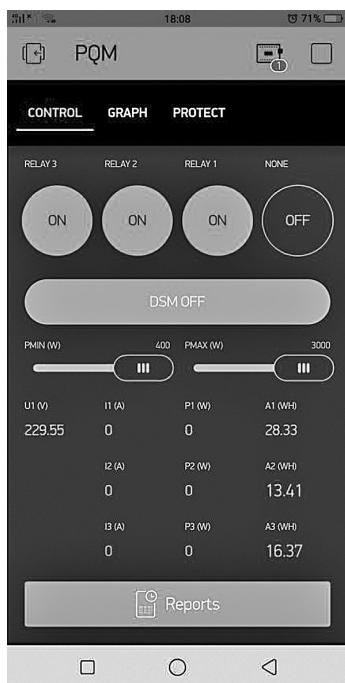
các dữ liệu đo lường như: Điện áp, dòng điện, CSTD, điện năng tiêu thụ,... đến địa chỉ email mong muốn. Điều này giúp khách hàng sử dụng điện có thể dễ dàng quản lý nhu cầu sử dụng điện của mình trong tháng. Đối với chức năng báo cáo này thì sau khi chạy chương trình, người sử dụng có thể lựa chọn 1 trong 4 phương thức báo cáo như sau:

- **Báo cáo tháng (Monthly):** Khi lựa chọn phương thức này, chương trình sẽ báo cáo đến email trong một tháng chọn trước hoặc lặp lại hàng tháng (thời gian lấy mẫu là 1 giờ hoặc 1 ngày).

- **Báo cáo tuần (Weekly):** Khi lựa chọn phương thức này, chương trình sẽ báo cáo đến email trong một tuần chọn trước hoặc lặp lại hàng tuần (thời gian lấy mẫu là 1 giờ hoặc 1 ngày).

- **Báo cáo ngày (Daily):** Khi lựa chọn phương thức này, chương trình sẽ gửi báo cáo đến email trong một ngày chọn trước hoặc lặp lại hàng ngày (thời gian lấy mẫu là 1 phút hoặc 1 giờ).

- **Báo cáo một lần (One-time):** Khi lựa chọn phương thức này, chương trình sẽ gửi báo cáo một lần đến email ngay tại thời điểm kích hoạt chức năng báo cáo.



Hình 4. Giao diện nhóm 1



Hình 5. Giao diện nhóm 2

Nhóm 2: Bảo vệ quá/thấp áp

Nhóm này thuộc Tab Protect của chương trình phần mềm, giao diện của nhóm 2 được thể hiện như hình 5. Các chức năng được thực hiện trên giao diện của nhóm 2 bao gồm: *Bật/tắt chế độ bảo vệ quá/thấp áp; cài đặt điện áp cho phép nhỏ nhất và lớn nhất bằng slider; hiển thị điện áp, dòng điện, CSTD và CSPK dạng Gauge; hiển thị LED ảo báo trạng thái quá/thấp áp; thông báo quá/thấp áp qua tin nhắn điện thoại.*

Nhóm 3: Hiển thị dạng đồ thị

Nhóm 3 thuộc Tab Graph có giao diện như hình 6. Bao gồm có 2 đồ thị trên giao diện này: đồ thị ở trên được sử dụng để hiển thị điện áp, dòng điện của mạch 1 (mạch tổng) theo thời gian thực và được cập nhật liên tục sau mỗi giây; đồ thị ở dưới được sử dụng để hiển thị CSTD của ba mạch.



Hình 6. Giao diện nhóm 3

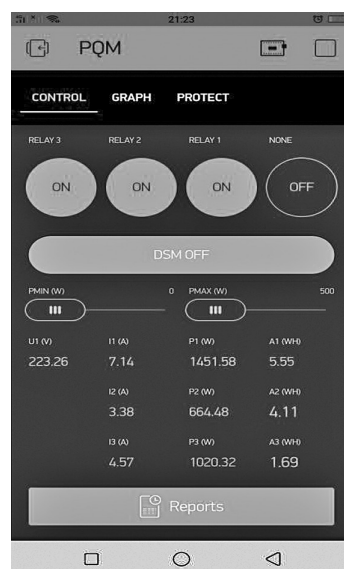
4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Sau khi thiết kế phần cứng và phần mềm của hệ thống, đề tài tiếp tục đi vào thực nghiệm để thu thập kết quả so sánh, đánh giá và phân tích hiệu quả của hệ thống đã thiết kế. Với đối tượng là hệ thống một pha 220VAC và tính thông dụng, nên các tải gia dụng được tác giả sử dụng để làm thực nghiệm trong bài báo này bao gồm: bàn là 220VAC 1000W và máy sấy tóc 220VAC 700W. Dựa vào hình 1, một số quy ước đối với phần sơ đồ mạch lực và các ký hiệu của các đại lượng đo lường như sau: Mạch 1: Mạch tổng; Mạch 2: Mạch tải 1; Mạch 3: Mạch tải 2; U_1 : Điện áp của mạch 1; I_1, I_2, I_3 : Dòng điện của mạch 1, 2 và 3; P_1, P_2, P_3 : CSTD của mạch 1, 2 và 3; Q_1, Q_2, Q_3 : CSPK của mạch 1, 2 và 3; A_1, A_2, A_3 : Điện năng tiêu thụ của mạch 1, 2 và 3. Sau khi kết nối phần mạch lực và cấp nguồn cho mạch điều khiển và đo lường thì hệ thống sẽ bắt đầu làm việc bình thường. Khai báo tài khoản và mật khẩu của mạng internet wifi tại nơi đặt hệ thống để kết nối hệ thống với internet wifi. Khi đó, các thông số đo được sẽ hiển thị trực tiếp lên màn hình LCD của hệ thống giúp ta có thể giám sát được trạng thái vận hành của hệ thống tại chỗ. Ngoài ra, để có thể giám sát, điều khiển từ xa thông qua smartphone thì smartphone cũng phải được kết nối với mạng internet wifi (có thể cùng mạng hoặc khác mạng với internet wifi kết nối với hệ thống), thì lúc này ta có thể mở ứng dụng Blynk

trên smartphone để thực hiện các chức năng điều khiển, giám sát và quản lý hệ thống như sau.

4.1. Chế độ làm việc bình thường

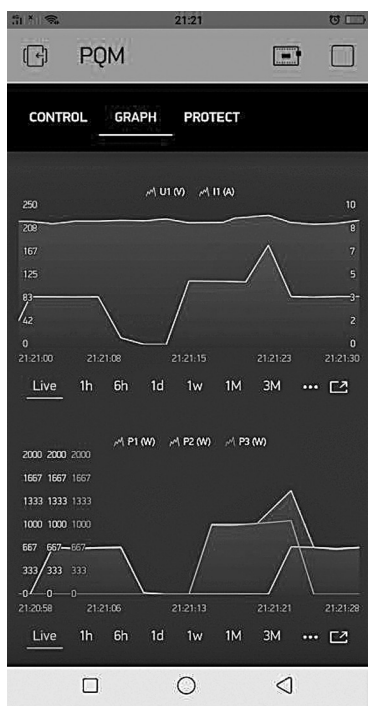
Đối với chế độ này, tác giả tiến hành thu thập các kết quả thực nghiệm từ những nội dung như sau: Giám sát các thông số của ba mạch trên LCD; giám sát các thông số của ba mạch trên smartphone; giám sát đồ thị các thông số của ba mạch trên smartphone; điều khiển các mạch thông qua smartphone; chế độ báo cáo. Các kết quả chế độ này được thể hiện trực tiếp trên các giao diện của chương trình như trong các hình 7, hình 8 và hình 9 tương ứng.



Hình 7. Kết quả trên giao diện nhóm 1



Hình 8. Kết quả trên giao diện nhóm 2



Hình 9. Kết quả trên giao diện nhóm 3

Các kết quả hiển thị trên giao diện nhóm 1 (Hình 7) là điện áp (V), dòng điện (A), CSTD (W) và điện năng tiêu thụ (Wh) của mạch tổng, mạch tải 1 và mạch tải 2 tương ứng. Các kết quả này cho thấy hệ thống đo chính xác kết quả so với thông số của hệ thống và tải được sử dụng để làm thực nghiệm trong mục này. Đối với kết quả trên nhóm 2 (Hình 8) là chỉ thể hiện cho thông số đo được đối với mạch tổng bao gồm: Điện áp (V), dòng điện (A), CSTD (W) và CSPK (VAR) dưới dạng Gauge để phục vụ việc theo dõi và giám sát chức năng bảo vệ quá/thấp áp của hệ thống. Trong khi đó, các kết quả thể hiện trong giao diện của nhóm 3 (Hình 9) là thể hiện dưới dạng đồ thị để giúp khách hàng có thể giám sát trực quan hình dạng thay đổi của các đại lượng đo được. Nghĩa là khách hàng có thể sử dụng kết quả này để theo dõi khi nào điện áp, công suất tiêu thụ tăng/giảm. Bên cạnh đó, toàn bộ dữ liệu của các đồ thị này có thể được xuất ra toàn bộ file *.csv để phục vụ công việc khác khi cần thiết.

Cuối cùng, để có thể thực hiện chế độ báo cáo các thông số vận hành cũng như lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải, chúng ta có thể sử dụng biểu tượng Reports trên giao diện nhóm 1 để lựa

chọn 1 trong 4 phương thức báo cáo như đã trình bày ở trên. Sau đây là một ví dụ minh họa được tiến hành thực nghiệm từ chương trình, cụ thể là kết quả được xuất ra file *.csv như hình 10.

	A	B	C	D	E
358	5/11/2019 15:52	I1 (A)	PQM	2.615208	
359	5/11/2019 15:53	I1 (A)	PQM	0.472414	
360	5/11/2019 15:54	I1 (A)	PQM	0	
361	5/11/2019 15:55	I1 (A)	PQM	0.470345	
362	5/11/2019 15:56	I1 (A)	PQM	3.279621	
363	5/11/2019 15:57	I1 (A)	PQM	3.295957	
364	5/11/2019 15:58	I1 (A)	PQM	0	
365	5/10/2019 20:19	U1 (V)	PQM	215.8066	
366	5/10/2019 20:20	U1 (V)	PQM	218.2235	
367	5/10/2019 20:21	U1 (V)	PQM	219.255	
368	5/10/2019 20:22	U1 (V)	PQM	219.1623	
369	5/10/2019 20:23	U1 (V)	PQM	219.3023	
370	5/10/2019 20:24	U1 (V)	PQM	220.78	
371	5/10/2019 20:25	U1 (V)	PQM	219.7541	

Hình 10. Dạng file *.csv trong Excel của báo cáo phương thức One-time.

4.2. Chế độ quản lý nhu cầu phụ tải (DSM)

Đối với chế độ này, tác giả tiến hành thu thập các kết quả thực nghiệm từ những nội dung như sau: Kích hoạt chức năng DSM; cài đặt giá trị CSTD nhỏ nhất (P_{min}) và CSTD lớn nhất (P_{max}); thay đổi tải để kiểm nghiệm chức năng DSM; giám sát sự thay đổi của đồ thị điện áp, dòng điện, công suất. Sau khi đã kích hoạt chế độ DSM và thiết lập các giá trị P_{min} và P_{max} bằng cách sử dụng các slider trên giao diện của chương trình thì hệ thống sẽ hoạt động theo chế độ này. Kết quả kiểm nghiệm được thực hiện bằng cách thay đổi tải 1 để kiểm chứng sự hoạt động của chức năng này. Các kết quả cho thấy hệ thống làm việc tin cậy và đúng theo chức năng đã thiết kế.

4.3. Chế độ bảo vệ quá/thấp áp

Đối với chế độ này, tác giả giả định điện áp nguồn thay đổi và tiến hành thu thập các kết quả thực nghiệm từ những nội dung như sau: Kích hoạt chức năng bảo vệ quá/thấp áp; cài đặt

giá trị điện áp nhỏ nhất (U_{\min}) và điện áp lớn nhất (U_{\max}); thay đổi điện áp nguồn để kiểm nghiệm chức năng bảo vệ quá/thấp áp; giám sát sự thay đổi điện áp, dòng điện, CSTD, CSPK của mạch tổng. Tương tự, chức năng bảo vệ quá/thấp áp sẽ được kích hoạt từ giao diện của nhóm 3, sau đó thiết lập các giá trị điện áp nhỏ nhất U_{\min} và điện áp lớn nhất U_{\max} từ giao diện chương trình. Sử dụng ổn áp để giả lập điện áp nguồn thay đổi nhằm kiểm chứng chức năng này. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động tin cậy và đúng theo chức năng đã thiết kế.

5. KẾT LUẬN

Hệ thống quản lý và giám sát điện năng thông minh đã thiết kế trong bài báo này có thể thực hiện các chức năng như điều khiển và giám sát trong thời gian thực hiện các thông số: điện áp, dòng điện, CSTD, CSPK, điện năng tiêu thụ,... bằng cách hiển thị thông số lên LCD và có thể giám sát thông số thông qua smartphone có kết nối với hệ thống thông qua phương thức truyền thông mạng internet wifi. Do đó, khách hàng có thể truy cập ở bất kỳ nơi nào, bất kỳ thời điểm nào miễn là có thể truy cập được internet, 3G, 4G thì người vận hành có thể quản lý, điều khiển và giám sát hệ thống của mình. Chức năng của hệ thống về quản lý nhu cầu phụ tải (DSM) cũng được nghiên cứu nhằm đáp ứng được yêu cầu đặt ra của bài toán DSM với mục đích san phẳng đồ thị phụ tải góp phần mang lại nhiều hiệu quả vận hành cho lưới điện. Mà trong đó, kỹ thuật *giảm đỉnh và nâng đáy* được nghiên cứu thiết kế cho hệ thống. Ngoài ra, chức năng bảo vệ quá/thấp áp cũng được nghiên cứu tích hợp vào trong hệ thống để bảo vệ cho các phụ tải không bị hư hỏng khi có quá/thấp áp xảy ra ở phía nguồn. Đồng thời, hệ thống sẽ đưa ra tín hiệu cảnh báo sự cố này bằng cách hiển thị lên màn hình giám sát và gửi tin nhắn qua điện thoại của người vận hành hệ thống. Cuối cùng, các tính năng thông minh khác như theo dõi lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải, xuất báo cáo các thông số đo được hàng ngày, hàng tuần, hàng tháng đến khách hàng sử dụng điện. Các kết quả trên màn hình giám sát được hiển thị dưới dạng số, đồ thị,

dạng gauge để giúp khách hàng dễ dàng theo dõi tình trạng làm việc của hệ thống được cập nhật liên tục theo thời gian thực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đình Long, Nguyễn Sỹ Chương. *Sách tra cứu về chất lượng điện năng*, Nxb Bách khoa, Hà Nội, 2013.
2. Ngô Minh Khoa. *Nghiên cứu nhiễu loạn điện áp trong lưới điện phân phối*, Luận án tiến sĩ, Đại học Đà Nẵng, 2017.
3. Thiều Minh Đức, Nguyễn Hoàng Nam, Bùi Đăng Thành, Nguyễn Huy Phương, Trịnh Công Đồng. *Ứng dụng kiến trúc mở Arduino trong thiết kế thiết bị giám sát điện năng không dây*, Hội nghị toàn quốc lần thứ 3 về Điều khiển và Tự động hóa - VCCA, 2015.
4. Massimo Banzi, Michael Shiloh. *Getting Started with Arduino*, Maker Media, Inc., 2015.
5. M. J. Mnati, A. Van den Bossche, and R. F. Chisab. *Smart Voltage and Current Monitoring System for Three Phase Inverters Using an Android Smartphone Application*, Sensors, 17, 872, 2017.
6. P. Srividya Devi, D. V. Pusphalatha and P. M. Sharma. *Measurement of Power and Energy Using Arduino*, Research Journal of Engineering Sciences, 2(10), 10-15, October 2013.
7. K. N. Ramli, A. Joret and N. H. Saad. *Development of Home Energy Management System Using Arduino*, 2014.
8. P.P. Machado Jr, T.P. Abud, M.Z. Fortes, B.S.M.C. Borba. *Power factor metering system using Arduino*, 2017 IEEE Workshop on Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA), Bogota, Colombia, 31 May-2 June, 2017.

Magnetic field exploration on single sided linear induction motor used finite element method

Truong Minh Tan

Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

Received: 25/05/2018; Accepted: 08/06/2018

ABSTRACT

Linear induction motor plays a great important part in linear motion drive and can absolutely replace the rotor induction motor. Therefore, it is very necessary to do research on linear induction motor. The in-depth exploration of electromagnetic behavior of linear induction motor has been a fundamental step for investigations of linear induction motor. In this study, the combination of the equivalent circuit model with electromagnetic field model of a single-sided linear induction motor is carried out, by giving calculation results from equivalent circuit model inputted to electromagnetic field model, based on finite element method (FEM) model in using the software 2D-FEM to solve electromagnetic field problem. At the same time, we survey the magnetic field of the air gap, the asymmetry of the magnetic field and eddy current in the secondary section.... The presented characteristics are good basis for steady-state analysis of the LIM in researches later on.

Keywords: *Linear Induction Motor, finite element method.*

Corresponding author:

Email: truongminhtan@qnu.edu.vn

Khảo sát từ trường trong động cơ không đồng bộ tuyến tính đơn biên bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Trương Minh Tấn

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 25/05/2018; Ngày nhận đăng: 08/06/2018

TÓM TẮT

Động cơ không đồng bộ tuyến tính đóng vai trò quan trọng trong truyền chuyển động tuyến tính và hoàn toàn có thể thay thế động cơ không đồng bộ quay thông dụng. Việc nghiên cứu động cơ là việc làm rất cần thiết. Trạng thái điện từ của động cơ là nền tảng cho các nghiên cứu về động cơ cần được khảo sát kỹ lưỡng. Trong nghiên cứu này, sự kết hợp giữa mô hình mạch và mô hình trường để giải bài toán trường động cơ không đồng bộ tuyến tính được thực hiện, bằng cách đưa các kết quả tính toán nhận được từ mô hình mạch vào mô hình trường, dùng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm FEM 2D để giải bài toán trường. Đồng thời, khảo sát từ trường khe hở không khí, tính không đối xứng của từ trường và dòng điện xoáy trong phần thứ cấp... Đây có thể xem là nền tảng tốt cho việc phân tích các trạng thái ổn định của động cơ trong các nghiên cứu sau này.

Từ khóa: *Động cơ không đồng bộ tuyến tính, phương pháp phần tử hữu hạn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gần đây, động cơ điện tuyến tính đã trở nên thông dụng và được ứng dụng rộng rãi trong các hệ thống tự động hóa văn phòng, tự động hóa xí nghiệp, đặc biệt trong giao thông vận tải... bởi vì động cơ tuyến tính có cấu trúc đơn giản, độ chính xác điều khiển cao, truyền chuyển động tuyến tính một cách trực tiếp... Cho nên, động cơ tuyến tính đóng vai trò quan trọng nhất định trong các truyền động thẳng. Do cấu trúc mạch từ hở nên từ thông không liên tục từ cực này đến cực khác mà nó bị cắt ra ở đoạn đầu và đoạn cuối làm từ trường trong động cơ không đồng bộ tuyến tính phức tạp hơn so với động cơ không đồng bộ (KĐB) quay. Hiệu ứng đầu cuối và dòng điện xoáy trong mạch thứ cấp gây ra những tác động không mong muốn trong động cơ như hiện tượng mất đối xứng của từ trường, sức từ động không sin, làm ảnh hưởng một cách đáng

kể đến đặc tính làm việc. Để có những đánh giá đúng, việc nghiên cứu về trạng thái điện từ của động cơ là nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo cần được khảo sát kỹ lưỡng. Bằng nhiều cách tiếp cận khác nhau, các nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp khác nhau để mô tả từ trường động cơ tuyến tính. Phương pháp phần tử hữu hạn ngược (UFEM);³ Phương pháp sai phân hữu hạn (FDM)⁴ phân tích từ trường cho đối tượng có tốc độ chuyển động cao; Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) được sử dụng để nghiên cứu sự phân bố từ trường trong khe hở không khí⁵ và tính toán lực;⁶ Sử dụng mô hình mạch để dự báo đặc tính động cơ tuyến tính dùng trong giao thông.⁷ Bài báo sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm FEMM 4.2, mô hình trường động cơ được xây dựng trên cơ sở kết quả tính toán từ mô hình mạch. Qua đó, tiến hành khảo sát từ trường khe hở không khí, tính

Tác giả liên hệ chính.

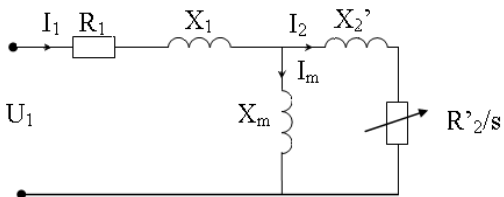
Email: truongminhtan@qnu.edu.vn

không đối xứng của từ trường và dòng điện xoáy trong phần thứ cấp... Đây có thể xem là nền tảng tốt cho việc phân tích các trạng thái ổn định của động cơ trong các nghiên cứu sau này.

2. MÔ HÌNH MẠCH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ TUYẾN TÍNH ĐƠN BIÊN

Trong thiết kế có sử dụng một số giả thiết sau: Không xét đến hiệu ứng đầu cuối; Không xét đến hiện tượng bão hòa lõi thép; Không xét đến tổn hao trong lõi thép; Sự tác động giữa các pha là như nhau.

Mạch điện tương đương một pha gần đúng của động cơ tuyến tính, hình 1.



Hình 1. Mạch điện tương đương một pha

Trong động cơ điện tuyến tính, điện kháng tản của dây quấn phần thứ cấp rất nhỏ so với điện kháng tản của dây quấn phần sơ cấp² nên có thể bỏ qua, $X_2' \approx 0$. Các tham số của mạch điện tương đương của động cơ được xác định theo các công thức sau.^{1,2}

Điện trở tác dụng của pha dây quấn phần sơ cấp:

$$R_1 = \rho_{cu} \frac{l_w}{A_w} \quad (1)$$

Điện kháng tản của dây quấn phần sơ cấp:

$$X_1 = \frac{2\mu_0 p f \left[\left(\lambda_s \left(1 + \frac{3}{p} \right) + \lambda_d \right) \frac{W_s}{q_1} + \lambda_e l_{ce} \right] N_1^2}{p} \quad (2)$$

$\lambda_s, \lambda_e, \lambda_d$ tương ứng hệ số từ dẫn rãnh, đầu nối, tạp.

Điện kháng từ hóa:

$$X_m = \frac{24\mu_0 p f W_{sc} k_w N_1^2 \tau}{\pi^2 p \delta_e} \quad (3)$$

Khe hở không khí tương đương:

$$\delta_e = k_c \delta_0 \quad (4)$$

Hệ số Carter:

$$k_c = \frac{\lambda}{\lambda - \frac{4}{\pi} \left[\frac{a}{2\delta_0} \arctg\left(\frac{a}{2\delta_0}\right) - \ln \sqrt{1 + \left(\frac{a}{2\delta_0}\right)^2} \right]} \delta_0 \quad (5)$$

Điện trở tác dụng của phần thứ cấp qui đổi về sơ cấp:

$$R_2' = \frac{X_m}{G} \quad (6)$$

Hệ số chất lượng: $G = \frac{2\mu_0 f \tau^2}{\pi \left(\frac{\rho_r}{d}\right) \delta_e} \quad (7)$

Lực điện từ: $F_s = \frac{m I_1^2 R_2}{V_s \cdot s \left[\left(\frac{1}{sG}\right)^2 + 1 \right]} \quad (10)$

Trong đó: p - số cực; m - số pha; f - tần số; W_s - độ rộng của lõi sắt phần sơ cấp; δ - độ lớn khe hở không khí; d - độ dày của tấm nhôm; a - độ rộng của rãnh; λ - bước răng; τ - bước cực; q_1 - số rãnh của một pha dưới một cực; N_1 - số thanh dẫn của một pha; k_w - hệ số dây quấn; V_s - vận tốc dài đồng bộ của từ trường chạy; s - hệ số trượt; μ_0 - độ từ thẩm của không khí; $\rho_{cu,r}$ - điện trở suất của đồng và nhôm; l_w - chiều dài dây quấn 1 pha; A_w - tiết diện dây quấn; I_1 - dòng điện của pha dây quấn phần sơ cấp; U_1 - điện áp pha.

Theo¹, phương pháp thiết kế gần đúng động cơ không đồng bộ tuyến tính 3 pha đơn biên sử dụng mạch điện tương đương, được xây dựng với mục tiêu đạt được giá trị lực mong muốn. Kết quả tính toán được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số động cơ KTB tuyến tính đơn biên

Diễn giải	Đơn vị	Giá trị
Lực yêu cầu	N	100
Số cực	-	2
Tần số	Hz	50
Điện áp dây	V	380
Số rãnh của lõi thép phần sơ cấp	-	6
Độ rộng của lõi thép phần sơ cấp	mm	200
Chiều dài của lõi thép phần sơ cấp	mm	126,3

Bước cực	mm	63,15
Số rãnh	-	6
Độ dày tấm nhôm	mm	5
Khe hở không khí	mm	5
Hệ số trượt định mức	%	5
Lực tính toán	N	100,634
Số vòng dây của một pha	Vòng	280

3. MÔ HÌNH TRƯỜNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ TUYẾN TÍNH ĐƠN BIÊN

Thiết lập mô hình trường điện từ để phân tích trường động cơ không đồng bộ tuyến tính đơn biên, ta xuất phát từ mô hình trường điện từ tổng quát viết cho từ thế vector \vec{A} và điện thế vô hướng φ .

$$\nabla^2 \vec{A} - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} - \sigma\mu \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} = -\mu \vec{J} \quad (11)$$

$$\nabla^2 \varphi - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \sigma\mu \frac{\partial \varphi}{\partial t} = -\frac{\rho}{\epsilon} \quad (12)$$

Trong đó: ϵ - hằng số điện môi (Fm^{-1}); μ -hệ số từ thẩm (Hm^{-1}); σ -điện dẫn suất ($\Omega^{-1}m^{-1}$); ρ -mật độ điện tích khối (Cm^{-3}).

Dựa vào (11) và (12), xác định được:

Vector cảm ứng từ: $\vec{B} = \nabla x \vec{A} \quad (13)$

Vector cường độ từ trường:

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu} (\nabla x \vec{A}) \quad (14)$$

Vector mật độ dòng điện dẫn:

$$\vec{J} = \nabla x \left(\frac{1}{\mu(B)} \nabla x \vec{A} \right) \quad (15)$$

Lực được xác định theo phương pháp tenxơ ứng suất Maxwell

$$\vec{F} = \int_V (\vec{J} x \vec{B} - \frac{1}{2} H^2 grad\mu) dV \quad (16)$$

$$= \int_S \vec{T} d\vec{S} = \int_V \vec{T} dV$$

Với $\vec{T} = (\vec{B} \cdot \vec{n}) \vec{H} - \frac{1}{2} \mu H^2 \cdot \vec{n} \quad (17)$

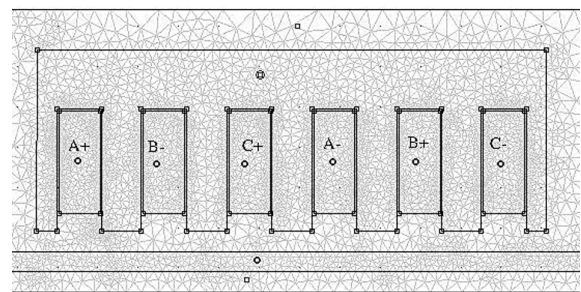
\vec{n} là vectơ pháp tuyến đơn vị.

Bài toán trường được giải bằng phương

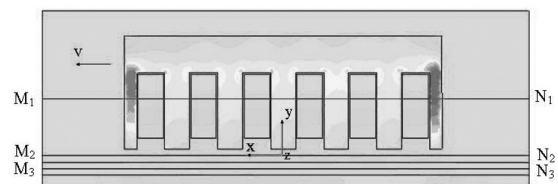
pháp phần tử hữu hạn trên cơ sở chương trình FEMM 2 chiều. Thuật toán được xây dựng dựa vào thuật giải song song, giải hệ phương trình Maxwell với các miền con được phân chia thành các tam giác. Mỗi phần tử được làm gần đúng bằng nội suy tuyến tính của giá trị tại 3 đỉnh của tam giác. Bài toán được thực hiện qua các phần: Phần tiền xử lý, phần xử lý, phần hậu xử lý.

Kết hợp mô hình mạch và mô hình trường để giải bài toán trường động cơ không đồng bộ tuyến tính bằng cách đưa các kết quả tính toán nhận được từ mô hình mạch (mục 2) vào mô hình trường, dùng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm FEM để giải bài toán trường.

Mô hình trường động cơ không đồng bộ tuyến tính được phân tích với số nút là 6737, số phần tử là 13234, hình 2. Kết quả phân tích như hình 3.



Hình 2. Hình học đầu vào và sự phân chia thành các tam giác phần tử



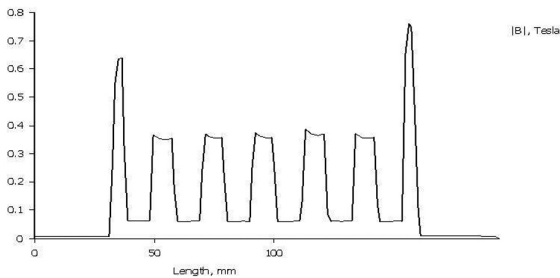
Hình 3. Phân bố mật độ từ thông trong động cơ với dòng điện định mức

4. KHẢO SÁT TỪ TRƯỜNG TRONG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ TUYẾN TÍNH ĐƠN BIÊN

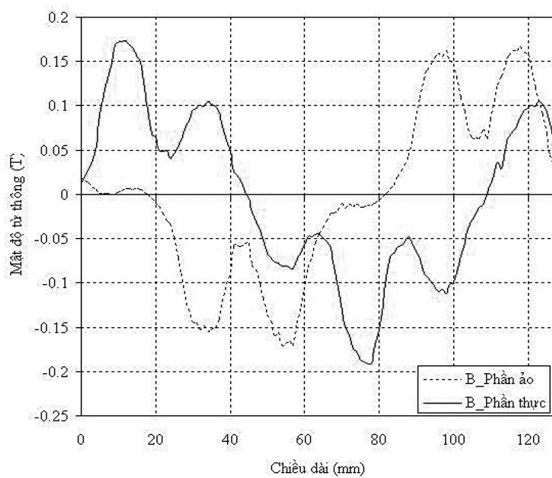
Các đường khảo sát trên mô hình động cơ như hình 3, đường $M_1 N_1$ khảo sát từ trường trong răng rãnh, đường $M_2 N_2$ khảo sát từ trường trong khe hở không khí và đường $M_3 N_3$ khảo sát dòng điện xoáy trong tấm nhôm của động cơ.

Ở chế độ ứng với dòng điện đặt vào các cuộn dây phân sơ cấp định mức, độ lớn cảm ứng từ trong răng và trong khe hở không khí được xác định như hình 4 và hình 5.

Trong trường hợp này, từ trường trong khe hở không khí thấp (0,197T), mạch từ sẽ không bị bão hòa. Từ trường trong khe hở không khí chịu ảnh hưởng lớn đến vận tốc chuyển động của phân sơ cấp. Nguyên nhân là do ảnh hưởng của hiệu ứng đầu cuối đến độ lớn của từ trường trong khe hở không khí theo tỉ lệ thuận với vận tốc, khi phân động chuyển động với vận tốc càng lớn thì từ trường ở phía đầu vào của động cơ giảm xuống càng mạnh (theo hướng chuyển động), đồng thời từ trường ở phía đầu ra tăng lên và mất đi, kéo theo độ lớn từ trường tổng trong khe hở không khí sẽ giảm đi.



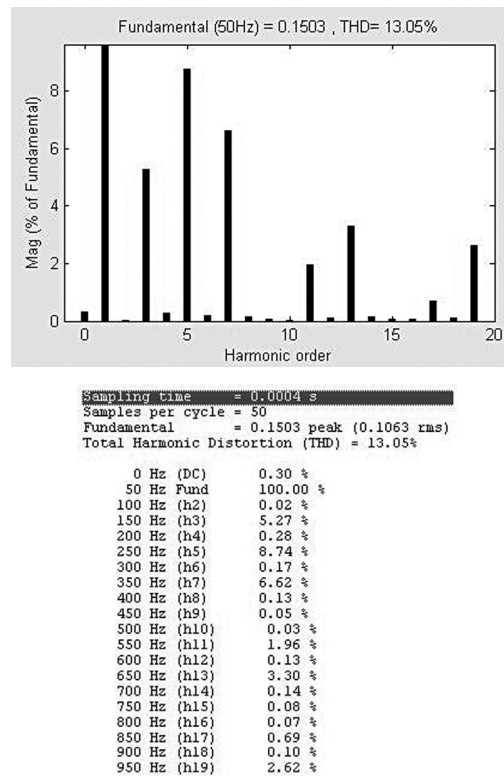
Hình 4. Độ lớn cảm ứng từ B trong răng



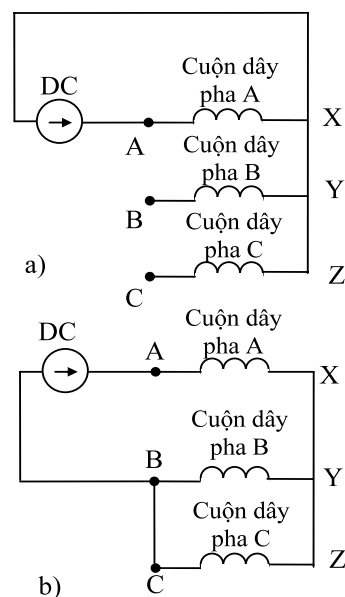
Hình 5. Độ lớn cảm ứng từ B trong khe hở không khí

Với kết quả phân tích các thành phần sóng điều hòa từ thông trong khe hở không khí động cơ KĐB tuyến tính, tỷ lệ tổng các thành phần sóng hài (THD) chiếm 13,05%, sóng hài xuất hiện hầu hết ở các bậc nhưng chủ yếu là ở các bậc 3, bậc 5, bậc 7...

Bên cạnh thành phần từ trường cơ bản sinh ra lực điện từ còn có lực điện từ phụ do các thành phần từ trường bậc cao sinh ra, lực điện từ phụ mang bản chất kim hãm và gây ra các ảnh hưởng khác. Điều này ảnh hưởng không tốt đến độ lớn lực và đặc tính làm việc của động cơ.



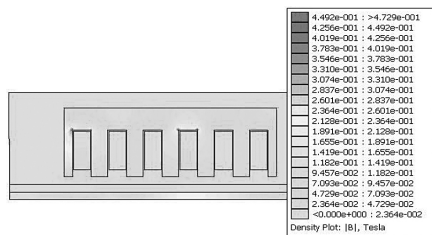
Hình 6. Phổ của sóng điều hòa từ thông trong khe hở không khí



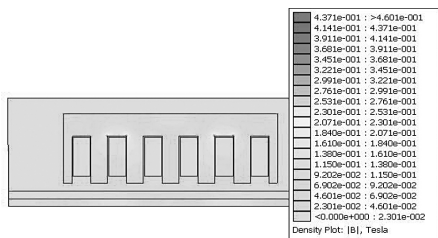
Hình 7. Mô hình kích thích nguồn một chiều các cuộn dây động cơ

Không giống như động cơ điện KĐB quay thông dụng, động cơ KĐB tuyến tính có cấu trúc mạch từ hở. Tùy theo các vị trí tương đối khác nhau của pha A, B và C trong phần sơ cấp mà sức từ động do dòng điện chạy trong dây quấn của mỗi pha sinh ra sẽ không bằng nhau và từ trường mất đối xứng. Để khảo sát vấn đề này, lần lượt kích thích riêng biệt các cuộn dây bằng nguồn một chiều (DC) theo mô hình mạch điện kích thích như hình 7a và 7b.

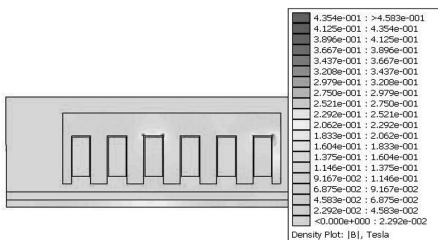
Phân bố mật độ từ thông khi pha A, B và C lần lượt được kích thích riêng biệt theo mô hình 7a được trình bày như hình 8. Giá trị của từ thông lớn nhất tương ứng mỗi trường hợp là 0,4492 T, 0,4371 T và 0,4354 T. Điều này cho thấy có sự khác nhau đáng kể của mật độ từ thông giữa các pha A, B và C. Độ lớn mật độ từ thông B_n (thành phần pháp tuyến), B_t (thành phần tiếp tuyến) dọc theo khe hở không khí như hình 9. Hình dạng sóng của pha A là hình ảnh phản chiếu của hình dạng sóng pha C. Tuy nhiên, hình dạng sóng của pha B thì ngược lại.



Kích thích pha A

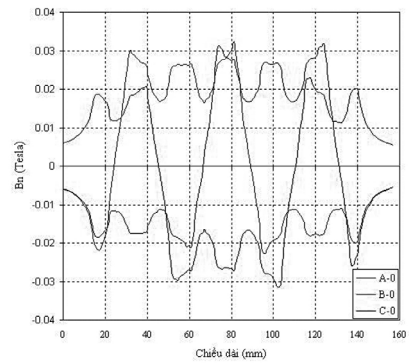


Kích thích pha B

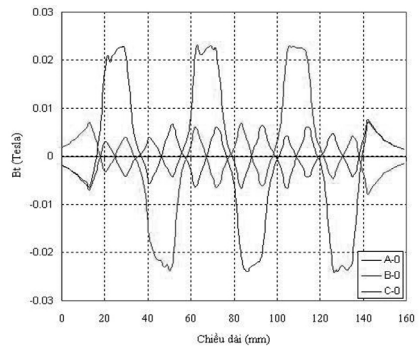


Kích thích pha C

Hình 8. Phân bố mật độ từ thông khi được kích thích nguồn DC

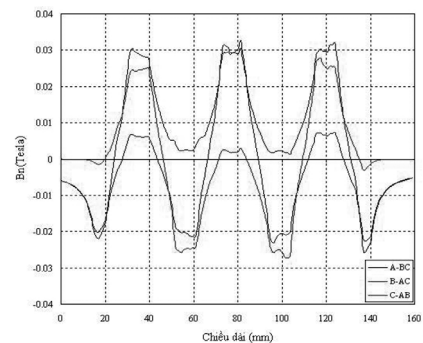


Độ lớn mật độ từ thông B_n

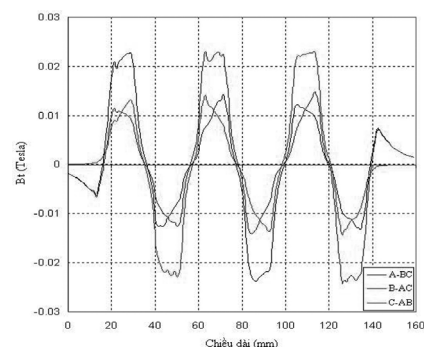


Độ lớn mật độ từ thông B_t

Hình 9. Độ lớn mật độ từ thông dọc theo đường M_2N_2 khi kích thích riêng biệt các pha A, B, C



Độ lớn mật độ từ thông B_n

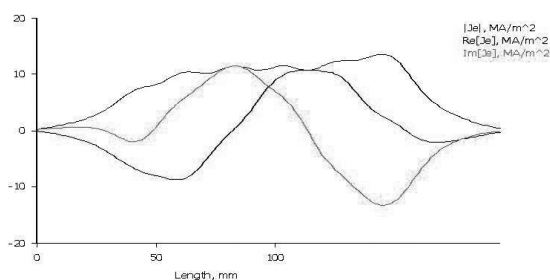


Độ lớn mật độ từ thông B_t

Hình 10. Độ lớn mật độ từ thông dọc theo đường M_2N_2 khi kích thích theo A-BC, B-AC, C-AB

Tương tự, độ lớn mật độ từ thông B_n (thành phần pháp tuyến), B_t (thành phần tiếp tuyến) dọc theo khe hở không khí như hình 10 khi kích thích theo mô hình 7b (A-BC) và B-AC, C-AB. Hình dạng sóng trường hợp kích thích theo A-BC là hình ảnh phản chiếu của hình dạng sóng kích thích theo C-AB, còn hình dạng sóng trường hợp kích thích theo B-AC thì ngược lại. Cho nên, các vị trí tương đối khác nhau của pha A, B và C trong phần sơ cấp dẫn đến tính không đối xứng của từ trường trong động cơ.

Hiện tượng dòng điện xoáy trong tấm nhôm phía thứ cấp, đây là kết quả tự nhiên của hiện tượng từ trường biến thiên theo thời gian do phần sơ cấp sinh ra chuyển động cắt ngang phần thứ cấp, làm cảm ứng trong tấm nhôm một dòng điện xoáy. Thành phần này gây ra những tác động không mong muốn trong động cơ như hiện tượng mất đối xứng của từ trường, sức từ động không sin, làm ảnh hưởng một cách đáng kể đến đặc tính làm việc của động cơ. Mật độ dòng điện xoáy trong tấm nhôm được xác định dọc theo đường M_3N_3 như hình 11.



Hình 11. Mật độ dòng điện xoáy trong tấm nhôm ứng với I_{dm} và $\delta = 5$ mm

5. KẾT LUẬN

Từ trường trong động cơ KĐB tuyến tính đơn biên là từ trường không đối xứng, thành phần sóng hài đáng kể, chiếm 13,05% và chịu ảnh hưởng bởi vận tốc chuyển động của phần sơ cấp. Thành phần dòng điện xoáy trong tấm nhôm phía thứ cấp có độ lớn đáng kể. Điều này gây ra những tác động không mong muốn trong động cơ, làm ảnh hưởng một cách đáng kể đến đặc tính làm việc của động cơ.

Phương pháp phân tử hữu hạn kết hợp với phần mềm FEMM dùng để giải bài toán trường

động cơ KĐB tuyến tính có độ chính xác cao, linh hoạt, đánh giá đúng sự tác động của các hiệu ứng trong động cơ.

Đây có thể xem là nền tảng cơ bản cho nghiên cứu thiết kế động cơ không đồng bộ tuyến tính và để tiến hành phân tích các trạng thái ổn định khi động cơ làm việc và thực hiện mô hình điều khiển phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trương Minh Tân, Nguyễn Thế Công, Lê Văn Doanh. *Về thuật toán thiết kế tối ưu lực động cơ không đồng bộ tuyến tính đơn biên*, Tạp chí KH & CN các trường Đại học kỹ thuật, **2009**, số 70, trang 1-5.
2. Nasar S. A. and Boldea. *Linear Electric Motors*; Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
3. M. Odamura. *Upwind finite element solution for saturated traveling magnetic field problems*, Electrical engineering in Japan, **1985**, 105(4), 126-132.
4. Y. Nozaki, T. Koseki. *Analysis of linear induction motor for HSST and linear metro using finite difference method*, The University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo, Tokyo 113-0033, JAPAN, 2006.
5. T. Sadauskas, A. Smilgevičius, Z. Savickienė. *Distribution of Magnetic Field of Linear Induction Motor*; **2007**, ISSN 1392-1215, electronics and electrical engineering, 4(76).
6. Dr. Ferenc Tóth - Norbert Szabó. *Computing the force of linear machines using finite-element analysis*, Workshop on electrical machines' parameters, Technical University of Cluj-Napoca, 26th, 41-46, 2001.
7. Ali Suat Gercek, Vedat M. Karslt, *Performance prediction of the single sided linear induction motor for transportation considers longitudinal end effect by analytic method*, **2009**, Contemporary engineering sciences, 2(2), 95-104.

Calculating transmission cost in competitive electricity markets for Binh Dinh power transmission networks

Dang Quang Khai¹, Truong Minh Tan^{2,*}, Luong Ngoc Toan²

¹*An Khe - Kanak Hydropower Company*

²*Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University*

Received: 17/11/2017; Accepted: 29/05/2019

ABSTRACT

In the competitive electricity market, the transmission network plays a central role although transmission costs only account for a fraction in the total cost of the power sector. Having a transmission costing system that is efficient and consistent with all market structures in different places is very difficult. Many methods for calculating transmission cost have been investigated, in which the marginal participation method has several distinct advantages such as fast calculation speed, simplicity, fairness for customers and the use of transmission charges in the EU, India, Brasil, Combia, ... This paper studies on the application of marginal participation method in determining the transmission cost for Binh Dinh power transmission networks to ensure full charge and fairness for both buyers and sellers in the competitive electricity market.

Keywords: *Power transmission network, competitive electricity market, transmission cost.*

*Corresponding author.

Email: truongminhtan@qnu.edu.vn

Xác định phí truyền tải trong thị trường điện cạnh tranh cho lưới truyền tải Bình Định

Đặng Quang Khải¹, Trương Minh Tấn^{2,*}, Lương Ngọc Toàn²

¹Công ty Thủy điện An Khê - Kanak

²Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 17/11/2017; Ngày nhận đăng: 29/05/2019

TÓM TẮT

Trong thị trường điện cạnh tranh, hệ thống lưới điện truyền tải đóng vai trò trung tâm mặc dù phí truyền tải chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng chi phí của ngành điện. Việc có được một hệ thống xác định phí truyền tải hiệu quả, phù hợp với tất cả các cơ cấu thị trường ở những nơi khác nhau là rất khó khăn. Nhiều phương pháp tính phí truyền tải đã được nghiên cứu, trong đó phương pháp tham gia biên có nhiều ưu điểm rõ rệt như tốc độ tính nhanh, dễ hiểu, công bằng đối với khách hàng và được sử dụng tính phí truyền tải ở EU, India, Brasil, Combia,... Bài báo này nghiên cứu ứng dụng phương pháp tham gia biên trong việc xác định phí truyền tải cho lưới điện Bình Định nhằm đảm bảo thu đủ phí và tính công bằng cho cả người mua và bán điện trong thị trường điện cạnh tranh.

Từ khóa: Lưới điện truyền tải, thị trường điện cạnh tranh, phí truyền tải.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm vừa qua, quá trình cải tổ và cơ cấu lại ngành điện đã diễn ra ở nhiều nước trên thế giới với mục tiêu là nâng cao hiệu quả hoạt động và hiệu quả đầu tư của các Công ty Điện lực Quốc gia, tăng cường tính cạnh tranh ở cả 3 khâu: sản xuất, bán buôn và bán lẻ điện năng bằng cách thiết lập thị trường điện và tư nhân hóa một hay nhiều bộ phận của Công ty Điện lực Quốc gia.

Ở Việt Nam, lộ trình hình thành và phát triển thị trường điện đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo Quyết định 26/2006/QĐ-TTg ngày 26/01/2006. Việc xây dựng thị trường điện cạnh tranh bao gồm 3 cấp độ: thị trường phát điện cạnh tranh (2005 - 2014); thị trường bán buôn điện cạnh tranh (2015 - 2022) và thị trường bán lẻ điện cạnh tranh (từ 2022).

Trong thị trường điện cạnh tranh thì hệ thống lưới điện truyền tải sẽ đóng vai trò trung tâm, mặc dù phí truyền tải (phí liên quan đến tổn thất công suất, phí gây ra bởi nghẽn mạch, phí cố định của hệ thống điện, phí dịch vụ phụ) chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng chi phí của ngành điện, việc có được một hệ thống định phí truyền tải hiệu quả, phù hợp với tất cả các cơ cấu thị trường ở những nơi khác nhau là rất khó khăn. Những phương pháp tính phí truyền tải như phương pháp MW - km;^{1,2} phương pháp “tem thu”;⁷ phương pháp tham gia biên - MP;^{2,4,5,6} phương pháp tham gia trung bình - AP^{4,5}... đã được nghiên cứu nhằm mục đích xác định phương pháp tính toán, phương pháp giảm chi phí trong quy hoạch và vận hành; bảo đảm an toàn cho hệ thống điện; bảo đảm cơ hội sử dụng lưới điện một cách công bằng cho mọi khách hàng; nâng cao khả năng tải của lưới truyền tải

*Tác giả liên hệ chính.

Email: truongminhtan@qnu.edu.vn

điện khi cần thiết để hạn chế nghẽn mạch, gọi vốn đầu tư;...

Trong các phương pháp đã nêu, phương pháp tham gia biên có nhiều ưu điểm rõ rệt như tốc độ tính nhanh, dễ hiểu và công bằng đối với khách hàng. Đồng thời được sử dụng tính phí truyền tải ở EU, India, Brasil, Combia...^{3,5,6} Bài báo này, nghiên cứu ứng dụng phương pháp tham gia biên trong việc xác định phí truyền tải cho lưới điện truyền tải điện Bình Định nhằm đảm bảo thu đủ phí và tính công bằng cho cả người mua và bán điện trong thị trường điện cạnh tranh.

2. PHƯƠNG PHÁP THAM GIA BIÊN MP (MARGINAL PARTICIPATION)

Theo phương pháp này, khách hàng trả phí truyền tải theo sự tham gia của mình vào từng đường dây tải điện cụ thể. Mỗi khách hàng chỉ trả phí truyền tải cho đường dây mà công suất giao dịch của họ đi qua, phí này được chia theo tỷ lệ tham gia của tất cả khách hàng có công suất đi qua đường dây.

Nội dung phương pháp tham gia biên bao gồm các bước sau:^{2,4,5,6}

B1. Lập các kịch bản: Công suất đỉnh và ngoài đỉnh theo từng mùa xuân, hạ, thu, đông hay cách chia mùa khác tùy theo tình hình cụ thể của từng nước. Ký hiệu kịch bản là e.

B2. Tính độ nhạy của dòng điện trên từng đường dây theo sự biến thiên đơn vị (1 MW) của công suất phát hay tải của từng nút i. Tính cho từng kịch bản.

Mỗi kịch bản e tính:

Tính trạng thái cơ sở theo số liệu thị trường kết hợp dự báo: tính phân bố dòng công suất trên các đường dây, dùng phương pháp dòng điện một chiều, tính được dòng công suất trên đường dây l là F_{lc} .

Tính dòng công suất khi chỉ công suất nút i biến đổi 1 MW, để bù vào cho công suất nút cân bằng biến đổi 1 MW hoặc tất cả các nút đều biến đổi theo tỷ lệ (nút cân bằng ảo). Trong thực tế, nút cân bằng thường được chọn gần trung tâm

phụ tải lớn. Tính dòng công suất trên từng đường dây l khi công suất ở từng nút tăng thêm 1 MW.

Hệ số tham gia của nút i vào dòng công suất trên đường dây l trong kịch bản e:

$$u_{eil} = \left(|F_l^i| - |F_l| \right) P_e \quad (1)$$

Chỉ tính cho trường hợp $|F_l^i|$ trùng dấu với $|F_l|$

Trong đó:

F_{lc} : Dòng công suất trên đường dây l trong trường hợp cơ sở.

F_l^i : Dòng công suất trên đường dây l trong kịch bản e do tăng công suất nút i lên 1 MW gây ra.

P_e : Công suất nút i trong kịch bản e.

Tính hệ số tham gia biên của nút i và đường dây l trong kịch bản e:

$$K_{eil} = \frac{u_{eil}}{\sum_i u_{eil}} \quad (2)$$

B3. Tính dòng công suất của nút i tham gia vào dòng công suất trên đường dây l trong trường hợp cơ sở F_{lc} :

$$F_{eil} = K_{eil} \cdot F_{lc} \quad (3)$$

Thu nhập yêu cầu trung bình trong kịch bản e (khoảng thời gian) C_1 của đường dây l được phân chia cho nút i theo hệ số tham gia biên của nút i:

$$Cost_{eil} = C_1 \frac{F_{eil}}{CAP_l} \quad (4)$$

Ở đây: CAP_l là khả năng tải của đường dây.

Chi phí chỉ tính cho phần công suất tải thực tế trên đường dây. Trong thực tế F_{lc} nhỏ hơn CAP_l nên không thu được toàn bộ thu nhập yêu cầu của đường dây, nếu đường dây non tải thì chi phí thu được sẽ rất ít, phần còn thiếu được thu bằng phương pháp khác, chẳng hạn bằng phương pháp “tem thu”.

3. XÁC ĐỊNH PHÍ TRUYỀN TẢI CHO LƯỚI TRUYỀN TẢI ĐIỆN BÌNH ĐỊNH

Sơ đồ lưới điện 110 kV Bình Định như

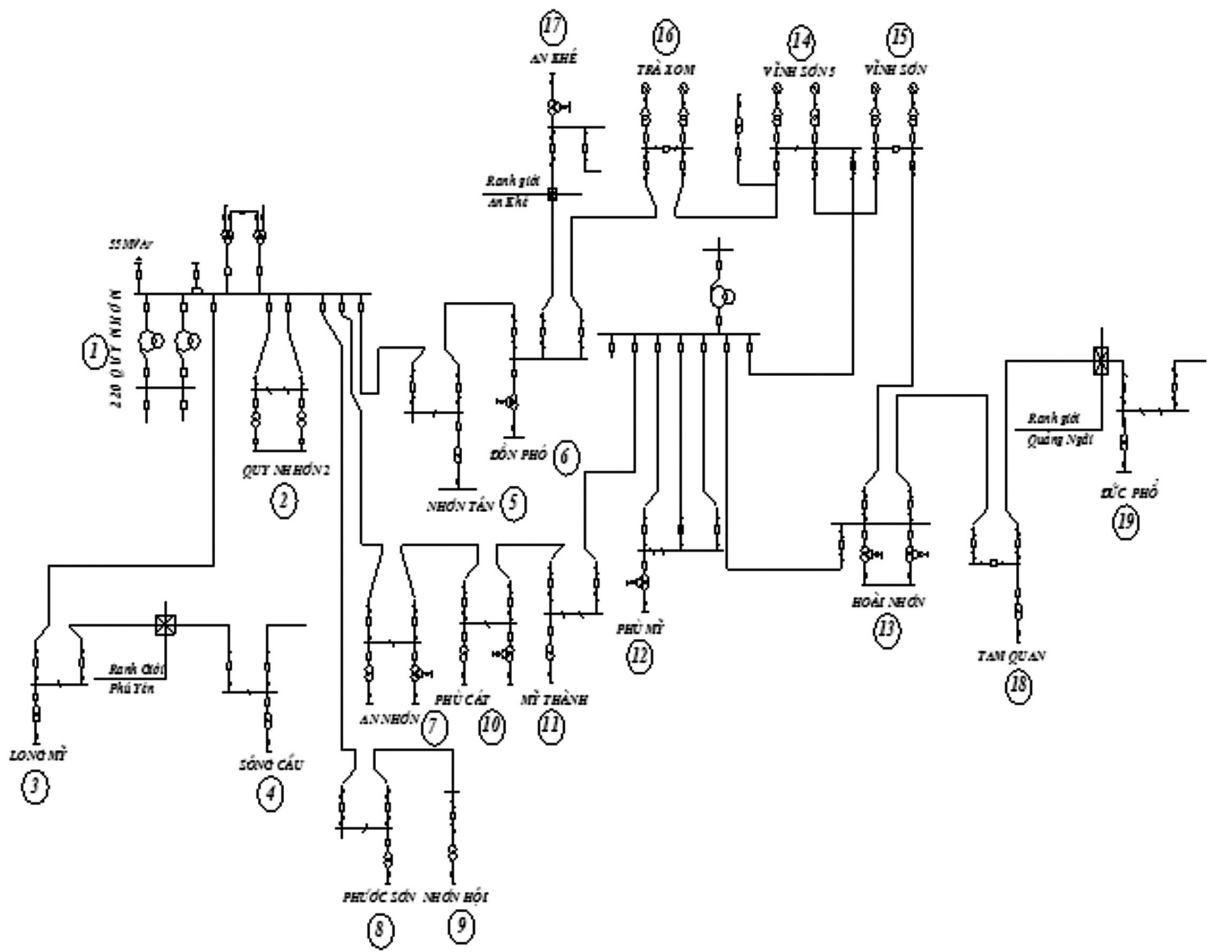
hình 1, với các nguồn thủy điện: Vĩnh Sơn, Vĩnh Sơn 5, Trà Xom và nguồn lưới điện: kết nối Trạm biến áp Quy Nhơn 220 kV, đường dây Đức Phổ và Sông Cầu, thông số nút và nhánh trình bày như bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Thông số nút

Nút	P_G (MW)	$P_{\text{tải}}$ (MW)	$Q_{\text{tải}}$ (MW)
1	250	0	0
2	0	63,3	10,1
3	0	15	7,1
4	0	0	0
5	0	16,1	2,9
6	0	15	1,5
7	0	42,7	7,4
8	0	18,8	1,7
9	0	17	2,2
10	0	37,8	8,4
11	0	55,5	21,7
12	0	18,8	3,2
13	0	35	8,5
14	22	0	0
15	66	0	0
16	20	0	0
17	0	0	0
18	0	23	5,9
19	0	0	0

Bảng 2. Thông số nhánh

Nút đi	Nút đến	R (Ohm)	X (Ohm)	B ($S.10^{-6}$)
1	2	1,234	4,03	27,96
1	3	0,919	2,343	15,598
3	4	1,251	3,19	21,244
1	5	0,241	0,614	4,087
5	6	4,781	12,189	81,161
1	7	2,049	5,224	34,788
1	8	1,642	5,361	37,199
8	9	1,705	5,567	38,626
7	10	2,689	6,855	45,645
10	11	5,252	13,389	89,15
11	12	3,437	8,762	58,344
12	13	3,975	10,135	67,485
12	14	5,408	17,664	122,555
15	14	1,926	4,91	32,692
14	16	1,161	2,96	19,707
16	6	7,127	18,168	120,975
6	17	1,945	4,959	33,019
15	13	7,372	18,794	125,144
13	18	2,86	7,29	48,543
18	19	3,644	9,29	61,859



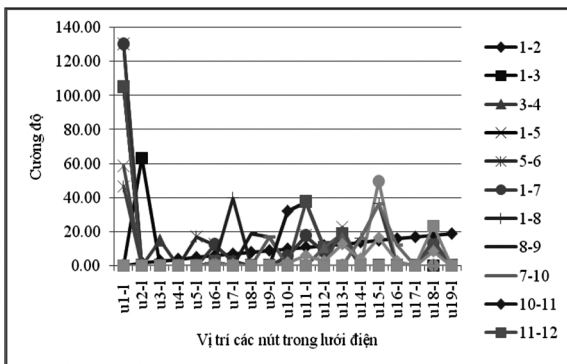
Hình 1. Sơ đồ lưới điện 110 kV Bình Định

Sử dụng phần mềm chuyên dụng PowerWorld và Matlab để tính toán. Kết quả tính bằng mô hình một chiều cho 1 kịch bản, dòng công suất trên các nhánh trong chế độ cơ sở và chế độ tăng thêm 1 MW ở từng nút: N - nguồn, T - tải được thể hiện ở bảng 3.

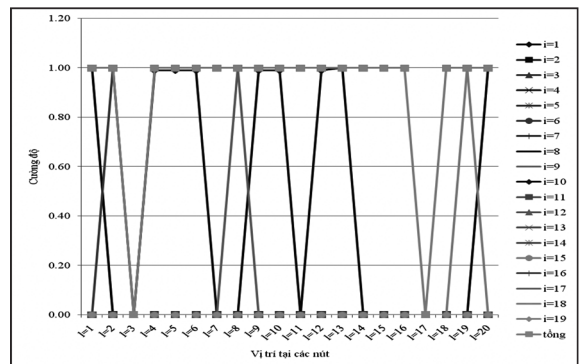
Bảng 3. Dòng công suất trên các nhánh trong chế độ cơ sở và chế độ tăng thêm 1 MW

Nút đi	Nút đến	Cơ sở	1-N	3T	2T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	11T	12T	13T	14N	15N	16N	17T	18T	19T
1	2	63,3	63,3	63,3	64,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3
1	3	15	15	16	15	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
3	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	26,8	67,79	26,8	26,8	26,8	27,79	27,64	26,87	26,8	26,8	26,95	27,12	27,23	27,27	26,23	26,25	26,19	27,64	27,27	27,27
5	9	9,7	50,69	9,7	9,7	9,7	9,69	10,54	9,77	9,7	9,7	9,85	10,02	10,13	10,17	9,13	9,15	9,09	10,54	10,17	10,17

105,33	35,8	17	62,63	24,83	-30,47	4,37	-53,64	10,47	-15,17	4,83	0	55,53	24,4	1
105,33	35,8	17	62,63	24,83	-30,47	4,37	-53,64	10,47	-15,17	4,83	0	55,53	24,4	0
104,96	35,8	17	62,26	24,46	-30,84	3,79	-53,43	10,89	-14,54	5,46	1	55,11	23,4	0
104,41	35,8	17	61,71	23,91	-31,39	3,6	-53,79	10,7	-15,09	5,91	0	55,3	23,4	0
104,35	35,8	17	61,65	23,85	-31,45	3,48	-53,73	11,58	-14,15	5,85	0	55,42	23,4	0
104,37	35,8	17	61,67	23,87	-31,43	3,58	-53,81	10,68	-14,13	5,87	0	55,32	23,4	0
105,33	35,8	17	62,63	24,83	-30,47	4,37	-53,64	10,47	-15,17	4,83	0	55,53	23,4	0
105,37	35,8	17	62,67	24,87	-30,43	3,58	-53,81	10,68	-15,13	4,87	0	55,32	23,4	0
105,48	35,8	17	62,78	24,98	-31,32	3,62	-53,74	10,72	-15,02	4,98	0	55,28	23,4	0
105,65	35,8	17	62,95	24,15	-31,15	3,68	-53,63	10,78	-14,85	5,15	0	55,22	23,4	0
104,8	36,8	18	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
104,8	36,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
105,73	35,8	17	62,03	24,23	-31,07	3,71	-53,57	10,81	-14,77	5,23	0	55,19	23,4	0
104,96	35,8	17	62,26	24,46	-30,84	3,79	-53,43	10,89	-14,54	5,46	0	55,11	23,4	0
104,81	35,8	17	62,11	24,31	-30,99	3,73	-53,53	10,83	-14,69	5,31	0	55,17	23,4	0
104,8	35,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
104,8	35,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
104,8	35,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
104,8	35,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
137,86	35,8	17	95,16	57,36	2,06	22,13	-38,87	-44,82	-55,69	-35,69	0	36,77	23,4	0
104,8	35,8	17	62,1	24,3	-31	3,73	-53,53	10,83	-14,7	5,3	0	55,17	23,4	0
7	8	6	10	11	12	13	14	14	16	9	17	13	18	19



Hình 2. Giá trị u_{ii} tại các nút



Hình 3. Giá trị k_{ii} tại các nút

Từ kết quả tính thấy rằng, phí truyền tải của đường dây được tính theo phụ tải điện tham gia cho đường dây đó, tùy theo mức độ nhiều hay ít mà tỷ lệ phần trăm tính phí thay đổi. Chẳng hạn, phụ tải điện tại các nút 8 và 9 phải trả phí truyền tải cho đường dây 1 - 8 lần lượt là 53% và 47%, phụ tải điện tại nút số 9 phải trả phí truyền tải cho đường dây 8 - 9 hầu như 100% vì chỉ phụ tải 9 sử dụng đường dây này.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả tính thấy rằng phương pháp tham gia biên cho kết quả rất công bằng, phụ tải điện nào sử dụng đường dây nào nhiều hơn sẽ phải trả phí truyền tải cho đường dây đó.

Phương pháp tham gia biên cũng cho các thông tin hữu ích về lưới điện, giúp cho các đơn vị quản lý lưới truyền tải khi quy hoạch phát triển lưới truyền tải một cách hiệu quả.

Phương pháp tham gia biên được ứng dụng trong việc xác định phí truyền tải cho lưới điện truyền tải điện Bình Định, kết quả tính toán phù hợp, công bằng với điều kiện vận hành thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Giáp. *Đánh giá hệ thống truyền tải điện Việt Nam và tính toán phí sử dụng lưới điện truyền tải*, luận án tiến sĩ, ĐHBK Hà Nội, 2010.
2. Lê Quang Hải, Trần Bách, Vũ Văn Thắng. *Nghiên cứu tính phí truyền tải trong thị trường điện theo phương pháp tham gia biên*, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **2013**, 21-25.
3. M. Barie. *Electricity markets, investment, performance and analysis*, John Wileyandsons, 1998.
4. B. Constantin, V. Gheorghe, K. Stefan, A. Petru, J. Dan. *Transmission Cost Allocation Methods. Casestudyfor the South - West side of the Romanian Power System*, *8th WSEAS International Conference on POWER SYSTEMS (PS2008)*, Santander, Cantabria Spain, 2008.
5. *Central electricity regulatory commission, Formulating pricing methodology forinter-state transmission in India*, 2009.
6. S. Gerd, W. Ivar, S. Hanne, B. Jørgen, U. Kjetil, R. Tpron, Å. Frode. *Transit in the European Power Market*, SINTEF Energy Research, 2007.
7. M. James, M. Lamine. *Economic Market Design and Planning for Electric Power Systems*, Copyright © 2010 Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010.

Ứng xử của dầm Timoshenko trên nền đàn nhớt phi tuyến chịu tải trọng di động

Đoàn Kiều Văn Tâm

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 11/03/2019; Ngày nhận đăng: 30/05/2019

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu ứng xử động lực học của dầm Timoshenko trên nền đàn nhớt phi tuyến bậc ba chịu tải trọng di động. Dầm hữu hạn có tiết diện không đổi được mô tả theo lý thuyết dầm Timoshenko. Mô hình nền là nền đàn nhớt phi tuyến bậc ba với sáu thông số độc lập. Vì vậy, ứng xử của chuyển vị phi tuyến bậc ba, tác động đồng thời của thông số cắt biến dạng dầm và thông số cắt biến dạng nền đều được kể đến. Phương pháp Galerkin và phép cầu phương tích phân được áp dụng để biến đổi hệ phương trình vi phân chủ đạo thành hệ phương trình vi phân thường. Nghiệm của bài toán là chuyển vị của dầm theo thời gian được xác định bằng phương pháp tích phân từng bước trên toàn miền thời gian Newmark. Kết quả số chỉ ra ảnh hưởng của các thông số đến tốc độ hội tụ của chuỗi Galerkin và chuyển vị của dầm.

Từ khóa: *Dầm Timoshenko, phi tuyến, nền đàn nhớt, tích phân số.*

* Tác giả liên hệ chính.

Email: dkvtam@ftt.edu.vn

Response of Timoshenko beam on nonlinear viscoelastic foundation subjected to a moving load

Doan Kieu Van Tam

Department of Engineering and Technology, Quy Nhon University

Received: 11/03/2019; Accepted: 30/05/2019

ABSTRACT

The paper studies the dynamic response of a Timoshenko beam resting on a third order nonlinear viscoelastic foundation subjected to a moving load. Basing on the theory Timoshenko, a single beam with a constant cross-section is described. The foundation modal is taken as the third order nonlinear viscoelastic foundation with six independent parameters. Therefore, responses of the third order nonlinear deflection, the effects at the same time of the shear deformable beams and the shear deformation of foundation are considered. The Galerkin method and considering integral quadrature method are utilized to transform differential governing equations of motion into the ordinary differential equations. The numerical integration Newmark method is used to solve differential equations and root of equations which is deflection of beam is determined. The numerical results show the dependence of the convergence rate of the Galerkin truncation and the vertical deflection of the beam on system parameters.

Keywords: *Timoshenko beam, nonlinear, viscoelastic foundation, numerical integration.*

1. INTRODUCTION

The analysis about the response of beams resting on different types of foundations subjected to moving load is one of things attracting researches all over the world. This study is used to model, investigate and estimate response of popular structures in civil, industry, traffic... such as bridges, railway, airport pavements, transversally supported pipelines and so on. The available choice model foundation depends on mechanical soil and interaction between beam and foundation in practice. Winkler foundation model has mathematical simplicity but it is mostly considered to represent the elastic foundation⁷. However, Winkler foundation model does not accurately represent the continuous characteristics of foundations because the interaction between the lateral springs is not taken into account in this model.

This disadvantage is overcome by including second parameter foundation that indicates the interaction among the linear elastic springs, is seted on stretched membrane; beam or plate with flexural rigidity; shear layer. For instance, Filonenko-Borodich foundation model, Hetenyi foundation model or Pasternak foundation model^{6,9} are used.

With the development of the studies on dynamic response of beams resting on a linear foundation, researchers began to pay attention to vibration of elastic beams resting on nonlinear viscoelastic foundation. T.Dahlberg³ obtained some results arising from moving load and found that the nonlinear model simulated the beam deflection fairly well as compared to measurements, where the linear model did not. That is to say, the influence of foundation's nonlinear cannot be omitted. Ding

* Corresponding author.

Email: dkvtam@ftt.edu.vn

et al⁴ investigated the dynamic response of infinite Timoshenko beams lying on nonlinear foundation subjected to a moving concentrated force, using the Adomian decomposition method and perturbation method.

In this paper, the dynamic response of a finite Timoshenko beam on a third order nonlinear viscoelastic foundation are numerically determined via the Galerkin method. The responses of third order nonlinear deflection, the effects at the same time of the shear deformable beams and the shear deformation of foundations are considered, as well as the viscoelasticity.

2. EQUATION OF MOTION

The system under investigation includes beam, foundation, and load, as shown in Fig. 1. Consider a homogeneous beam with a constant cross-section A , a moment of inertial I , a length L , a density ρ , a modulus of elasticity E , a shear modulus G , and an effective shear area $k'A$. F_0, V represent respectively the magnitude of the load and the load speed. The foundation is taken as a nonlinear Pasternak foundation with linear plus cubic stiffness and viscous damping as follows:

$$P_f(X, T) = k_1 U(X, T) + k_3 U^3(X, T) + \mu \frac{\partial U(X, T)}{\partial T} - G_p \frac{\partial^2 U(X, T)}{\partial X^2} \quad (1)$$

$$M_f(X, T) = k_f \psi(X, T) + c_f \frac{\partial \psi(X, T)}{\partial T}$$

Where P_f, M_f represent the force, moment included by the foundation per unit length of the beam, k_1, k_3 are the linear and nonlinear foundation parameters, respectively. G_p, μ are the shear deformation coefficient and the damping coefficient of the foundation, respectively, T is the time, X, U are the spatial coordinate along the axis of the beam and the vertical displacement function, respectively.

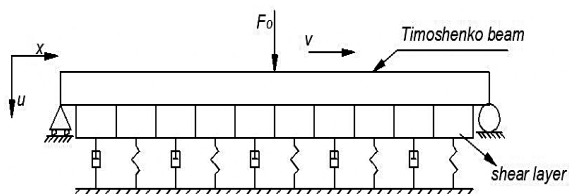


Figure 1. The model of a finite Timoshenko beam on a nonlinear viscoelastic Pasternak foundation

Using the Timoshenko beam theory and considering load balancing, the governing differential equation of motion for the beam developed as:

$$\rho A \frac{\partial^2 U}{\partial T^2} + k'AG \left[\frac{\partial \psi}{\partial X} - \frac{\partial^2 U}{\partial X^2} \right] + k_1 U + k_3 U^3 + \mu \frac{\partial U}{\partial T} - G_p \frac{\partial^2 U}{\partial X^2} = F_0 \delta(X - VT) \quad (2)$$

$$\rho I \frac{\partial^2 \psi}{\partial T^2} - EI \frac{\partial^2 \psi}{\partial X^2} + k'AG \left[\psi - \frac{\partial U}{\partial X} \right] + k_f \psi + c_f \frac{\partial \psi}{\partial T} = 0$$

Where k_f, c_f are foundation rocking stiffness and damping coefficients, $\psi(X, T)$ is the slope function due to bending of the beam, $\delta(X - VT)$ is the Dirac delta function used to deal with the moving load concentrated load.

The Galerkin truncation method¹ is used to discretize the system and the series expansion forms for $u(x, t)$ and $\psi(x, t)$ with simply supported condition are assumed as:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} q_k(t) \phi_k(x), \quad \phi_k(x) = \sin(k\pi x) \quad (3)$$

$$\psi(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \xi_k(t) v_k(x), \quad v_k(x) = \cos(k\pi x)$$

Where $\phi_k(x), v_k(x)$ are the trial functions, $q_k(t), \xi_k(t)$ are sets of generalized displacements.

Weight function is taken as trial function itself for the Galerkin method. With the normal orthonormal condition, the simply supported boundary conditions lead to the following equations:

$$\int_0^1 \phi_k(x) w_i(x) dx = \begin{cases} 0 & k \neq i \\ 1/2 & k = i \end{cases} \quad (4)$$

$$\int_0^1 \psi_k(x) w_i(x) dx = \begin{cases} 0 & k \neq i \\ 1/2 & k = i \end{cases}$$

Using Eq (4) and considering Differential Quadrature method² yields

$$\ddot{q}_i(t) + \mu \dot{q}_i(t) + \left[k_1 + G_p (k\pi)^2 + \alpha (k\pi)^2 \right] q_i(t) + 2k_3 \sum_{j=1}^N I_j F_j w_i(x_j) - \alpha (i\pi) \xi_i(t) = 2F_0 w_i(vt) \quad (5)$$

$$\ddot{\xi}_i(t) + c_f \dot{\xi}_i(t) + \left[k_f + (k\pi)^2 + \beta \right] \xi_i(t) - \beta (i\pi) q_i(t) = 0$$

$i = 1, 2, \dots, n$

The above mentioned ordinary differential equations can be solved via the numerical integration Newmark method and roof of equations which is deflection of beam are determined.

3. NUMERICAL RESULTS

Numerical examples are given for investigating model truncation convergence and the effect of parameters are displayed in this part. The physical and geometrical properties of the Timoshenko beam, foundation and the moving load are listed in Table 1.

Table 1. Properties of the beam, foundation and load

	Item	Value	Dimensionless value
Beam	Young’s modulus E / GPa	6.998	-
	Shear modulus G / GPa	77	-
	Mass density $\rho / kg.m^{-3}$	2373	-
	Height of pavement h / m	0.3	-
	Width of pavement b / m	1.0	-
	Length L / m	160	-
	Shear coefficients k'	0.4	-
	α	-	4.401
Foundation	β	-	1.502×10^7
	Linear stiffness k_1 / MPa	8	97.552
	Nonlinear stiffness $k_3 \times MN.m^{-4}$	8	2.497×10^6
	Viscous damping $\mu / MN.s.m^{-2}$	0.3	39.263
	Shear deformation coefficient G_p / N	6.669×10^7	0.0318
	Rocking stiffness k_f / N	10^8	1.626×10^5
	Rocking damping coefficient $c_f / N.s$	1.5×10^6	2.618×10^4
Movinng load	Load F_0 / N	2.126×10^6	1.01×10^{-4}
	Speed $V / m.s^{-1}$	20	0.01165

The vertical deflection of beam center with time is shown in Fig. 2. The Galerkin truncation term is set to five cases, namely $n = 25, n = 40, n = 45, n = 50, n = 60$. There are large differences between the $n = 25$, with the $n = 45$, and there are discernible differences between the $n = 40$, with the $n = 45$. Moreover, the results of $n = 45, n = 50, n = 60$ are almost the same. Therefore, the $n = 45$, is accurate enough for analyzing the dynamic response of beam. The results are in agreement with reference⁸ and the results showed that the convergence rate of equations root is faster when comparing the numerical integration Newmark method and the fourth-order Runge-Kutta method ($n = 45 < n = 150$).

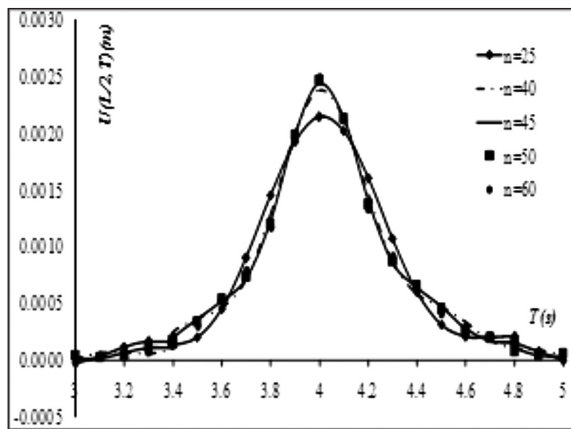


Figure 2. The vertical deflection of the beam’s midpoint

The effects of the shear modulus of a beam and the shear deformation coefficient of its viscoelastic nonlinear foundation on the deflections of the beam are illustrated in Fig.3 and Fig.4, respectively. It is clear that the maximum value of the dynamic deflection occurs almost at the mid-span of the beam. As seen from the simulation results, the biggest deflections decrease with the increase of shear modulus of beams and the increase of shear deformation coefficient of foundations. It should be noted that a Timoshenko beam model gradually become a Euler-Bernoulli beam model when value of G decreases. So the maximum deflection of a Timoshenko beam is much smaller than a Euler-Bernoulli beam. This conclusion corresponds with the results of Ref⁴. Moreover, with value $G_p = 0$, a Pasternak

foundation turns into a Winkler foundation. That is to say, the maximum deflection of a Timoshenko beam on a Pasternak foundation is much smaller than that of a beam on a Winkler foundation. It is noted that this conclusion corresponds with the result of Ref.⁵

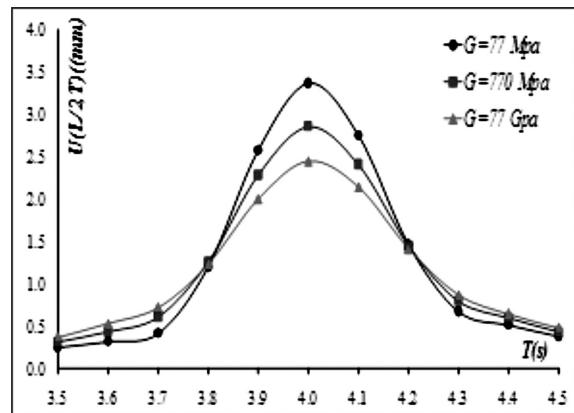


Figure 3. Effects of the shear modulus of the beam on the deflection of the beam

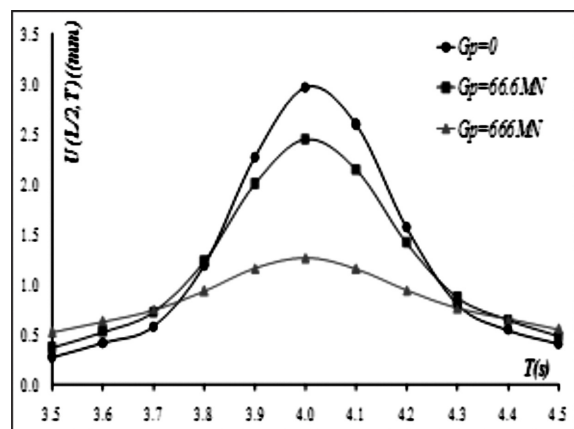


Figure 4. Effects of the shear deformation coefficient of the foundation on the deflection of the beam

4. CONCLUSIONS

This paper is built a model problem includes: a finite Timoshenko beam; A nonlinear viscoelastic with many independent parameters; And moving load. The governing different equations of motion for the beam is developed using the load balancing and the Timoshenko beam theory. Basing on the Galerkin method and considering the numerical integration method are used to solve differential equations. The root

of equations which is deflection of beam are determined. The numerical investigation shows the effect of the shear modulus of beam and the shear deformation coefficient to the dynamic response of the beam and the convergence of the Galerkin truncation.

REFERENCES

1. C.A.J. Fletcher. *Computational Galerkin Method*, Springer-Verlag, Newyork, 1984.
2. C. Shu. *Differential Quadrature and Its Application in Engineering*, Springer-Verlag, London, 2000.
3. T. Dahlberg. Dynamic interaction between train and nonlinear railway track model, *Proceedings of the Fifth European Conference on Structural Dynamics*, **2002**, 2, 1155-1160.
4. H. Ding, K.L. Shi, L.Q. Chen, S.P. Yang. Dynamics response of an infinite Timoshenko beam on a nonlinear viscoelastic foundations to a moving load, *Nonlinear Dynamics*, **2013**, 73, 285-298.
5. H. Ding, L.Q. Chen, S.P. Yang. Convergence of Galerkin truncation for dynamic response of finite beams on nonlinear foundations under a moving load, *Journal of Sound and Vibration*, **2012**, 331, 2426-2442.
6. M.H. Kargarnovin, D. Younesian. Dynamics of Timoshenko beams on Pasternak foundations under moving loads, *Mechanical Research Communications*, **2004**, 31, 713-723.
7. D. Thambiratnam, Y. Zhuge. Dynamic analysis of beams on an elastic foundation subjected to moving loads, *Journal of Sound and Vibration*, **1996**, 198, 149-169.
8. Y. Yang, H. Ding, L.Q. Chen. Dynamics response to a moving load of a Timoshenko beam resting on a nonlinear viscoelastic foundations, *Acta Mechanica Sinica*, **2013**, 29(5), 718 - 727.
9. D. Younesian, M.H. Kargarnovin. Response of the beams on random Pasternak foundations subjected to harmonic moving loads, *Journal of Mechanical Science and Technology*, **2009**, 23, 3013-3023.

Độ bền ăn mòn và bền mài mòn của các lớp phủ điện hóa Nano-, Micro chức năng

Nguyễn Đức Hùng^{1*}, Lê Thị Phương Thảo², Mai Văn Phước³, Trần Thị Vân Nga⁴

¹*Viện Công nghệ môi trường, VAST, 18 Hoàng Quốc Việt, Quận Cầu Giấy, Hà Nội*

²*Trường Đại học Mở - Địa chất, 18 Phố Viên, Quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

³*Viện Hóa học - Vật liệu, 17 Hoàng Sâm, Quận Cầu Giấy, Hà Nội*

⁴*Trường Đại học Giao thông vận tải, Cầu Giấy, Quận Đống Đa, Hà Nội*

Ngày nhận bài: 23/11/2018; Ngày nhận đăng: 07/01/2019

TÓM TẮT

Các lớp phủ điện hóa chức năng: Ni-TiO₂ kỵ nước, Ni-CeO₂-CuO xúc tác, và Ni-CBN cắt, mài mòn đều cần phải bền và chống ăn mòn để đảm bảo sự ổn định trong quá trình sử dụng. Sự hiện diện của các hạt nano và micro trợ về mặt hóa học trong lớp phủ tổ hợp dẫn đến thay đổi kết cấu bề mặt và tăng khả năng chống ăn mòn. Các hạt nano TiO₂ có tính kỵ nước cao, làm giảm sự ngưng tụ độ ẩm bề mặt và giảm tốc độ ăn mòn xuống $i_{\text{Corr}} = 2,23 \cdot 10^{-7} \text{ A/dm}^2$ ($1,14 \cdot 10^{-4} \text{ mm/năm}$). Các hạt nano CeO₂-CuO trợ về mặt hóa học, do đó sự hiện diện của chúng trong các lớp nanocomposite Ni-CeO₂ cũng làm thay đổi cấu trúc bề mặt, tính chất điện hóa và cơ học của vật liệu composite. Do đó, tốc độ ăn mòn cũng giảm xuống $i_{\text{Corr}} = 1,601 \cdot 10^{-5} \text{ A/dm}^2$ ($0,1972 \text{ mm/năm}$). Tương tự, sự hiện diện của các hạt CBN cứng và trợ về mặt hóa học trong lớp phủ tổ hợp micro Ni-CBN cũng làm tăng khả năng bền mài mòn đối với giá trị G là 1789,06 tương đương với sản phẩm của Nhật Bản và giảm tốc độ ăn mòn với $i_{\text{Corr}} = 7,713 \cdot 10^{-6} \text{ A/dm}^2$ ($4,253 \cdot 10^{-2} \text{ mm/năm}$).

Từ khóa: *Lớp mạ điện hóa nano, micro chức năng, bền ăn mòn, lớp mạ xúc tác, lớp mạ kỵ nước, lớp mạ mài cắt.*

**Tác giả liên hệ chính.*

Email: nguyenduchung1946@gmail.com

Corrosion stability and abrasion stability of Nano-, Micro- functional electrochemical coatings

Nguyen Duc Hung^{1*}, Le Thi Phuong Thao², Mai Van Phuoc³, Tran Thi Van Nga⁴

¹Institute of Environmental Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay Dist., Hanoi

²University of Mining and Geology, 18 Pho Vien, Bac Tu Liem Dist., Hanoi

³Institute for Chemistry and Materials, 17 Hoang Sam St., Cau Giay Dist., Hanoi

⁴University of Transport and Communication, Cau Giay, Dong Da Dist., Hanoi

Received: 23/11/2018; Accepted: 07/01/2019

ABSTRACT

Functional electrochemical coatings: hydrophobic Ni-TiO₂, catalytic Ni-CeO₂-CuO, and cutting, abrasive Ni-CBN all need to be durable and corrosion resistant to ensure stability in usage process. The presence of chemically inert nano and micron particles in the composite coatings leads to surface texture change and corrosion resistance increase. TiO₂ nanoparticles are highly hydrophobic, reducing surface moisture condensation and corrosion speed to $i_{\text{Corr}} = 2.23 \cdot 10^{-7} \text{ A/dm}^2$ ($1.14 \cdot 10^{-4} \text{ mm/year}$). CeO₂-CuO nanoparticles are chemically inert, so their presence in Ni-CeO₂-CuO nanocomposite layers also changes the surface structure, electrochemical and mechanical properties of the matrix. Thus, the corrosion speed also decreases to $i_{\text{Corr}} = 1.601 \cdot 10^{-5} \text{ A/dm}^2$ (0.1972 mm/year). Similarly, the presence of hard and chemically inert grinding CBN particles in the micro composite coating Ni-CBN also increases the abrasion resistance to the G value of 1789.06, which is equivalent to the Japanese product, and reduces the corrosion speed to $i_{\text{Corr}} = 7.713 \cdot 10^{-6} \text{ A/dm}^2$ ($4.253 \cdot 10^{-2} \text{ mm/year}$).

Keywords: Functional electrochemical coating, corrosion resistance, catalyst plating, hydrophobic plating, grinding plating.

1. INTRODUCTION

Functional materials all must meet required durability of corrosion and abrasion for applying in different environments. Functional plating layers are made of inert nanoparticles or microparticles^{1,2}, so that the nature of these particles also contributes to the increasing of corrosion resistance of the nano and micro-composite coatings of the coated metals^{3,4}. Due to the compatibility with the steel material as well as the technological advantage and economic efficiency, nickel-plated solutions are most commonly used to create functional coatings^{5,6}:

catalytic platings for oxidation of engine exhaust gases such as CO, C₃H₆; superhydrophobic coatings for self-cleaning surfaces as well as durable abrasives platings for cutting and grinding tools. The nanoparticles CeO₂⁷⁻⁹, CuO¹⁰, TiO₂^{11,12} or microparticles CBN¹³⁻¹⁶ used for the mentioned functional coatings are non-conductive, chemically inert, but their presence in Ni coatings has an effect on varying the corrosion speed of nickel plating¹⁷⁻¹⁹. This depends on many factors such as the structure and composition of the nano, micro composite. Since the parameters of plating technology, such as the

*Corresponding author:

Email:nguyenduchung1946@gmail.com

concentration of substances in the electrolyte solution, the diffusion process, plating time, the temperature of the electrolyte solution greatly affect the structure and composition of the coating, this will affect the corrosion resistance of Ni-composite material. The article will present the effect of the important electroplating technical parameters on the corrosion resistance of the surface of functional layers: catalytic, super hydrophobic and cutting, grinding.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Chemicals and materials

The chemicals used to prepare the solution are $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , laurylsulphate, which are analytical pure form of China. The material CeO_2 , from Richest Goup Ltd. Shanghai; CuO of Shanghai's Nano Global are 40 nm in size and CBN in 96 μm from Changsha 3 better Ultra-Hard Materials Co., Ltd, China. The TiO_2 particles were synthesised by Science University of Natural Science, Hanoi National University with a particle size of 8 - 10 nm and crystalline structure was anatase.

2.2. Plating method

Nickel-plated solutions with nanoparticles of CeO_2 and CuO for the catalytic function were prepared with $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (200 ÷ 350) g/L, H_3BO_3 30 g/L, laurylsulphate 0.1 g/L, the total content of $\text{CeO}_2 + \text{CuO}$ is (2 ÷ 14) g/L with pH of the solution was 4 ÷ 6. Nickel-plated solution for TiO_2 nanoparticles for hydrophobic function was mixed with $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 300 g/L, H_3BO_3 30 g/L, laurylsunphate 0.1 g/L, TiO_2 6 g/L and pH of solution 4. The electroplating solution with CBN for cutting, abrasive function was Watts solution with $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 300 g/L, H_3BO_3 30 g/L, laurylsulphate 0.1 g/L, CBN 160 g/L and pH of 6.

Since the CeO_2 , CuO , and TiO_2 particles in nanoscale, they are well distributed in the solution when the solution is stirred. Thus, it is possible to use a bath with cathode arranged vertically as normal. In order to perform the plating process,

either the direct current (DC) or the pulse current, which can be controlled the current density and duration according to the research requirements (Figure 1),²⁰⁻²² was used.

The CBN particles with size up to 100 μm are difficult to distribute in plating solution, but it is easy to agglomerate. Thus, to codeposit the CBN particles on the nickel plating layer, horizontal cathode with a reasonable rotation speed must be used (Figure 2).²³ With the arrange of cathode as shown in Figure 2, the CBN particles, when stirred at the appropriate speed, will be dispersed in solution over the cathode so that when deposited it will stick to the horizontal surface of the cathode to incorporate with Ni layer. The proper rotation speed of the electrode will ensure the uniform bonding of the CBN particles on the cathode surface.

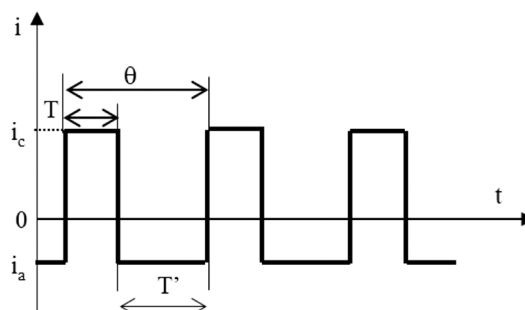


Figure 1. Reverse pulse diagram and pulse parameters: T: pulse width (pulse duration); T': Distance between two pulses (break time); θ : length of cycle; i_c : cathode current density

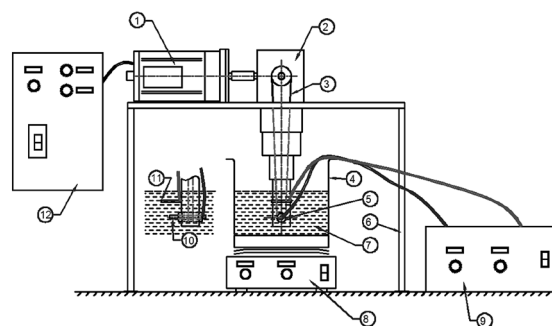


Figure 2. 1. Engine. 2. speed gearbox, 3. drive belt, 4. plating tank; 5. spinning cathode; 6. Motor support; 7. plating solution; 8. stirring machine, 9. plating source; 10. cathode; 11. anode nickel; 12. cathoderotary control box.

2.3 Evaluate the composition, structure and stability of corrosion and abrasion

The content of CuO and CeO₂, TiO₂, CBN particles on the plating layers was determined by the EDX energy scattering spectra on JMS 6610LV-JED2300, JEOL, Japan at the Institute for Chemistry and Materials/ Institute of Military Science and Technology. The surface morphology of the coatings was also determined through scanning electron microscope (SEM) images with magnifications of 1,000; 5,000 and 10,000.

The polarization curve is a graph showing the relationship between the electrode potential (*E*) and the response current density (*i*), used for studying the discharge at cathode (*i_k*) or the corrosion process by determining the value *i_o* = *i_{corr}*. The cathode polarization curves for Ni plating were measured in plating solution on Autolab PG302 at the Institute for Chemistry and Materials, Institute for Military Science and Technology. The working electrode was 1 cm² nickel-plated steel; the opposite electrode was Ni; reference electrode was Ag/AgCl; sweep: from open circuit (OCP) to -2.0 V; room temperature.

The impedance of Ni plating process was measured on the IM6 (Zahner - Elektrik, Germany) at the Institute of Chemistry, Academy of Science and Technology of Vietnam. When a small oscillation of voltage or current are applied on the electrochemical system, a responsive signal that is sinusoidal and phase-deviated to the applied oscillation will be obtained. Measurement of the phase difference and the impedance of the electrochemical system allows analysis of electrode processes such as diffusion, discharge kinetic, double layer or explanation of surface development of the electrode or corrosion resistance. The measurement was performed from 100 kHz to 10 mHz at room temperature with 0.5 cm² nickel plated as the

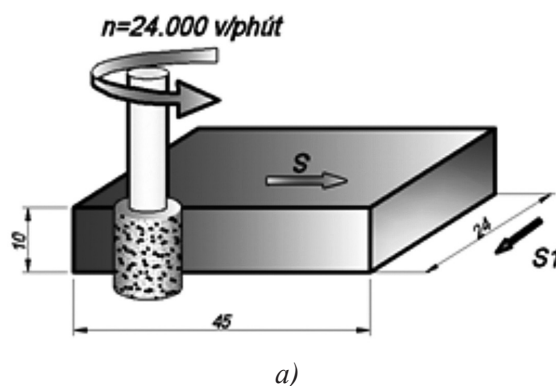
working electrode; Ni as the opposite electrode; calomel electrode as the reference electrode.

The plating hardness was determined on the Duramin-UK hardness tester at the Department of Materials Technology/Military Technology Academy. The abrasion resistance of the coating was determined by ASTM-G77 measuring the abrasion resistance of materials using the TE97 (UK) Turning Method at the Institute of Mining Machinery - Thanh Xuan - Hanoi. Determination of adhesion of Ni - CeO₂ - CuO and Ni - cured composites was done by thermal shock method according to TCVN 4392: 1986.

The principle schema of determination of Ti-CBN plating's abrasive stability is shown in Fig. 3. According to,^{23,24} the abrasion resistance is determined by grinding coefficient *G* in grinding process with speed of cylindrical grinding tool is: 24,000 r/min, the grinding depth is: *F* = 10 mm/min. *G* is calculated according to the formula (1):

$$G = \frac{V_w}{V_s} = \frac{Q_w}{Q_s} \tag{1}$$

In which: *V_w* = *a_e* × *b_w* × *L_w* is volume of grinded metal, *Q_w* is volume of grinded metal per unit of grinding length, *Q_s* is volume of Ni-CBN coating per unit length and *V_s* = π*d_s*Δ*r_s**b* is volume of grinding Ni-CBN coating with Δ*r_s* the radius of the grinding tool, *b* is the length of grinding and *d* is the average value of the grinding tool before and after grinding.



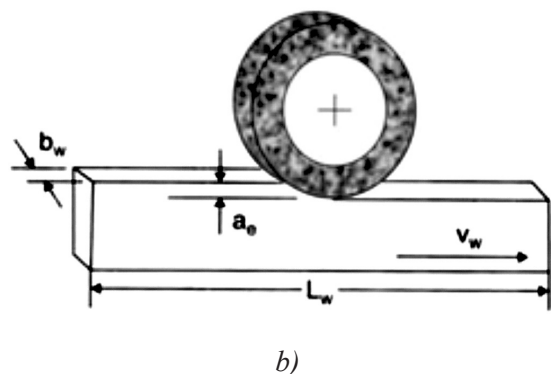


Figure 3. The principal schema for evaluation of abrasion quality of the abrasive tools

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Catalytic function

3.1.1. Composition and structure of the plating

The content of nanoparticles CeO_2 , CuO , ratio CuO/CeO_2 and total amount of CeO_2 and CuO on nanocomposite coatings obtained at the current density of $2 A/dm^2$, temperature $50^\circ C$, $pH = 6$ in solution of $NiSO_4 300 g/L$, $H_3BO_3 30 g/L$, laurylsunphate $0.1 g/L$, varified composition of CeO_2 and CuO in the solution with unchanged total of $8 g/L$ is presented in the table 1. The results of table 1 show that the composition of nanoparticles obtained on the coating depends on their composition in the plating solution. It is intent to increase while the amount of particles in solution rising to the highest value of $7 g/L$. At this condition, the particle content on the coating increases to 37.22% for CuO and 34.68% for CeO_2 , respectively. With the ratio of $CuO/CeO_2 = 1$, the content of CuO in the coating is 21.22% , higher than that of the CeO_2 - 17.24% . In order to get higher content of CeO_2 on the coating, the ratio of $CuO/CeO_2 = 3/5$ should be used. This is may be because of the specific gravity of CuO , $6.31 g/cm^3$, is smaller than that of CeO_2 , $7.65 g/cm^3$. The experimental results also show that the total content of $CeO_2 + CuO$ on the coatings reaches the maximum value when the total one in the solution is $8 g/L$. It is always less than 38.46% , while the total amount of particles in the solution is smaller or larger than $8 g/L$. Thus, the content of the nanoparticles on the coating

could becontrolled by varyingtheir composition in electrolyte solutions. Beside that, the galvanic parameters such as current density, time and speed of stirring solution also affect the amount of the nanoparticles on the nanocomposite layer. The results show that the total content of codeposition particles changes little around 36% while the plating time rising from 5 to 40 minutes, but reaches the highest value with current density of $2 A/dm^2$ stirring speed of $600 r/min$.

Table 1. Content of CeO_2 and CuO on the Ni-plating when changing of their content in the solution

C_{CeO_2} in electrolyte (g/L)	C_{CuO} in electrolyte (g/L)	C_{CeO_2} on the Ni-plating (%)	C_{CuO} on the Ni-plating (%)	Rate C_{CuO}/C_{CeO_2} on the plating	Total $C_{CeO_2} + C_{CuO}$ on the plating
1.0	7.0	2.25	37.22	16.54	39.47
2.0	6.0	4.12	34.64	8.41	38.76
3.0	5.0	5.04	31.08	1.23	36.12
4.0	4.0	17.24	21.22	1.23	38.46
5.0	3.0	20.13	17.36	0.86	37.49
6.0	2.0	31.46	6.28	0.20	37.74
6.4	1.6	31.90	4.46	0.14	38.18
7.0	1.0	33.78	3.46	0.10	37.24
7.2	0.8	34.68	2.15	0.06	36.83

Table 2 represents the total content of CeO_2 and CuO on the coatings obtained under different conditions of pulse plating: average current densities $i_{tb} = (2, 4, 6) A/dm^2$; $\beta = 0.2$; $\alpha = 0.2$; $f = 100 Hz$, the total content of particles of CeO_2 and CuO in the solution increases to $10 g/L$. The results show that, the content of $CeO_2 + CuO$ in the coating achieved to 28.46% when average pulse current density is $2 A/dm^2$. This value is lower than that achieved by direct current becausein the pulse-current plating process, at the same current density, there is a dissolution of Ni on the cathode surface at half cycle, so the particles are not buried deeply in the plating layer and then easy to fall off the surface of the plating due to the collisions with

other particles from the motion caused by the stirring of the solution. When it increases up to 4 A/dm², the content of CeO₂ and CuO in the plating layer increases up to the maximum value of 37.69%. This phenomenon can be explained that at high enough current density, the amount of Ni formed on the electrode is large, as well as the amount of H₂ produced in the cathode due to the reduction of H⁺ ions in the discharge solution is small, the CeO₂ and CuO solid particles are buried and stick well to the electrode, resulting in high amount of nanoparticles codeposited. At higher current density, $i_{ib} = 6$ A/dm², the content of particles on the coating decreases. This is because at higher average current density (cathode current density 7.5 A/dm²), the nickel released much while the particle attached less, the H₂ gas formed by H⁺ increases much more pushing the nano particles out of the electrode surface before they are buried by metal plating.

Furthermore, as the current density increases, the discharge rate of Ni²⁺ increases, but the speed of deposition of CeO₂ and CuO into the coating layer does not increase due to the diffusion of CeO₂ and CuO from the solution to the cathode surface is limited. This is similar to the process under direct current, so that the particle content on the coating reduces.

Table 2. Content of CeO₂ and CuO (% mass) on Ni-CeO₂-CuO nano composite plating with different pulse modes

Parameter	Pulse current density (A/dm ²)		
	i_c	i_a	i_{ib}
$\alpha = \beta = 0.2$	2.5	0.5	2.0
Particles content	28.46		
$\alpha = \beta = 0.2$	5,0	1,0	4,0
Particles content	37.69		
$\alpha = \beta = 0.2$	7,5	1,5	6,0
Particles content	32.18		

In order to create a plating, β - the ratio between anode current density and cathode current density in pulse current plating technology - could be changed but must be less than 1.

Table 3. Composition of CeO₂ and CuO particles on plating at different β values

B	α	i_c (A/dm ²)	i_a (A/dm ²)	i_{ib} (A/dm ²)	Particles content in plating (%)
0.1	0.2	4.9	0.49	4	34.51
0.2	0.2	5.0	1.00	4	37.69
0.3	0.2	5.1	1.53	4	28.62
0.4	0.2	5.2	2.08	4	13.04

The results of composition of platings fabricated in the sulphate solution under pulse conditions: average current density $i_{ib} = 4$ A/dm²; $\alpha = 0.2$; $f = 100$ Hz, plating time 20 minutes, CeO₂ 25 g/L, CuO 5 g/L, stirring speed 600 r/min, β varying from 0.1 to 0.4 are shown in Table 3. From these results, it is found that, when increasing the value of β , the cathodic current of forming of nickel layer (i_c) does not change much while the anodic current of dissolving metal (i_a) increases. At a small value of β (0.1 ÷ 0.2), the increasing of β increases the relative speed of nickel formation, thus facilitating the adhesion of nanoparticles on the coating layer so the particle content on the plating layer increases. By continuously increasing of β value, the rate of nickel formation decreases leading to the falling of nano particles off the surface of the Ni coating due to insufficient nickel layer for burying nano particles. That will not be favorable for the deposition of the particles into the coating and the nano particle content in the coating layer also decreases. Burying particles into plating layer will be more difficult if increases β even further ($\beta = 0.4$). At $\beta \geq 0.3$, nanoparticles buried are poor, so obtained plating is smooth. Appropriate value of β is 0.1 ÷ 0.2, but the layer with the highest content of CeO₂ and CuO (37.69%) is created at $\beta = 0.2$.

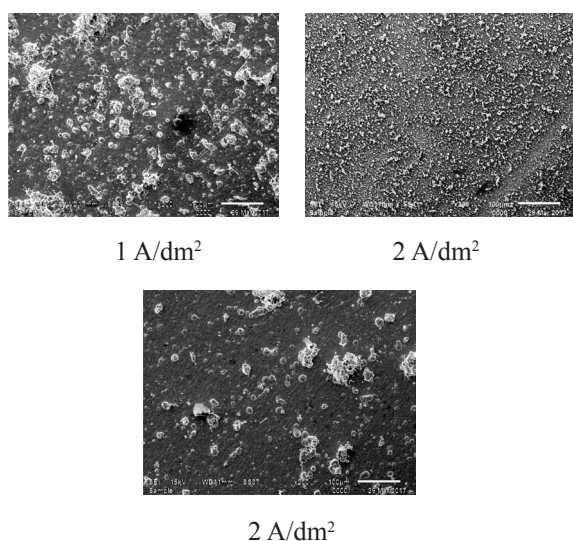


Figure 4. The SEM images of the Ni-CeO₂-CuO surface plated at different direct current densities

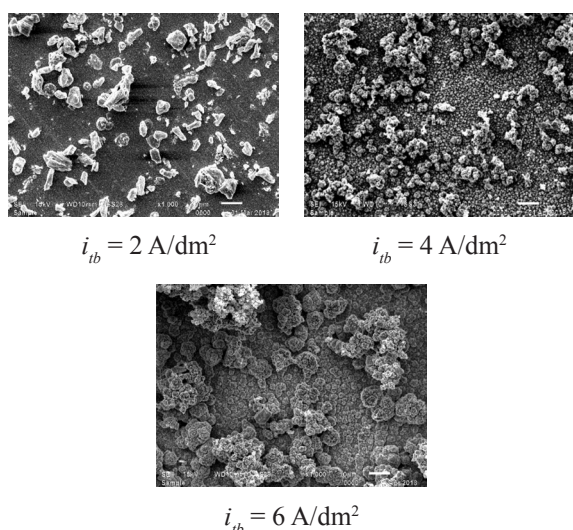


Figure 5. The SEM images of the Ni-CeO₂-CuO surface plated with different pulsed current densities (i_{tb})

The surface morphology of Ni-CeO₂-CuO nano composite platings obtained from direct current electroplating as well as the pulse current is evaluated using SEM images and presented in Figure 4 and 5. These images show that both the surface of the Ni-CeO₂-CuO coatings obtained by direct and pulse current have particles on surface that create porous structure, that increases when the current density as well as the concentration of nano particles on the surface get higher.

3.1.2. Corrosion resistance and abrasion resistance of the catalytic functional coating

The corrosion resistance of the Ni-CeO₂-CuO nano composite plating was determined by the Tafel polarization measurement (Figure 6). From the Tafel curves shown in Fig. 6, it can be seen that the presence of CeO₂ and CuO inert particles makes negligible changes in the shape of polarization curves. That means the corrosion behavior of the nano composite platings similar to that of Ni plating in the experiment.

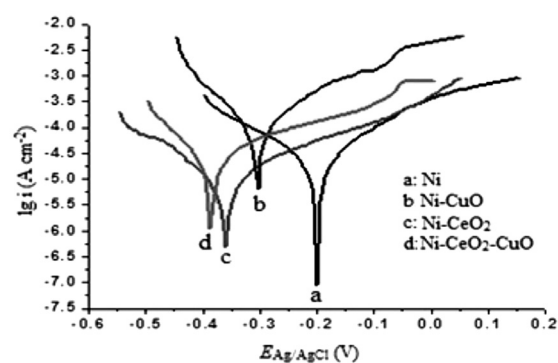


Figure 6. Tafel curves of the composite platings measured in NaCl 3.5%

However, from the Tafel graph (Fig. 6), it is also found that the presence of CeO₂ and CuO particles on the nanocomposite plating of Ni-CeO₂-CuO changes the values of corrosion potential (E_{Corr}), polarization resistance (R_p), and corrosion current density (i_{Corr}) as well as corrosion speed (v_{Corr}) of the plating layer (Table 4). The results in table 4 show that the CeO₂ particles increase the polarization resistance on the nickel plating, reducing the corrosion current, while the CuO particles reduce the polarization resistance and increase the corrosion current. The Ni-CeO₂ nano composite plating has a lower corrosion current while Ni-CuO coating has a higher corrosion current than nickel one. The Ni-CeO₂-CuO nanocomposite plating has very small corrosion current that is approximately equal to the corrosion current as well as the corrosion rate of the nickel plating.

Table 4. Corrosion potential (E_{Corr}), corrosion current density (i_{Corr}), corrosion rate (v_{Corr}), polarization resistance (R_p) of plating of Ni, Ni-CuO, Ni-CeO₂ and Ni-CeO₂-CuO

Plating layer	i_{Corr} (A/cm ²)	E_{Corr} (V)	R_p (Ω)	v_{Corr} (mm/year)
Ni	1.688.10 ⁻⁵	- 0.198	4.607.10 ²	0.2079
Ni-CuO	8.871.10 ⁻⁵	- 0.303	7.016.10 ¹	1.0930
Ni-CeO ₂	0.809.10 ⁻⁵	- 0.363	12.45.10 ²	0.0997
Ni-CeO ₂ -CuO	1.601.10 ⁻⁵	- 0.339	6.161.10 ²	0.1972

The results of the durability test in moist-heat accordance with TCVN 7699-2-30: 2007 as well as the durability in the saline moisture environment in accordance with TCVN 7699-2-52: 2007 with the 3rd level of extreme degree gave the comparable results between niken and Ni-CeO₂-CuO platings. These coatings neither peel off nor show rust, stains and abnormalities. Similarly, the results for adhesion of the Ni and Ce-NiO₂-CuO coatings according to TCVN 4392: 1986 with a heat shock of 300°C for 15 minutes show no evidence of peeling on the surface of two coatings, that demonstrates a good adhesion to ensure corrosion protection of the materials.

The abrasion resistance of the coating is evaluated through hardness and abrasion resistance. The average microhardness of 5 measurements for nickel plating is 163.16 HV, whereas it is 240.40 HV for the Ni-CeO₂-CuO coating, which is nearly 1,5 times higher than that of nickel. This may be due to the nature of the CeO₂, CuO particles as well as the particle size and surface structure of the plating layer which makes the surface hardness and thus increases the abrasion resistance. The average abrasion resistance is 19.35 g/Nm and 4.60 g/Nm for Ni and Ni-CeO₂-CuO platings, respectively, under measurement condition: 20 N load, rotation speed of 10 r/min, the circle diameter of 34.10⁻³, and 169 seconds. Thus, the abrasion intensity of the Ni plating is 4.2 times (19.35/4.60) of the

Ni-CeO₂-CuO composite coating. This means that the abrasion resistance of the Ni-CeO₂-CuO composite coating is 4.2 times greater than that of pure Ni plating. Similarly, the abrasive coefficient of Ni coating is 1.318 which is higher than that of the Ni-CeO₂-CuO nano composite plating of 0.274, which also demonstrates that the Ni-CeO₂-CuO composite coating is 4.2 timesmore durable than the Ni coating.

Thus, the corrosion and abrasive resistance of the Ni-CeO₂-CuO nano composite plating ensure the catalytic functionality of the coating is well utilized in the corrosive and abrasive environment of the catalytic box for engine exhaust gastreatment.

3.2. Self-cleaning superhydrophobic functional plating

3.2.1. Composition and structure of the plating

The discharge of nickel ion to form Ni-TiO₂ plating in electrolyte with different TiO₂ content is shown in Figure 7.

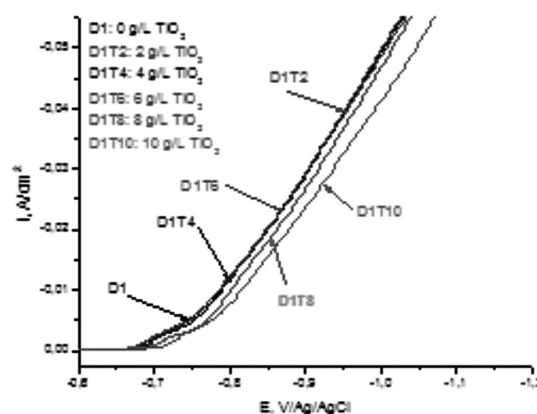


Figure 7. Cathodic polarization curve of Ni²⁺ discharge in electrolyte containing TiO₂ 0 ÷ 10 g/L, 55°C, stirring solution, potential scanning speed 5 mV/s

Figure 7 shows that the cathodic polarization of the nickel-forming process is almost unchanged when TiO₂ is added in solution with a concentration of 2 ÷ 6 g/L, but it slightly increases if the TiO₂ concentration in the solution rising from 6 to 10 g/L. This is due to the fact that when the concentration of TiO₂ in the bath increases, the presence of

TiO₂ nanoparticles in the double layer increases reducing Ni²⁺ concentration on the cathode and therefore reducing the discharge rate as well as the rate of the nickel ions deposition, so that the cathode polarization increases. However, TiO₂ is electrochemical inert particle so that it has negligible effect on Ni²⁺ discharge.

XRD results to determine the content of TiO₂ on Ni-TiO₂ coating formed at different plating time and direct current densities as well as different average pulse current densities are shown in Table 5 and Table 6, respectively.

Table 5. TiO₂ content on Ni-TiO₂ coatings obtained at different times and direct current densities

Plating time, min	Content of TiO ₂ , %			
	2 A/dm ²	3 A/dm ²	4 A/dm ²	5 A/dm ²
10	8.53	9.28	6.00	4.07
20	8.03	10.53	5.94	4.05
30	8.35	10.22	6.43	4.38

The results from Table 5 show that while the plating time of 10 to 30 minutes results in negligible change in the TiO₂ content on the composite coating, the current density has strongly influences on it. In the current density range from 2 A/dm² to 3 A/dm², the TiO₂ content increases and reaches the maximum value, but as the current density increases continuously, the TiO₂ content in the coating decreases sharply. It may be because of the large amount of H₂ formed at high current densities limiting co-precipitation of TiO₂.

Table 6. TiO₂ content on Ni-TiO₂ platings obtained at different pulse parameters

Parameter α, β	Masse of TiO ₂ in plating, %		
	3 A/dm ²	5 A/dm ²	7 A/dm ²
$\alpha = \beta = 0.1$	0.22	0.78	1.05
$\alpha = \beta = 0.2$	1.78	0.48	2.55
$\alpha = 0.1;$ $\beta = 0.2$	5.37	9.52	7.48
$\alpha = 0.2;$ $\beta = 0.1$	12.30	10.47	8.67

The results in Table 6 show that the coatings obtained under reversed square pulse plating condition: frequency $f = 100$ Hz, average current density i_{tb} : (3, 5, 7) A/dm², $\alpha = \beta = 0.1$ and $\alpha = \beta = 0.2$ are thin, black, irregular with very small TiO₂ content ($\leq 2.55\%$). When $\beta = 0.2 > \alpha = 0.1$, with the increase of i_{tb} from 3 A/dm² to 5 A/dm², the TiO₂ content on the coating increases and then decreases as i_{tb} increases to 7 A/dm². This phenomenon can be explained as the increase of H₂ gas by the increase of current density decreases the amount of TiO₂ coprecipitated with nickel, like under the direct current plating. Furthermore, as the current density increases, the rate of Ni²⁺ reduction increases, but the rate of deposition of TiO₂ particles into the coating does not increase due to the limited diffusion of TiO₂ from the solution to the cathode surface. As a result, the particle content in the coating decreases. When $\beta = 0.1 < \alpha = 0.2$, with the increase of i_{tb} from 3 A/dm² to 7 A/dm², the TiO₂ content on the plating layer decreases. Under this condition, the coating is light and equally. At the same average current density of 3 A/dm², the TiO₂ content on the plating formed under pulse current is higher than that of direct one, the corresponding values are 12.30% (Table 6) and 10.53% (Table 5). This is also due to the fact that the pulse current used is reversed one so that at the half cycle in which anode becomes cathode, there is no H₂ released, therefore, the H₂ released is less than in direct current case and then the push nano inert particles off the electrode surface of hydrogen gas reduces. The high ability to adhere on the surface of the inert particles increases the possibility of particles buried into the plating layer, so their content on the plating layer is high.

SEM images of surface of Ni and Ni-TiO₂ composite coatings fabricated at current density of 3 A/dm² in 20 minutes are shown in Figure 8. The Ni-TiO₂ nano composite plating formed at this condition has 10.53% (by weight) TiO₂ in the plating layer, surface morphology is uneven but the roughness is greater than that of the pure Ni.

Therefore, the hydrophobicity is higher (contact angles are 164.7° and 125.7° respectively). The surface energy is 6.623 mN/m for the Ni plating but only is 0.055 mN/m for the Ni-TiO₂ plating.

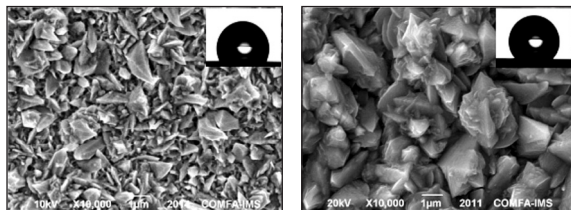


Figure 8. SEM images of Ni plating (a) and Ni-TiO₂ nanocomposite plating (b) formed at 3 A/dm² in 20 minutes with the same magnification of 10,000

The nanocomposite plating generally has finer crystalline structure than pure metallic coating²⁵. However, as the amount of nanoparticles in the electrolyte increases to a certain value, it increases the roughness of the coating². The pure nickel plating formed in NiCl₂ solution is not a fine-grained one with uneven surface texture, but its roughness is not too high so it is only a hydrophobic surface with the water contact angle is low of 125.7°, meanwhile the Ni-TiO₂ composite coating has higher roughness with hierarchical structure which leads to super hydrophobicity with contact angle of 164.7°.

The Ni-TiO₂ platings formed under pulse current have less rough surface structure than ones formed under direct one and their surface morphology change when α increased from 0.1 to 0.2 (Fig. 9). With this increase of α , the content of TiO₂ on the plating increases and thus increases the roughness as well as the hydrophobicity of the coating. When α increases to 0.3, the TiO₂ content on the plating reduces slightly, the surface morphology of the coating is different from that of $\alpha = 0.2$.

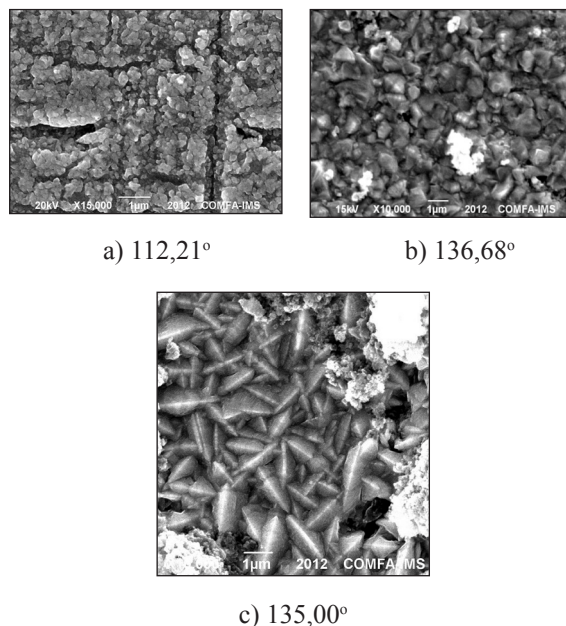


Figure 9. SEM images and contact angle values of Ni-TiO₂ nanocomposite coating formed under different values of α : a) $\alpha = 0.1$; b) $\alpha = 0.2$; c) $\alpha = 0.3$

However, all these coatings have rough surface and are the hydrophobic surfaces with contact angle $\approx 140^\circ$, water droplets can easily roll off the surface when the surface are tilted a very small angle.

3.2.2. Corrosion resistance of hydrophobic plating

The corrosion resistance of the nickel-plated layers was investigated by measuring corrosion current and electrochemical impedance. Fig. 10 and Table 7 are the results of the corrosion current measurement of nickel plating and Ni-TiO₂ nanocomposite platings in 3.5% NaCl solution.

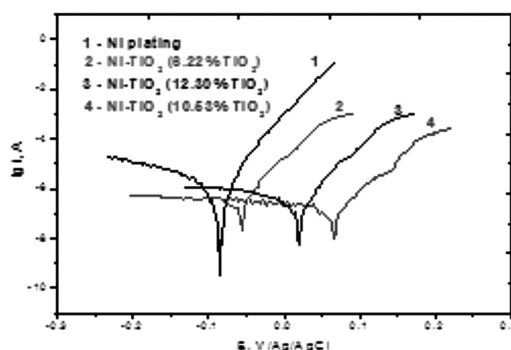


Figure 10. Tafel curves of Ni plating and Ni-TiO₂ nanocomposite platings in 3.5% NaCl solution

Table 7. Corrosion current measurements of platings of nickel in a 3.5% NaCl solution

Plating	% TiO ₂	Contact angle, degrees	$E_{Corr.}$ (V)	$i_{Corr.}$ (A/cm ²)	$v_{Corr.}$ (mm/year)
Ni	0	125.70	-0.089	$2.10 \cdot 10^{-6}$	$6.71 \cdot 10^{-3}$
Ni-TiO ₂	6.22	152.80	-0.054	$3.41 \cdot 10^{-7}$	$1.09 \cdot 10^{-3}$
Ni-TiO ₂	10.53	164.66	0.067	$2.23 \cdot 10^{-7}$	$1.13 \cdot 10^{-4}$
Ni-TiO ₂	12.30	136.68	0.020	$6.52 \cdot 10^{-7}$	$2.08 \cdot 10^{-3}$

The results of Fig.10 show that the Tafel curves of the Ni and Ni-TiO₂ coatings are similar, but the corrosion potentials of the Ni-TiO₂ coatings strongly change to the positive side, which means that the cathodic process is inhibited. As the results presented in Table 8 show that the corrosion currents of the Ni-TiO₂ coatings are smaller than those of Ni. This is consistent with published studies^{9,26,27} suggesting that the highly corrosion-resistant TiO₂ nanoparticles involve in the coating would act as a barrier to reduce the surface area of the coating exposing to the corrosive environment leading to reduced corrosion rate. In addition, TiO₂ nanoparticles alter the nickel-plated surface morphology which increases hydrophobicity of the coating, thereby reducing moisture retention, reducing the ability of forming the electrolyte environment on the surface of the coating which decrease the ability of being corroded of the coating.

The durability of the Ni and Ti-TiO₂ coatings in the chemical environment was investigated with solutions of NaCl 3.5% and HCl 1 M. The Ni-plating is chemically stable in alkaline environment due to formation of nickel hydroxide film which is durable to the corrosion but it will be corroded in saline and is unstable in acidic environment as well as slowly dissolved in dilute acid solutions¹⁹. Table 8 shows the results of determination of corrosion speed of Ni and Ni-TiO₂ coatings in NaCl and HCl environments.

Table 8. Mass reduction (mg/cm²) of Ni and Ni-TiO₂ platings after immersion in NaCl and HCl solutions

Platings	NaCl solution			HCl solution			
	<i>t</i> , h	24	48	72	24	48	72
Ni		0.33	0.90	0.93	3.23	5.47	6.23
Ni-TiO ₂		0.07	0.10	0.12	0.97	2.63	3.67

The results show that the nickel plating is stable in saline, slowly corroded in acidic environment. The reduced mass of Ni-TiO₂ coatings in the NaCl and HCl environment is much smaller than that of Ni-plating. This is due to the hydrophobicity of the Ni-TiO₂ coatings obtained from the chloride solution.

The results of microhardness of the nickel plating and Ni-TiO₂ platings are shown in Table 9. The hardness of electroplating depends on some factors as following: structure and mechanical properties of plating metal; coating surface morphology; conten of particles on coating; the shape and size of codeposited particles. In this case, the structure and mechanical properties of the metal matrix, particle size and shape are almost unchanged with different content of nano particles on the coatings, so the hardness of these coatings depends largely on the morphology of the coating surface and the particle content on the coating. The Ni-TiO₂ coating formed under pulse current has less rough surface and higher particle content on the coating so that it has higher hardness than plating formed by direct current. The Ni-TiO₂ nano composite platings formed from direct current have similar surface morphology, so the hardness increases with the particle content on the plating and is higher than that of the pure metal.

Table 9. Results of microstructure hardness testing (HV 0.01) of nickel plating

Plating layer	1	2	3	4	5	Average
Ni	250.7	253.7	250.7	250.7	253.7	251.9
Ni-TiO ₂	343.3	338.6	334.1	343.3	338.6	339.6

The results show that the abrasion and corrosion resistance of Ni-TiO₂ composite are better than that of Ni.

3.3. Ni-CBN microcomposite functional plating for grinding, cutting

3.3.1. The distribution and bury of particles on Ni-CBN microcomposite plating

The functional plating that used as grinding, cutting tool must have reasonable density of the abrasive particles on the surface, and the particles need to be buried enough in the plating layer to have strong bond with the surface. Controlling the influence of technical factors such as current density *i*, A/dm²; the rotation speed of cathode *n*, r/min and the plating time *t*, min may create Ni-CBN platings with a good distribution and optimal buried for the practical application. The actual particle distribution *K_{PBT}* is counted from the software from the SEM image of the Ni-CBN plating surface with reasonable magnification (Figure 11). The dependence of *K_{PBT}* on the plating technology elements mentioned above can be described by the mathematical model elaborated from the practical planning (Table 10 and 11) as follows:

$$K_{PBT} = f(n, i, t) \tag{2}$$

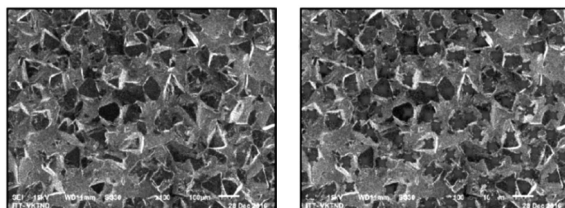


Figure 11. SEM images and results of counting the number of particles distributed on the surface of the Ni-CBN microcomposite plating

Sample: M14; Position: 2; Particulate number: 92; Area: 1.226 mm²; Density: 75.04 particle/mm².

Table 10. The real variable and encoded variables from three plating factors: mixspeed (*n*), time (*t*) and current density (*i*).

Variables	The real variable			Encoded variables		
	<i>n</i> , r/min	<i>t</i> , min	<i>i</i> , A/dm ²	A	B	C
Above level (+1)	1.3	10	8	+1	+1	+1
Lower level (-1)	0.7	5	3	-1	-1	-1
Variable range	0.6	5	5			

The variability of the selected factors for the model (Table 11) is: *i* varies in range of (3 ÷ 8) A/dm² because of the large grinding grain (≈100 μm), then *i* must be large enough to create enough Ni to keep seeds on the surface; *n* is selected in range of (0.7 ÷ 1.3) rpm, because if *n* is large, the particles could not adhere and be kept on the surface of the sample; otherwise, if *n* is too small, the particles are distributed unevenly; the *t* is selected in range of (5 ÷ 10) minutes, when *t* is small, particle distribution is unevenly, while with large value of *t*, particles are overlapping on the sample surface. The results of *K_{PBT}* determination with the variables of plating parameters as shown in Table 10 are presented in Table 11.

Table 11. Experimental results of the effect of three factors: *n*, *t* and *i*

TT	Encoded variables			The real variable			<i>K_{PBT}</i>
	A	B	C	<i>n</i> , r/min	<i>t</i> , min	<i>i</i> , A/dm ²	
1	-1	-1	-1	0.7	5	3	76.26
2	+1	-1	-1	1.3	5	3	69.74
3	-1	+1	-1	0.7	10	3	84.01
4	+1	+1	-1	1.3	10	3	79.93
5	-1	-1	+1	0.7	5	8	91.35
6	+1	-1	+1	1.3	5	8	83.61
7	-1	+1	+1	0.7	10	8	99.10
8	+1	+1	+1	1.3	10	8	88.91
9	-1	0	0	0.7	7.5	5.5	83.61
10	+1	0	0	1.3	7.5	5.5	79.12
11	0	-1	0	1	5	5.5	77.08
12	0	+1	0	1	10	5.5	84.01
13	0	0	-1	1	7.5	3	76.26
14	0	0	+1	1	7.5	8	92.17

15	0	0	0	1	7.5	5.5	81.16
16	0	0	0	1	7.5	5.5	81.57
17	-1	-1	-1	0.7	5	3	75.04
18	+1	-1	-1	1.3	5	3	70.96
19	-1	+1	-1	0.7	10	3	83.20
20	+1	+1	-1	1.3	10	3	79.12
21	-1	-1	+1	0.7	5	8	89.72
22	+1	-1	+1	1.3	5	8	81.57
23	-1	+1	+1	0.7	10	8	96.25
24	+1	+1	+1	1.3	10	8	87.28
25	-1	0	0	0.7	7.5	5.5	84.01
26	+1	0	0	1.3	7.5	5.5	78.71
27	0	-1	0	1	5	5.5	79.12
28	0	+1	0	1	10	5.5	86.46
29	0	0	-1	1	7.5	3	79.12
30	0	0	+1	1	7.5	8	90.54
31	0	0	0	1	7.5	5.5	83.61
32	0	0	0	1	7.5	5.5	79.12

$$K_{PBT} = 70.42 - 3.13n + 1.476t - 0.049i + 0.3586i^2 - 1.359n \times i \quad (3)$$

From the regression equation 3, we have examined the standards and found the tendency and the influence of factors of the plating technology. The rotation speed of cathode n has the coefficient -3.13 which means that the K_{PBT} will decrease as n increases. Coefficient of plating time is 1.476 which shows that K_{PBT} increases when plating time increases. The coefficients of current density i and i^2 are -0.049 and 0.3586 , respectively, thus the effect of ion K_{PBT} is non-linear. The interaction of these two factors, $n \times i$, also reduces the K_{PBT} coefficient due to the negative coefficient.

3.3.2. Corrosion and abrasion resistance of Ni-CBN microcomposite coatings

The abrasive and grinding functional plating, which based on the codeposition of CBN grinding particles with metal nickel plating, need to be determined the corrosion resistance to ensure the stability of the grinding material as well as the tool made from these platings. Cutting grinding is made from this functional plating. Figure 12 shows the Tafel curves of nickel and Ni-CBN microcomposite coatings made under different current densities.

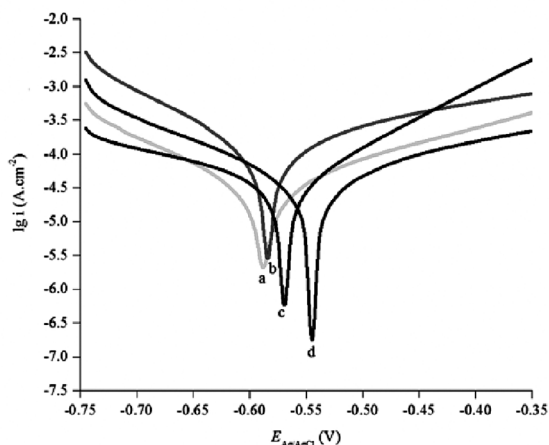


Figure 12. Tafel curves of nickel plating (b) and Ni-CBN microcomposite coatings (a, c, d) made under with different current densities: a) 1.5 A/dm²; c) 2.0 A/dm² and d) 2.9 A/dm² in NaCl 3,5%. The plating condition is: CBN concentration 30 g/L; plating time for L₁ (Liner layer), L₂ (CBN mount layer) and L₃ (buried layer) corresponding to (5/5/15) minutes; temperature of electrolyte is 55°C.

From Figure 12, it can be seen that the presence of inert CBN particles increases the cathodic and anodic polarization as well as shifts the corrosion potential to the positive side, in which the coating obtained at a plating current density of 2.0 A/dm² has the highest effect. Table 12 presents the values of corrosion potential, corrosion current, and corrosion rate of Ni-CBN layers produced at different plating current densities.

Table 12. Corrosion characteristic obtained from potentiodynamic polarization measurement for pure Ni coating and Ni-CBN microcomposite coatings plated at different current densities in 3.5% NaCl solution

Sample	i , A/dm ²	i_{Corr} , A/cm ²	E_{Corr} , V	R_p , Ω	v_{Corr} , mm/year
b Ni	0	$1.915 \cdot 10^{-5}$	-0.584	$3.386 \cdot 10^1$	$1.056 \cdot 10^{-1}$
a Ni-CBN	1.5	$8.426 \cdot 10^{-6}$	-0.589	$1.500 \cdot 10^2$	$4.646 \cdot 10^{-2}$
d Ni-CBN	2.0	$7.713 \cdot 10^{-6}$	-0.545	$1.146 \cdot 10^2$	$4.253 \cdot 10^{-2}$
c Ni-CBN	2.9	$9.478 \cdot 10^{-6}$	-0.570	$1.093 \cdot 10^2$	$5.227 \cdot 10^{-2}$

The results from Table 12 also show that the corrosion current densities of Ni-CBN platings reduce to nearly half the Ni plating while the corrosion potentials reduce slightly, but the polarization resistances decrease dramatically. This indicates that the presence of inert CBN particles reduces the surface area of the nickel metal layer, thus reduces the corrosion rate of the nickel metal.

The durability of the bonding between CBN with Ni layer that were formed by the nickel plating process from the Watts solution containing CBN particles needs to be evaluated to determine the ability to retain the grinding grain during grinding or cutting. If the bonding between CBN grinding particles and Ni-plated metal, between the Ni-plated metal and the surface of the steely core of grindstone is not sufficiently durable, the grinding particles will be separated from the binder, the surface of grindstone will be separated from the surface of the core. As there have been no method to assess the durability of the bonding bridges, the bond strength test between the grinding particles and the binder is carried out by the experimental grinding process to obtain a general view of the quality of the link created by the plating process. The durability of the produced bonding bridges as well as the cutting properties of produced grindstone can be evaluated by observing the grindstone surface after grinding on the scanning electron microscope, measuring the surface roughness and the extracted metal volume. Table 13 presents the relationship between time, current density of plating layers: Ni (L_1), Ni with mounted CBN (L_2) and Ni to bury CBN (L_3) with distribution coefficient of CBN particles (K_{PBT}) on the surface of grinding functional microcomposite plating formed at 55°C, rotation speed of cathode 0.7 rpm/min.

Table 13. The distribution coefficients of CBN particles on the surface of platings obtained at different current densities and plating times

Sample	Plating layer	t , minute	i , A/dm ²	K_{PBT} , particles/mm ²
M ₁	L ₁	25	3	84.01
	L ₂	10	3	
	L ₃	35	3	
M ₂	L ₁	25	3	99.10
	L ₂	10	8	
	L ₃	30	3	
M ₃	L ₁	25	3	76.26
	L ₂	5	3	
	L ₃	35	3	
M ₄	L ₁	25	3	91.35
	L ₂	5	8	
	L ₃	30	3	

As can be seen in Table 13, the number of CBN particles on the coating surface is high value of 91.35 to 99.1 particles/mm² when the current densities of L_2 is higher than the current densities of L_1 and L_3 , or plating time for burying layer is only 30 minutes.

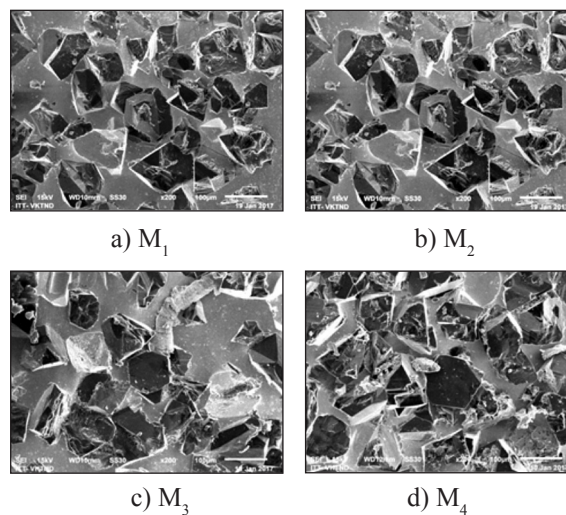


Figure 13. SEM image of abrasive surface after 200 grinding process

Figure 13 shows the SEM images of the samples of Table 13 after 200 abrasion cycles (equivalent to the abrasive time of 30 minutes). The steel material SKD 11 for cutting have been heat treated and have a hardness of 63 HRC. The

deep of cutting is 0.01 mm. The SEM images show no evidence of abrasion of the abrasive particles on the grindstone surface. Grinding particles involving in cutting and grinding metal without being turned off from the surface of grinding tool exhibiting that the nickel bonding bridge formed by electroplating is sufficiently stable to keep the CBN particles out of abrasion under grinding force while CBN particles joining in cutting or abrading process of metals. This is the insurance of the stability of bonding bridge. It can be concluded that the depth of 55% CBN buried in the nickel plating has created a good bond between the grinding particles and the plating metal and the holding force is strong enough to with stand the impact of grinding force in cutting process without separating from the surface of abrading tool.

4. CONCLUSION

Functional electroplatings have been fabricated by combining nickel plating formed from NiSO_4 , NiCl_2 or Watts solutions with nanoscale or micron particles, in which Ni- CeO_2 -CuO plating has catalytic function, Ni- TiO_2 plating is hydrophobic and self-cleaning material, Ni-CBN plating can be use as cutting and grinding tool.

The content of the functional particles, the proportion and distribution of the particles in the platings as well as the degree of adhesion, cohesion and depth of buried particles in the platings can be controlled by controlling the parameters of the plating technique such as the concentration of inert particles in the plating solution, current density, or current characteristics, polarization potential, plating time and stirring speed.

EDX results and SEM images have demonstrated the presence on the Ni plating of CeO_2 -CuO nanoparticles mixture, 36.12% to 39.87% wt, and TiO_2 particles, upto 10.53% wt, CBN, 69.74 particles/ mm^2 to 99.10 particles/ mm^2 , with corresponding revelation on the surface platings. The determination of the catalytic

activity, hydrophobicity and cutting abrasion have demonstrated the catalytic, hydrophobic, and abrasive cutting functions of Ni- CeO_2 -CuO, Ni- TiO_2 and Ni-CBN, respectively.

Corrosion resistance and hardness of all functional coatings are higher than that of pure nickel plating. Specifically, the corrosion rate of Ni- CeO_2 -CuO coating is 1.601×10^{-5} A/ dm^2 (0.1972 mm/year), of Ni- TiO_2 coating is 2.23×10^{-7} A/ dm^2 (1.14×10^{-4} mm/year and of Ni-CBN plating is 7.713×10^{-6} A/ dm^2 (4.253×10^{-2} mm/year). The abrasion resistance of the Ni- CeO_2 -CuO coating is 240.4 HV, 1.5 times higher than Ni plating, and that of the Ni-CBN coating is 63 HRC of the heat treated steels SKD 11. These results confirm that the functional platings are stable enough to the environment and can work stably for efficiency.

REFERENCES

1. Guglielmi N. Kinetics of Deposition of Inert Particles from Electrolytic Baths, *Journal of Electrochemical Society*, **1972**, 119 (8), 1009-1012.
2. Ngô Thị Ánh Tuyết, Nguyễn Ngọc Phong, Nguyễn Việt Huệ. *Nghiên cứu ảnh hưởng của các hạt trợ đến tính chất của lớp mạ composite niken*, Tuyển tập các công trình khoa học Hội nghị toàn quốc Điện hóa và Ứng dụng lần thứ 2, **2006**, 121-125.
3. C.T.J.Low, Wills R.G.A., Walsh F.C. Electrodeposition of composite coatings containing nanoparticles in a metal deposit, *Surface & Coatings Technology*, **2006**, 201, 371-383.
4. L. Timoshkov, V. Kurmashev, and V. Timoshkov. Electroplated Nanocomposites of High Wear Resistance for Advanced Systems Application, *Advances in Nanocomposites Technology*, Dr A. Hashim (Ed.), *InTech*, **2011**, pp. 953-78.
5. Phong Nguyen Ngoc, Hue Nguyen Viet, San Pham Thy, Tuyet Ngo Thi Anh. *Electrochemical properties of Ni/nano composite plating*, *Journal of Science and Technology*, **2010**, 48 (5A), pp. 92-95.

6. Nguyen Duc Hung, Tran Thi Van Nga, Mai Van Phuoc. Thickness determination and control of function Ni-Composite electrodeposited coatings, *Journal of Science and Technology*, **2017**, 55 (B1), 1-6.
7. Nguyễn Đức Hùng, Phạm Xuân Điệp, Lê Ngọc Hùng, Lê Thị Phương Thảo, Đào Khánh Dư. Đặc tính của lớp mạ niken composite nano xeri dioxit, *Tạp chí KH&CN*, **2013**, Tập 51(3A), 219-229.
8. N. S. Qu, W. H. Qian, X. Y. Hu, and Z. W. Zhu. Fabrication of Ni-CeO₂ Nanocomposite Coatings Synthesised via a Modified Sediment Co-Deposition Process, *International Journal of Electrochemical Science*, **2013**, 8 (9), 11564-77.
9. Ranjan Sen, Siddhartha Das, Karabi Das. Effect of stirring rate on the microstructure and microhardness of Ni-CeO₂ nanocomposite coating and investigation of the corrosion property, *Surface & Coatings Technology*, **2011**, 205, 3847-3855.
10. Mai Van Phuoc, Nguyen Duc Hung. Some factors affecting on the composition of CeO₂ and CuO in Ni-CeO₂-CuO composite plating coating, *Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự*, **2018**, Số đặc san, 130-135.
11. S.A. Lajevardi, T. Shahrabi. Effects of pulse electrodeposition parameters on the properties of Ni-TiO₂ nanocomposite coatings, *Applied Surface Science*, **2010**, 256, 6775-6781.
12. Huang Siya, Hu Yawei, Pan Wei. Relationship between the structure and hydrophobic performance of Ni-TiO₂ nanocomposite coatings by electrodeposition, *Surface & Coatings Technology*, **2011**, 205, 3872-3876.
13. Z Shi, S. Malkin. Wear of Electroplated CBN Grinding Wheels, *Transactions of the ASME*, **2006**, 128, 110-118.
14. Z. Shi và S. Malkin. An Investigation of Grinding with Electroplated CBN Wheels, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, **2003**, 52(1), 267-270.
15. Marius Winter, et al. Life cycle assessment of cubic boron nitride grinding wheels, *Journal of Cleaner Production*, **2015**, 107, 707-721.
16. Hua-Yun You, et al. Design and application of CBN shape grinding wheel for gears, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, **2003**, 43(12), 1269-1277.
17. P. Bagheri, M. Farzam, A. B. Mousavi, M. Hosseini. Ni-TiO₂ nanocomposite coating with high resistance to corrosion and wear, *Surface & Coatings Technology*, **2010**, 204, 3804-3810.
18. Mai Van Phuoc, Nguyen Duc Hung. Corrosion protection and characteristics of Ni-CeO₂-CuO electroplating layer on steel substrate, *Journal of Science and Technology*, **2017**, 55 (5B), 181-186.
19. Maria Lekka, et al. Corrosion and wear resistant electrodeposited composite coatings, *Electrochimica Acta*, **2005**, 50(23), 4551-4556.
20. Ibl N. Some theoretical aspects of pulse electrolysis, *Surface Technology*, **1980**, 10, 81-104.
21. N. V. Mandich. Pulse and pulse-reverse electroplating, *Metal Finishing*, **2002**, 100 (1), 359-364.
22. Denny Thiemig, Ronny Lange & Andreas Bund. Influence of pulse plating parameters on the electrodeposition of matrix metal nanocomposites, *Electrochimica Acta*, **2007**, 52 (25), 7362-7371.
23. Trần Thị Vân Nga. *Nghiên cứu chế tạo đá mài CBN liên kết kim loại bằng phương pháp mạ điện và đánh giá tính cắt của đá mài*, luận án tiến sĩ, Viện Nghiên cứu Cơ khí, 2016.
24. Hans Kurt Toenshoff, Berend Denkena. *Basics of Cutting and Abrasive Processes*, 2013938164, ed, Springer, Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 2013.
25. Low C.T.J., Wills R.G.A., Walsh F.C. Electrodeposition of composite coatings containing nanoparticles in a metal deposit, *Surface & Coatings Technology*, **2006**, 201, 371-383.
26. T. Darmanin, E. Taffin de Givenchy, S. Amigoni, F. Guittard. Superhydrophobic Surfaces by Electrochemical Processes, *Advanced Material*, **2013**, 25, 1378-1394.
27. W. Shuai, L. Qingwen, Z. Yang, W. Shaodan, L. Yaoxian, Y. Qingbiao, S. Yan. Preparation of a multifunctional material with superhydrophobicity, superparamagnetism, mechanical stability and acids-bases resistance by electrospinning, *Applied Surface Science*, **2013**, 279, 150-158.

A survey of chemical composition and antimicrobial effect of the essential oil obtained from the *Scimum Sanctum* L. plants grown in Binh Dinh

Vo Thi Thanh Tuyen*, Nguyen Thi My Bien

Chemistry Department, Quy Nhon University

Received: 30/12/2018; Accepted: 27/03/2019

ABSTRACT

The essential oils from the *Ocimum sanctum* L. grown in Binh Dinh was obtained by water-distilled method, accounting for 0.61%. The chemical composition of the essential oils was analyzed by GC-MS method. The dominant compounds in the essential oils were eugenol (71.21%), β -caryophyllene (12.96%) and cis- β -elemene (9.67%). The main component in the essential oils was eugenol. This essential oils has strong inhibitory activity against the growth of *Lactobacillus fermentum* and *Staphylococcus aureus*. In addition, it also inhibits the development of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonasa eruginosa*.

Keywords: *Essential oil from *Ocimum sanctum* L., Eeugenol, *Ocimum sanctum*.*

*Corresponding author.

Email: vothithanhtuyen@qnu.edu.vn

Khảo sát thành phần hóa học và hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu hương nhu tía (*Ocimum Sanctum* L.) ở Bình Định

Võ Thị Thanh Tuyền*, Nguyễn Thị Mỹ Biên

Khoa Hóa, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 30/12/2018; Ngày nhận đăng: 27/03/2019

TÓM TẮT

Tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định thu được bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước chiếm hàm lượng 0,61%. Thành phần hóa học của tinh dầu được xác định bằng phương pháp GC-MS. Những chất chiếm hàm lượng cao trong tinh dầu là eugenol (71,21%), β -caryophyllen (12,96%) và cis- β -elemen (9,67%). Trong đó eugenol là chất chiếm hàm lượng cao nhất trong tinh dầu. Tinh dầu này có khả năng ức chế mạnh sự phát triển của vi khuẩn ứng *Lactobacillus fermentum* và *Staphylococcus aureus*. Ngoài ra, tinh dầu này cũng có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn *Bacillus subtilis* và vi khuẩn *Pseudomonasa eruginosa*.

Từ khóa: Eugenol, *Ocimum sanctum*, tinh dầu hương nhu tía.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hương nhu tía có tên khoa học là *Ocimum sanctum* L. hay *Ocimum tenuiflorum* L., tên thường gọi là é tía hay é rừng, thuộc họ Hoa môi (Lamiaceae).¹ Hương nhu tía là loại cây thảo mộc. Cây được tìm thấy ở Ấn Độ, Trung Quốc, Lào, Campuchia, Philippin, Indonesia, các nước châu Phi và châu Úc. Ở Việt Nam cây thường thấy từ Hòa Bình, Bắc Giang, Hà Nội, Ninh Bình đến Khánh Hòa, Ninh Thuận, thành phố Hồ Chí Minh cho đến An Giang.^{2,3}

Hương nhu tía được dùng làm cây thuốc để chữa hạ sốt, long đờm, viêm phế quản, ho, sốt rét, đau dạ dày, cảm nắng, nhức đầu, đi ngoài, phù thũng, rối loạn kinh nguyệt, hạ huyết áp, hạ lipid máu, ức chế sự tăng trưởng của bệnh bạch cầu, ung thư biểu mô miệng, điều hòa thần kinh trung ương... Tinh dầu hương nhu tía còn có tác dụng chống mối mọt, không chế muối. Ngoài ra,

tinh dầu hương nhu tía còn được dùng trong công nghệ làm đẹp như dưỡng da, dưỡng tóc.³⁻⁷

Hiện nay trên thế giới có nhiều công bố về thành phần hóa học cũng như hoạt tính của tinh dầu hương nhu tía.³⁻⁷ Ở Việt Nam cũng có một số nghiên cứu về loài cây này nhưng chủ yếu là phân lập eugenol rồi chuyển hóa.^{8,9} Bài viết này trình bày kết quả nghiên cứu về thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu hương nhu tía ở tỉnh Bình Định, nhằm góp phần làm cơ sở khoa học cho tác dụng điều trị bệnh do nhiễm khuẩn của loại tinh dầu này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu, xử lý nguyên liệu

Thân, lá và hoa của cây hương nhu tía được thu hái vào tháng 11 năm 2018 ở phường Nhơn Bình, thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định. Khi đó cây hương nhu tía được 7 tháng tuổi.

*Tác giả liên hệ chính.

Email: vothithanhtuyen@qnu.edu.vn

Sau khi hái vè, hương nhu tía được tiến hành xử lý sơ bộ, rửa sạch, thái nhỏ trước khi đem xay.

2.2. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu chiết xuất

Tinh dầu hương nhu tía được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước trực tiếp kết hợp với việc sử dụng NaCl. Sự chiết xuất này được thực hiện với bộ chưng cất tinh dầu Clevenger 1 L.

Nhằm thiết lập quy trình chiết xuất tinh dầu, các yếu tố: nồng độ dung dịch NaCl, thời điểm thu hái, thời gian để héo nguyên liệu và thời gian chưng cất đã được tiến hành khảo sát.

2.3. Xác định một số chỉ số hóa lý của tinh dầu

Tinh dầu sau trích ly được đem làm khan bằng muối Na₂SO₄, bảo quản ở nhiệt độ 0 - 5°C. Sau đó tiến hành xác định tỷ trọng, chỉ số axit, chỉ số este.

2.4. Xác định thành phần hóa học của tinh dầu hương nhu tía

Thành phần hóa học của tinh dầu hương nhu tía được xác định bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ (GC-MS), thực hiện trên máy sắc ký khí GC7890A và máy phổ khối 5975C của Phòng Phân tích hóa học, Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam.

Loại cột sắc ký sử dụng là HP5MS 5% phenyl, 95% metyl siloxan, dài 60m, đường kính 0,25 mm, độ dày lớp hấp phụ 0,25 μm; khí mang là He với tốc độ 1 mL/min; nhiệt độ 60 ÷ 240°C.

2.5. Thử hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu hương nhu tía

Tinh dầu hương nhu tía được đem thử hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định trên đĩa thạch tại Phòng Hóa sinh ứng dụng, Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

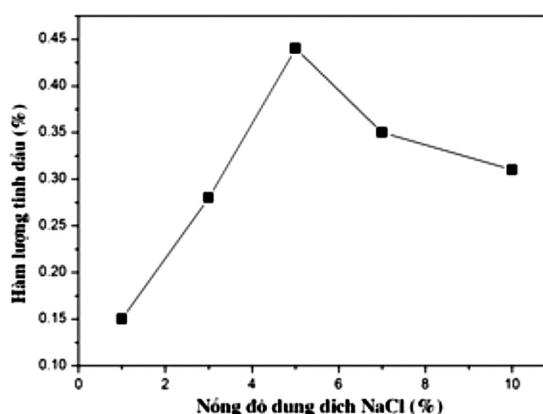
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu

3.1.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch NaCl

Tiến hành chưng cất ngay 150g hương nhu tía vừa mới hái (thời gian để héo là 0 giờ) vào lúc 8 giờ cùng với 450 ml nước cất trong 3 giờ thì thu được hàm lượng tinh dầu là 0,13%.

Tiến hành khảo sát sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo nồng độ dung dịch NaCl. Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của nồng độ dung dịch NaCl đến hàm lượng tinh dầu chiết xuất được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo nồng độ dung dịch NaCl (450 ml dung dịch NaCl ứng với các nồng độ: 1% , 3% , 5% , 7% và 10%; 150g hương nhu tía hái vào lúc 8 giờ, thời gian để héo là 0 giờ, thời gian chưng cất là 3 giờ)

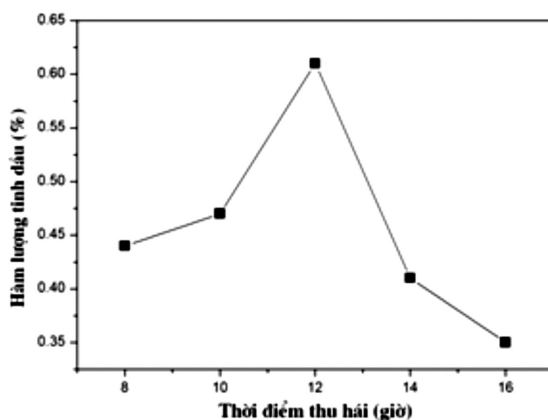
Từ hình 1 nhận thấy hàm lượng tinh dầu thu được phụ thuộc vào nồng độ dung dịch NaCl. Hàm lượng tinh dầu tăng khi nồng độ muối tăng từ 1 ÷ 5% và hàm lượng tinh dầu giảm khi nồng độ muối lớn hơn 5%. Việc thêm NaCl vào quá trình chưng cất làm tăng khả năng thẩm thấu của nước vào tế bào, làm tăng quá trình khuếch tán của tinh dầu ra ngoài nên rút ngắn thời gian chưng cất. Mặt khác, khi thêm NaCl vào làm tăng độ phân cực của dung dịch, nhờ đó làm giảm lực tương tác giữa các cấu tử tinh dầu với nước. Do đó tinh dầu sẽ dễ dàng bay hơi trong quá trình chưng cất.¹⁰⁻¹¹ Ngoài ra, khi cho NaCl vào làm tăng tỷ trọng của nước nên tinh dầu sẽ nổi lên nhiều hơn. Tuy nhiên, khi chưng cất với nồng độ dung dịch NaCl lớn hơn 5% thì lượng tinh dầu thu được giảm. Vì khi sử dụng NaCl với nồng độ cao thì xảy ra sự

co nguyên sinh, tế bào chất bị co rút lại ngăn cản sự khuếch tán của tinh dầu ra ngoài.¹² Tóm lại, qua khảo sát cho thấy hàm lượng tinh dầu chiết xuất đạt cao nhất ở nồng độ muối là 5%.

3.1.2. Ảnh hưởng của thời điểm thu hái nguyên liệu

Thời điểm thu hái nguyên liệu cũng ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu chiết xuất. Kết quả khảo sát sự thay đổi hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo thời điểm thu hái được thể hiện ở hình 2.

Từ hình 2 nhận thấy hương nhu tía hái vào lúc 12 giờ cho hàm lượng tinh dầu cao nhất. Vì vào thời điểm này, các tia sáng với bước sóng ngắn (tia xanh, tia tím) tăng làm thúc đẩy quá trình tổng hợp các amino axit và protein, làm tăng sự chuyển hóa các amino axit thành tinh dầu.¹¹



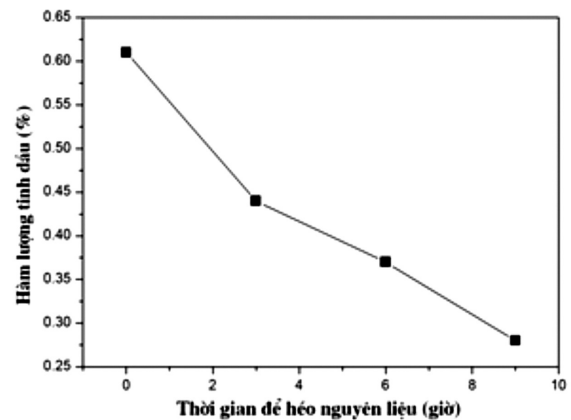
Hình 2. Sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo thời điểm thu hái (thời điểm thu hái trong ngày: 8 giờ, 10 giờ, 12 giờ, 14 giờ và 16 giờ; 150g hương nhu tía hái vào lúc 8 giờ, thời gian để héo là 0 giờ với 450 ml dung dịch NaCl nồng độ 5%, thời gian chưng cất 3 giờ)

3.1.3. Ảnh hưởng của thời gian để héo nguyên liệu

Kết quả khảo sát thời gian để héo nguyên liệu đến hàm lượng tinh dầu chiết xuất được thể hiện ở hình 3.

Từ hình 3 cho thấy mẫu hương nhu tía hái về rồi đem tiến hành chưng cất ngay sẽ cho lượng tinh dầu cao nhất, còn nếu để héo thì lượng tinh dầu sẽ giảm dần theo thời gian để héo. Bởi lẽ,

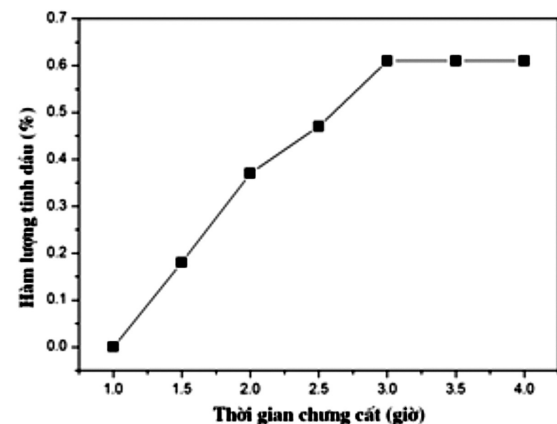
trong quá trình để héo mẫu hương nhu thì một số cấu tử có trong tinh dầu như β -caryophyllen, β -elemen bị phân hủy nên làm cho lượng tinh dầu giảm.¹³



Hình 3. Sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo thời gian để héo nguyên liệu (thời gian để héo nguyên liệu: 0 giờ, 3 giờ, 6 giờ và 9 giờ; 150g hương nhu tía hái vào lúc 12 giờ với 450 ml dung dịch NaCl nồng độ 5%, thời gian chưng cất 3 giờ)

3.1.4. Ảnh hưởng của thời gian chưng cất mẫu

Kết quả khảo sát sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu theo thời gian chưng cất được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Sự phụ thuộc của hàm lượng tinh dầu hương nhu tía theo thời gian chưng cất (thời gian chưng cất 0 ÷ 4 giờ, 150g hương nhu tía hái vào lúc 12 giờ, thời gian để héo nguyên liệu là 0 giờ với 450 ml dung dịch NaCl nồng độ 5%)

Đồ thị hình 4 cho thấy hàm lượng tinh dầu tăng từ khi mới chưng cất cho đến 3 giờ. Sau khi chưng cất được 3 giờ thì lượng tinh dầu không thay đổi. Điều này cho thấy với thời gian chưng

cát nhỏ hơn 3 giờ thì chưa đủ để trích ly hết tinh dầu. Với thời gian chưng cất từ 3 giờ đến 4 giờ thì tinh dầu trong mẫu đã được trích ly hết nên lượng tinh dầu thu được là không đổi theo thời gian (0,911g). Do đó để tiết kiệm năng lượng cũng như thời gian thì thời gian chưng cất thích hợp nhất cho 150g hương nhu tím là 3 giờ.

Qua khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu chiết xuất cho thấy điều kiện tối ưu để chiết xuất tinh dầu hương nhu tím ở Bình Định là hái hương nhu vào lúc 12 giờ, sau đó tiến hành chưng cất ngay với 450 ml dung dịch NaCl nồng độ 5% ứng với 150g hương nhu tím, thời gian chưng cất là 3 giờ thì thu được tinh dầu với hàm lượng 0,61% so với mẫu tươi. So sánh với hàm lượng tinh dầu hương nhu tím ở Ấn Độ (0,45%), ở Úc (0,57%) thì hàm lượng tinh dầu hương nhu tím ở Bình Định cao hơn (0,61%).^{4,14} Sự khác nhau về hàm lượng tinh dầu là do sự khác nhau về điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu cũng như sự khác nhau về kỹ thuật chiết xuất tinh dầu (chiết xuất với sự có mặt của muối NaCl).

3.2. Tính chất cảm quan và một số chỉ số hóa lý của tinh dầu hương nhu tím

Tinh dầu hương nhu tím thu được là chất lỏng màu vàng nhạt, mùi thơm.

Bảng 1. Một số chỉ số hóa lý của tinh dầu hương nhu tím

Tỷ trọng (d_{25}^{25})	Chỉ số axit (IA)	Chỉ số este (IE)
0,98	0,74	5,72

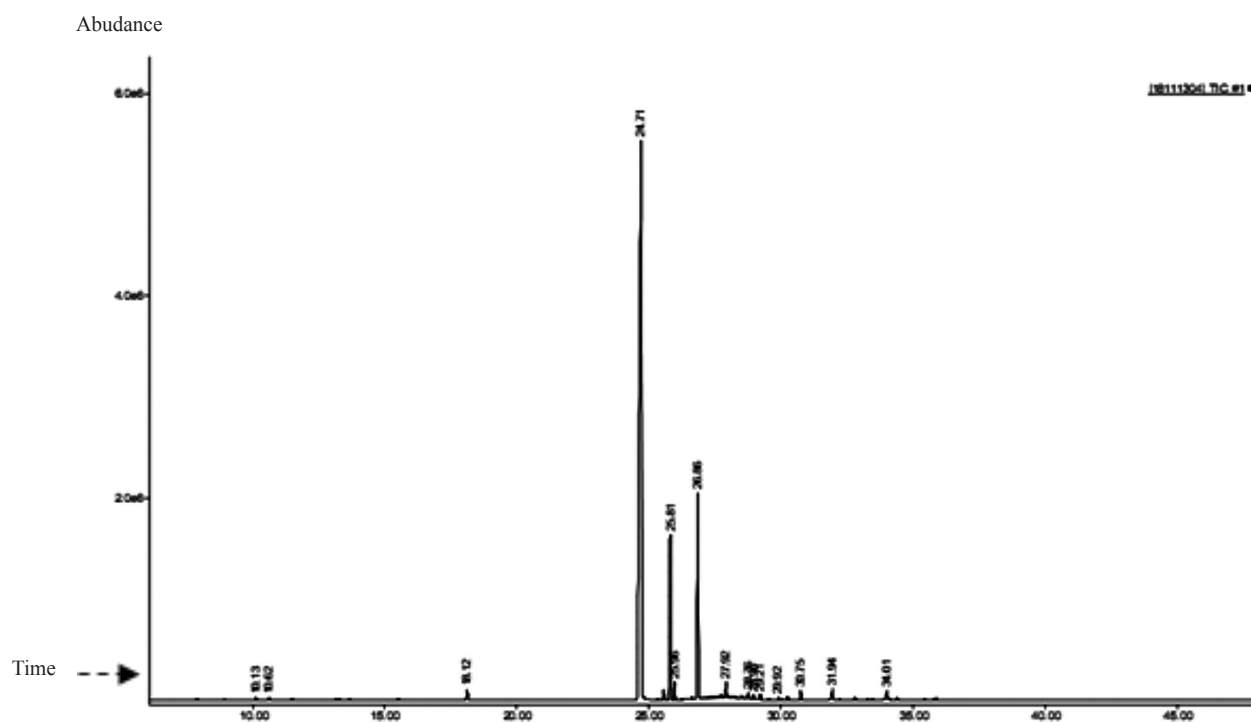
Từ bảng 1 nhận thấy, tinh dầu hương nhu tím ở 25°C có tỷ trọng bằng 0,98. Kết quả thực nghiệm này phù hợp với công bố của tài liệu.¹⁵ Tỷ trọng của tinh dầu thu được xấp xỉ bằng 1 nên việc dùng dung dịch muối NaCl để tăng cường sự tách lớp là rất cần thiết. Ngoài ra, kết quả thực nghiệm cũng cho thấy tinh dầu hương nhu tím có chỉ số axit, chỉ số este rất thấp.

3.3. Thành phần hóa học của tinh dầu hương nhu tím

Sắc ký đồ của tinh dầu hương nhu tím ở Bình Định được biểu diễn ở hình 5.

Thành phần hóa học của tinh dầu hương nhu tím ở Bình Định được trình bày trong bảng 2.

Kết quả GC-MS cho thấy có 15 chất trong tinh dầu đã được định danh với tổng hàm lượng là 99,07%. Các cấu tử chính trong tinh dầu là eugenol (71,21%), β -caryophyllen (12,96%) và cis- β -elemen (9,67%). Trong đó eugenol là chất chiếm hàm lượng cao nhất trong tinh dầu (71,21%). So sánh hàm lượng eugenol trong tinh dầu hương nhu tím ở Ấn Độ (60,24%) Hungary (60,20%), Cuba (34,3%) thì lượng eugenol trong tinh dầu ở Bình Định là cao hơn nhiều.^{4,16,17} Kết quả nghiên cứu này mở ra tiềm năng khai thác eugenol từ tinh dầu cây hương nhu tím ở Bình Định.



Hình 5. Sắc ký đồ của tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định

Bảng 2. Thành phần hóa học tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định

STT	Thời gian lưu (phút)	Hợp chất	Hàm lượng (%)
1	10,13	α -pinen	0,11
2	10,62	camphen	0,11
3	18,12	endo-borneol	0,54
4	24,71	eugenol	71,21
5	25,81	cis- β -elemen	9,67
6	25,96	metyl eugenol	1,02
7	26,86	β -caryophyllen	12,96
8	27,92	α -humulen	0,86
9	28,76	D-germacren	0,31
10	28,96	β -selinen	0,27
11	29,21	α -selinen	0,32
12	29,92	δ -cadinen	0,12
13	30,75	elemol	0,50
14	31,95	caryophyllene oxit	0,66
15	34,01	neointermedeol	0,68
Tổng			99,07

3.4. Hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu hương nhu tía

Bảng 3 trình bày kết quả thử hoạt tính của tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định.

Từ bảng 3 cho thấy tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định có khả năng ức chế mạnh sự phát triển của vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* và *Staphylococcus aureus*. Cụ thể với nồng độ tinh dầu hương nhu tía là 16 µg/ml

thì 15% vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* bị ức chế, còn ứng với nồng độ tinh dầu là 256 µg/ml thì 32% vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* và 30% vi khuẩn *Staphylococcus aureus* bị ức chế. Ngoài ra tinh dầu này cũng có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn *Bacillus subtilis* và vi khuẩn *Pseudomonasa eruginosa*. Kết quả nghiên cứu này góp phần làm cơ sở khoa học cho tác dụng điều trị các bệnh nhiễm khuẩn của loại tinh dầu này.

Bảng 3. Hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định

Nồng độ thử (µg/mL)	Phần trăm ức chế vi sinh tại các nồng độ thử (%)			
	Gram(+)			Gram(-)
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Pseudomonasa eruginosa</i>
256	30	10	32	18
64	15	0	23	11
16	0	0	15	0
4	0	0	0	0

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước, tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định đã được chiết xuất với hàm lượng 0,61% so với mẫu tươi. Điều kiện tối ưu để chiết xuất tinh dầu là hái hương nhu vào lúc 12 giờ, sau đó tiến hành chưng cất ngay với 450 ml dung dịch NaCl nồng độ 5% ứng với 150g hương nhu tía, thời gian chưng cất là 3 giờ.

Đã xác định được các chỉ số hóa lý của tinh dầu hương nhu tía: tỷ trọng ở 25°C là 0,98, chỉ số axit là 0,74 và chỉ số este là 5,72.

Đã xác định được thành phần hóa học của tinh dầu. Các cấu tử chính trong tinh dầu là eugenol (71,21%), β-caryophyllen (12,96%) và cis-β-elemen (9,67%). Trong đó eugenol là chất chiếm hàm lượng cao nhất trong tinh dầu.

Đã thử hoạt tính kháng vi sinh của tinh dầu. Kết quả thử hoạt tính cho thấy tinh dầu hương nhu tía có khả năng ức chế mạnh đối với sự phát triển của vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* và *Staphylococcus aureus*. Ngoài ra tinh dầu này cũng có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn *Bacillus subtilis* và vi khuẩn *Pseudomonasa eruginosa*.

Kết quả nghiên cứu đã góp phần mở ra tiềm năng khai thác tinh dầu hương nhu tía ở Bình Định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Tất Lợi. *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*, Nxb Hồng Đức, **2013**.
2. Nguyễn Thạch Bích, Võ Văn Chuyên, Vũ Văn Dũng, Lê Văn Quý, Trịnh Đình Thanh dịch. *Những họ thực vật có hoa: Cây hai lá mầm - tập 1*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, **1975**.
3. A. K Shasany, The Holy Basil (*Ocimum sanctum* L.) and its Genome, *Indian Journal of History of Science*, **2016**, 51.2.2, 343.
4. P. Raina, Ashok Kumar, M. Dutta. Chemical characterization of aroma compounds in essential oil isolated from “Holy Basil” (*Ocimum tenuiflorum* L.) in India, *Genet Resour Crop Evol*, **2013**, 60, 1727.
5. K. J. Bhatt. *Ocimum Sanctum: The Indian Medicinal plant*, *International Journal of Chemtech Application*, **2012**, 3(1), 53.
6. G. S. Krishna, T. B. Ramesh, P. P. Kumar. Tulsi - the Wonder Herb (Pharmacological Activities

- of *Ocimum Sanctum*), *American Journal of Ethnomedicine*, **2014**, 1(1), 89.
7. A. K. Pandey, P. Singh, N. N. Tripathi. *Chemistry and bioactivities of essential oils of some Ocimum species: An Overview*, **2014**, 4(9), 682.
 8. Nguyen Huu Dinh, Trinh Thi Huan, Hoang Thi Tuyet Lan. Sang-Bae Han, Hidrazones and 1,3-thiazolidin-4-ones incorporating furoxan moiety synthesized from eugenol the main constituent of *Ocimum sanctum* L. oil, *Heterocycles*, **2013**, 87(11), 2319.
 9. Nguyen Huu Dinh, Le Van Co, Nguyen Manh Tuan, Le Thi Hong Hai and Luc Van Meervelt. New route to novel polysubstituted quinolines starting with eugenol, the main constituent of *ocimum sanctum* l. oil, *Heterocycles*, **2012**, 85(3), 627.
 10. Nguyễn Năng Vinh. *Kỹ thuật khai thác và sơ chế tinh dầu*, Nxb Nông nghiệp, 1977.
 11. Đỗ Tất Lợi. *Tinh dầu Việt Nam*, Nxb Y học, 1985.
 12. Vũ Văn Vụ, Vũ Thanh Tâm, Hoàng Minh Tâm. *Sinh lý học thực vật*, Nxb Giáo dục, 1999.
 13. C. Turek, F. C. Stintzing. Stability of Essential Oils: A Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **2013**, 12, 40.
 14. H. A. Yamani, E. C. Pang, N. Mantri, M. A. Deighton. Antimicrobial Activity of Tulsi (*Ocimum tenuiflorum*) Essential Oil and Their Major Constituent against Three Species of Bacteria, *Front Microbiol*, **2016**, 7, 681.
 15. N. Dev, A. K. Das, M. A. Hossain, S. M. M. Rahman, Chemical Compositions of Different Extracts of *Ocimum basilicum* Leaves, *J. Sci. Res*, **2011**, 3(1), 197.
 16. B. Bernhardt, K. Szabo, J. Bernath, Sources of variability in essential oil composition of *Ocimum Americanum* and *Ocimum Tenuiflorum*, *Acta Alimentaria*, **2015**, 44(1), 111.
 17. Jorg A. Pino, Aristides Rosado, Marya Rodriguez, Dinash Garcia. Composition of the Essential Oil of *Ocimum tenuiflorum* L. Grown in Cuba, *Journal of Essential Oil Research*, **1998**, 10(4), 437.

The deployment of an application for electronic school reports in universities

Nguyen Thi Loan*, Vu Son Lam

Quy Nhon University, Quy Nhon, Binh Dinh

Received: 08/05/2018; Accepted: 22/06/2018

ABSTRACT

In this paper, we introduce cloud computing technology and its applications in mobile apps. Specifically, the application of electronic school report is an electronic service that school uses to provide information to students or guardians through mobile apps. This paper also presents the technologies and models that use Google FireBase services in building electronic school report. We provide some comparisons of methods used in management and training by software companies and also point out the usefulness of using electronic school report apps. The paper also recommends the use of this technology for management and training at Quy Nhon University.

Keywords: *Electronic school reports, Google Firebase, Firebase Cloud Messaging.*

*Corresponding author.

Email: loan180981@gmail.com

Xây dựng ứng dụng Sổ liên lạc điện tử trong trường đại học

Nguyễn Thị Loan*, Vũ Sơn Lâm

Trường Đại học Quy Nhơn, Quy Nhơn, Bình Định

Ngày nhận bài: 08/05/2018; Ngày nhận đăng: 22/06/2018

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu về công nghệ điện toán đám mây và khả năng ứng dụng của nó trong việc xây dựng các ứng dụng di động, cụ thể là ứng dụng Sổ liên lạc điện tử, là một dịch vụ cung cấp thông tin từ nhà trường tới sinh viên/phụ huynh thông qua ứng dụng chạy trên các thiết bị di động. Bài báo cũng trình bày mô hình, giải pháp và kỹ thuật sử dụng các dịch vụ của Google Firebase trong xây dựng Sổ liên lạc điện tử. Một số so sánh về các hệ thống quản lý đào tạo do các công ty phần mềm phát triển và ứng dụng chúng tôi xây dựng, đồng thời chỉ ra những tiện ích khi sử dụng Sổ liên lạc điện tử. Bài báo cũng đề xuất việc triển khai sử dụng ứng dụng này trong phạm vi quản lý đào tạo tại Trường Đại học Quy Nhơn.

Từ khóa: Sổ liên lạc điện tử, Google Firebase, Firebase Cloud Messaging.

1. GIỚI THIỆU

Ở các cấp tiểu học, phổ thông, nhà trường, gia đình và xã hội luôn là những yếu tố có tác động lớn đến sự phát triển toàn diện của học sinh. Do vậy, trong công tác giáo dục luôn đòi hỏi phải có sự phối hợp chặt chẽ giữa nhà trường và gia đình. Hiện nay, với sự phát triển của công nghệ thông tin, các giải pháp công nghệ đã được áp dụng để tạo sự kết nối chặt chẽ, xuyên suốt, kịp thời giữa phụ huynh và nhà trường về tình hình học tập của học sinh. Chẳng hạn như các ứng dụng gửi thông tin điểm, thông báo về cho phụ huynh qua tin nhắn điện thoại di động, qua ứng dụng trên điện thoại di động thông minh. Khi lên đại học, sự tham gia của gia đình vào công tác quản lý đào tạo, giáo dục không còn nhiều bởi các em cũng đã trưởng thành và có thể chịu trách nhiệm với chính mình. Tuy nhiên, cũng có nhiều trường hợp phụ huynh đến gặp nhà trường để hỏi về tình hình học tập của con em mình, và cũng

có nhiều bất cập xảy ra như việc các em đã nghỉ học nhưng vẫn nhận tiền học phí từ gia đình, các em trong diện thôi học nhưng gia đình vẫn không nhận được thông tin...

Ngoài việc tăng cường kết nối giữa phụ huynh và sinh viên, việc truyền thông từ nhà trường, khoa, các tổ chức Đoàn - Hội, cố vấn học tập đến sinh viên cũng cần nhanh chóng và thuận tiện hơn. Ở hầu hết các trường đại học, sinh viên phải thường xuyên truy cập vào website của trường để cập nhật thông tin. Điều đó có thể gặp phải một số vấn đề khi nhà trường, Đoàn - Hội cần triển khai các thông báo gấp thì các em sẽ không nhận được thông tin một cách kịp thời. Như vậy, yêu cầu đặt ra là cần có một giải pháp tổng thể góp phần tăng cường sự giao tiếp giữa nhà trường, phụ huynh và sinh viên một cách nhanh chóng kịp thời.

Ở bài báo này, chúng tôi trình bày một giải pháp là xây dựng, triển khai ứng dụng Sổ liên lạc

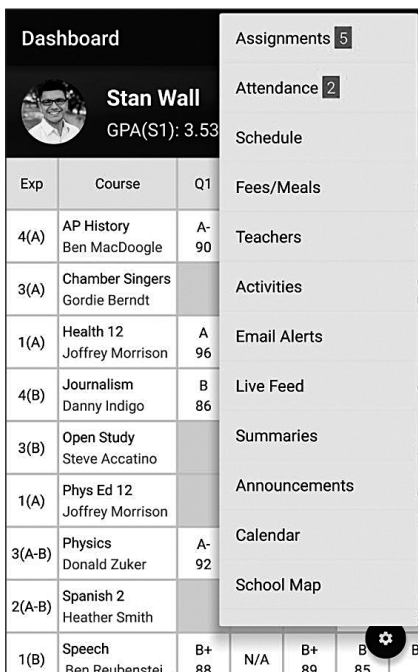
*Tác giả liên hệ chính.

Email: loan180981@gmail.com

điện tử trên các thiết bị di động thông minh giải quyết các vấn đề đã nêu dựa trên nền tảng điện toán đám mây. Với sự phát triển của các công cụ và dịch vụ điện toán đám mây ngày càng nhiều thì việc áp dụng công nghệ điện toán đám mây và điện thoại thông minh vào ứng dụng Sổ liên lạc điện tử sẽ mang lại nhiều lợi ích trong việc tạo ra một kênh liên lạc giữa nhà trường với phụ huynh và sinh viên.

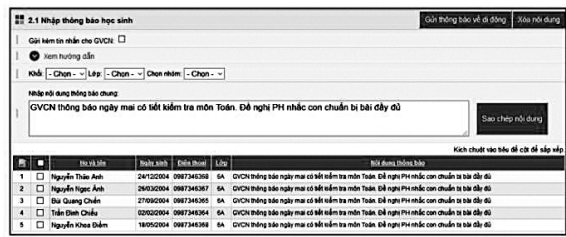
2. CÁC SẢN PHẨM LIÊN QUAN

Trên thế giới cũng đã có nhiều trường xây dựng cổng thông tin liên lạc giữa phụ huynh và học sinh, chẳng hạn như PowerSchool for Parents and Students đã dành giải thưởng 2017 CODiE cho “Best Learning Relationship Management Solution”.⁷ Ứng dụng này cho phép phụ huynh xem tình hình học tập của con mình, học sinh xem các thông báo, bài tập, điểm...



Hình 1. Ứng dụng PowerSchool for Parents and Students

Ở trong nước, phần mềm Sổ liên lạc điện tử, một sản phẩm hợp tác của Bộ giáo dục và đào tạo, Vụ Giáo dục tiểu học, Cục Công nghệ thông tin và QI Corporation đã được áp dụng ở nhiều trường.¹¹

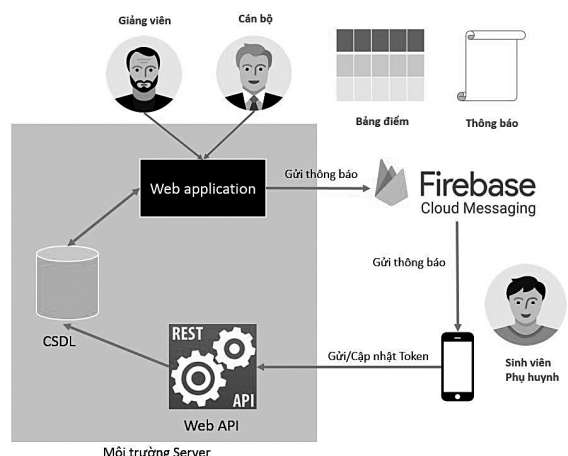


Hình 2. Một chức năng trong ứng dụng Sổ liên lạc điện tử của Công ty Quảng Ích

3. GIẢI PHÁP

Để giải quyết vấn đề đã nêu, chúng tôi xây dựng một hệ thống bao gồm hai thành phần chính: (1) Ứng dụng web quản lý các thông báo, gồm các thông báo điểm, học phí hay các thông báo khác và (2) Ứng dụng chạy trên điện thoại thông minh dành cho phụ huynh và sinh viên để nhận thông tin từ phía nhà trường. Với hệ thống này, nhà trường, các khoa, tổ chức Đoàn - Hội, cố vấn học tập có thể gửi thông báo đến sinh viên, nhóm sinh viên hoặc phụ huynh. Với ứng dụng trên điện thoại, sinh viên, phụ huynh có thể xem điểm các học kỳ, các thông báo một cách dễ dàng, thuận tiện và kịp thời.

Khi xây dựng và triển khai hệ thống, chúng tôi sử dụng dịch vụ điện toán đám mây Firebase Cloud Messaging của Google để gửi thông báo, xây dựng Web API để giao tiếp với cơ sở dữ liệu và một số nền tảng công nghệ để tạo ứng dụng trên điện thoại di động, tổ chức lưu trữ dữ liệu và ứng dụng web, cụ thể được thể hiện dưới các mô hình sau:



Hình 3. Mô hình ứng dụng Sổ liên lạc điện tử

Trong mô hình trên, cán bộ/giảng viên là những người sử dụng trực tiếp ứng dụng Web (được viết với ASP.NET Core) để gửi thông báo, thực hiện tải dữ liệu điểm lên hệ thống. Phụ huynh/sinh viên nhận thông báo trên ứng dụng di động. Một Web API được sử dụng cho phép ứng dụng trên thiết bị di động của phụ huynh/sinh viên gửi Token (mã đăng ký) về lưu trữ trên cơ sở dữ liệu của hệ thống. Token kết hợp với thông tin mã sinh viên, mã phụ huynh giúp định danh được phụ huynh/sinh viên và thiết bị di động mà họ đang sử dụng. Token được cấp khi phụ huynh/sinh viên lần đầu đăng nhập vào hệ thống, nó được sinh ra và cấp bởi Firebase Cloud Messaging - Google. Chúng tôi xây dựng một cơ sở dữ liệu cho việc lưu trữ các thông báo, bảng điểm của sinh viên cũng như các Token tương ứng với các thiết bị di động có kết nối với hệ thống. Trong tương lai, Web API sẽ được bổ sung thêm chức năng cho phép tải dữ liệu điểm lên hệ thống một cách tự động từ các hệ thống phần mềm quản lý đào tạo khác trong nhà trường.

Phần bên dưới chúng tôi giới thiệu tổng quan về các dịch vụ nền tảng của Google Firebase và trình bày chi tiết việc áp dụng dịch vụ Firebase Cloud Messaging - Google trong hệ thống Sổ liên lạc điện tử.

3.1. Các dịch vụ của Google Firebase

Firebase là một nền tảng ứng dụng di động và web với các công cụ và hạ tầng được thiết kế để hỗ trợ xây dựng các ứng dụng chất lượng cao. Thay vì trực tiếp cung cấp các ứng dụng, Google cung cấp các dịch vụ nền tảng để xây dựng ứng dụng cũng như hỗ trợ tối ưu hóa, tối đa hóa cho ứng dụng.



Hình 4. Mô hình kiến trúc của Google Firebase

Firebase là sự kết hợp giữa nền tảng đám mây với hệ thống máy chủ cực kỳ mạnh mẽ, cung cấp cho chúng ta những API đơn giản, thuận tiện và đa nền tảng. Cụ thể, Google Firebase cung cấp những chức năng chính sau:

- Realtime Database (Cơ sở dữ liệu thời gian thực): Firebase lưu trữ dữ liệu dưới dạng JSON và thực hiện đồng bộ dữ liệu tới tất cả các máy khách theo thời gian thực.

- Firebase Authentication (Hệ thống xác thực của Firebase): với Firebase ta có thể dễ dàng tích hợp các công nghệ xác thực của Google, Facebook, Twitter, ... hoặc một hệ thống xác thực nặc danh vào trong ứng dụng ở bất kỳ nền tảng nào như Android, iOS hoặc Web.

- Firebase Hosting: giúp cho việc triển khai một ứng dụng web nhanh chóng dễ dàng với hệ thống Firebase, và các dữ liệu sẽ được lưu trữ đám mây đồng thời được bảo mật thông qua giao thức truy cập SSL.

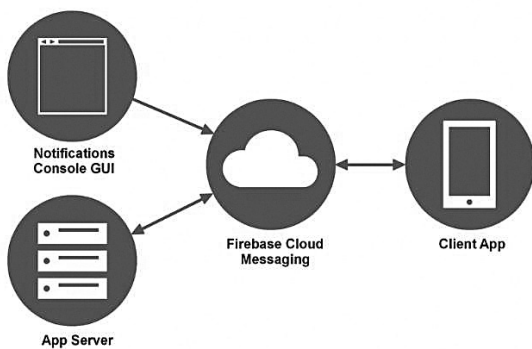
- Firebase Cloud Messaging (FCM): là một dịch vụ đa nền tảng cho phép truyền tin nhắn/thông báo giữa các ứng dụng trên máy chủ và các ứng dụng trên máy khách (ứng dụng trên thiết bị di động hoặc web). FCM cũng cho phép các ứng dụng trên máy khách gửi ngược gói tin lên các ứng dụng trên máy chủ (Upstream messaging).

Theo IBM, điện toán đám mây là việc cung cấp tài nguyên máy tính cho người dùng tùy theo mục đích sử dụng thông qua kết nối Internet. Tài nguyên máy tính đó có thể là phần cứng, phần mềm, hạ tầng mạng... Chúng tôi lựa chọn dịch vụ Firebase Cloud Messaging - Google trong giải pháp xây dựng ứng dụng Sổ liên lạc điện tử để tận dụng các thế mạnh mà nền tảng đám mây mang lại, chẳng hạn như với dịch vụ này, chúng ta không cần quan tâm tới việc vận hành, bảo trì cơ sở hạ tầng, hệ thống máy chủ, cơ sở dữ liệu, kết nối mạng, cho đến việc lưu trữ tin nhắn, quản lý hàng đợi tin nhắn hay các kỹ thuật khác để đẩy tin nhắn hàng loạt đến các thiết bị di động của người dùng cuối. Dĩ nhiên bên trong các đám mây này là những cơ sở hạ tầng phức tạp được duy trì bởi nhà cung cấp dịch vụ để đảm bảo các

tính năng như khả năng sẵn sàng cao, an ninh và chất lượng, mức độ an toàn, tin cậy cao.² Theo [1], thông qua điện toán đám mây, các cơ sở giáo dục sẽ giải quyết được bài toán về xây dựng cơ sở hạ tầng, phần mềm cũng như việc lưu trữ dữ liệu.

3.2. Dịch vụ Firebase Cloud Messaging trong hệ thống Số liên lạc điện tử

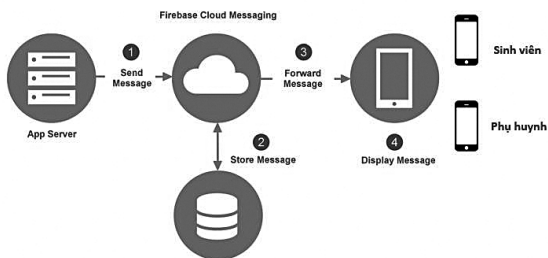
Mô hình tổng quan về hoạt động của dịch vụ Firebase Cloud Messaging - Google được thể hiện trong hình sau:



Hình 5. Mô hình Firebase Cloud Messaging

Thông thường FCM sẽ gửi tin nhắn đến máy khách ngay khi có yêu cầu. Tuy nhiên, trong một số trường hợp FCM phải trì hoãn việc gửi tin, ví dụ như khi thiết bị di động của người dùng chưa được bật, hoặc ngắt kết nối mạng, khi đó FCM sẽ lưu trữ tin nhắn trong cơ sở dữ liệu của họ để gửi lại sau đó. Thời gian lưu trữ tối đa cho một tin nhắn (lifespan of a message) là 28 ngày.

Chúng tôi đã xây dựng hệ thống Số liên lạc điện tử dựa trên mô hình gửi thông báo của FCM như hình bên dưới:



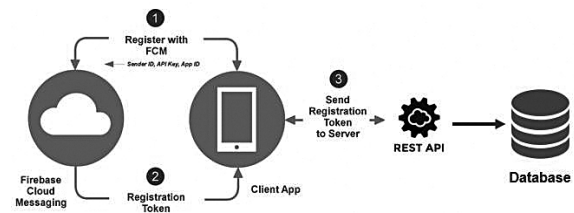
Hình 6. Firebase Cloud Messaging trong hệ thống Số liên lạc điện tử

Khi muốn gửi thông báo đến cho các máy di động của sinh viên/phụ huynh (gọi là máy

khách), một ứng dụng web trên máy chủ sẽ gửi thông báo đến cho FCM. Nếu máy sinh viên/phụ huynh được kết nối, FCM sẽ chuyển tiếp thông báo đến ứng dụng trên máy khách. Ngược lại, FCM sẽ lưu trữ thông báo vào hàng đợi và sẽ gửi lại sau khi có thể.

Để FCM có thể gửi thông báo đến chính xác các máy sinh viên/phụ huynh thì ngay lần khởi động ứng dụng đầu tiên, ứng dụng sẽ gửi một gói tin đăng ký với FCM để nhận mã đăng ký (Registration Token). Chúng tôi lưu trữ mã đăng ký này tương ứng với mỗi mã sinh viên/mã phụ huynh để thực hiện gửi thông báo chính xác đến đối tượng nhận.

Quá trình đăng ký với FCM và lưu trữ mã đăng ký vào cơ sở dữ liệu được mô tả như hình bên dưới:

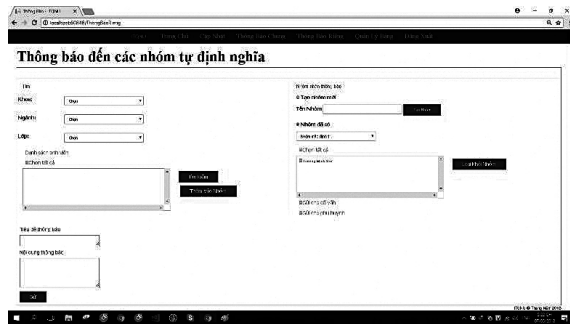


Hình 7. Đăng ký với FCM và lưu trữ mã đăng ký vào cơ sở dữ liệu

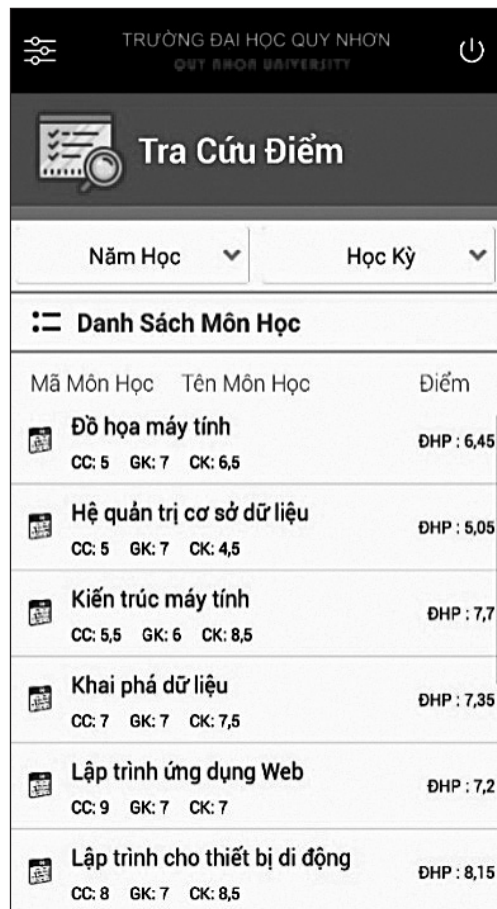
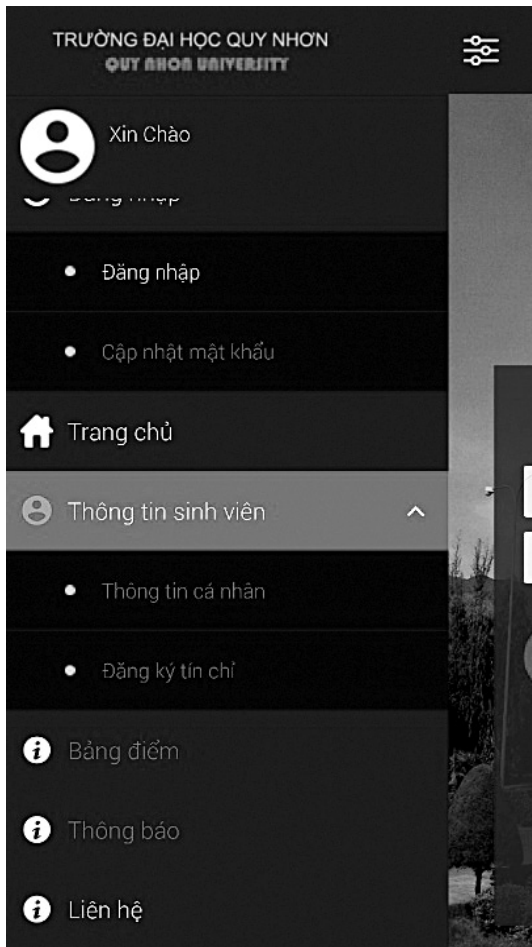
- Bước 1: Ứng dụng trên điện thoại của sinh viên/phụ huynh khởi động lần đầu tiên, sẽ gửi yêu cầu đăng ký với FCM.
- Bước 2: FCM gửi mã đăng ký (Registration Token, còn được gọi là Instance ID Token) về cho ứng dụng.
- Bước 3: Ứng dụng gửi mã đăng ký nhận được lên máy chủ thông qua REST API và lưu trữ vào cơ sở dữ liệu.

Khi sinh viên/phụ huynh không muốn nhận thông báo nữa (đăng xuất khỏi ứng dụng), một gói tin sẽ được ứng dụng gửi lên máy chủ báo xóa mã đăng ký này đi. Nếu sinh viên/phụ huynh gỡ cài đặt ứng dụng hoặc xóa dữ liệu ứng dụng, FCM sẽ phát hiện và báo cho máy chủ xóa mã đăng ký.

4. MỘT SỐ CHỨC NĂNG CHÍNH CỦA HỆ THỐNG



Hình 8. Chức năng gửi thông báo đến các nhóm tự định nghĩa



Hình 9. Các chức năng của ứng dụng chạy trên thiết bị di động

5. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày mô hình xây dựng hệ thống Sổ liên lạc điện tử, sử dụng dịch vụ Firebase Cloud Messaging của Google để gửi thông báo hàng loạt. Việc sử dụng dịch vụ này giúp giảm chi phí so với các hệ thống thông báo qua SMS. Đồng thời, nó giúp nhà trường có thể thông báo nhiều loại thông tin hơn, chẳng hạn bảng điểm, hình ảnh, video, liên kết web...

Với dịch vụ Sổ liên lạc điện tử được các công ty phần mềm hoặc các dịch vụ viễn thông cung cấp ở các trường phổ thông thì phụ huynh phải trả một khoản phí từ 40.000 - 110.000 đồng/gói/năm.¹⁰ Nếu triển khai ứng dụng chúng tôi xây dựng tại Trường Đại học Quy Nhơn thì nhà trường chỉ tốn chi phí thuê máy chủ hàng năm, sinh viên và phụ huynh có thể sẽ không tốn phí khi sử dụng dịch vụ.

Hệ thống Sổ liên lạc điện tử có thể phát triển mở rộng theo hướng hỗ trợ công tác quản lý, đào tạo, như cho phép các lớp trường thông tin về điểm danh, điểm rèn luyện... cho cô vấn học tập, thông báo các vấn đề liên quan đến cơ sở vật chất một cách kịp thời lên nhà trường... Đồng thời, hệ thống như một cổng thông tin điện tử, nơi mà sinh viên/phụ huynh có thể xem các tin tức về nhà trường một cách nhanh nhất ngay trên thiết bị di động của mình. Để hiện thực được điều này, chúng tôi đưa ra hai giải pháp: hoặc là cán bộ tải dữ liệu vào hệ thống một cách thủ công, hoặc là thực hiện tự động thông qua một dịch vụ web (Web API). Việc cập nhật điểm vào hệ thống cũng nên được thực hiện tự động, cho phép các

hệ thống quản lý khác trong nhà trường như hệ thống quản lý điểm, quản lý đào tạo tin chỉ đang sẵn có có thể tương tác, làm việc với hệ thống Sổ liên lạc điện tử.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Tứ Thành. *Ứng dụng điện toán đám mây trong giáo dục - xu thế tất yếu*, 2012. <http://giaoducthoidai.vn>
2. Lê Đình Tuấn. *Áp dụng điện toán đám mây trong việc quản lý CNTT tại trường Đại học Kinh tế công nghiệp Long An*, 2012. <http://www.daihoclongan.edu.vn>
3. Campussuite. *School Communication Planning Guide*, Campussuite.com.
4. Campussuite. *School Mobile App Planning Guide*, Campussuite.com.
5. Ryan Hodson. *Android programming Succinctly*, Syncfusion, 2014.
6. Svetlin Nakov, *Fundamentals of Computer Programming with C#*, Sofia, 2013.
7. <https://www.powerschool.com/parent-student-resource-center/>
8. <https://firebase.google.com/>
9. <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/>
10. Các gói cước dịch vụ Sổ liên lạc điện tử vnedu. <http://nghean.vnpt.vn/view/p219/445>
11. Sổ liên lạc điện tử Eshool của công ty Quảng Ích. <https://quangich.com/sanpham/So-lien-lac-dien-tu.aspx>

Effect of complement substrates on growth, yield and medicinal component extracted of *Angelica acutiloba* Kitagawa planted in An Toan commune, An Lao district, Binh Dinh province

Bui Hong Hai*, Nguyen Thi Thuy Trinh, Nguyen Thi Y Thanh

Biology and Agricultural Engineering Department, Quy Nhon University

Received: 25/05/2019; Accepted: 06/06/2019

ABSTRACT

Angelica acutiloba plant, an important medicinal plant in many traditional medicines, was imported to Viet Nam in 1990 and planted in several locations. Japanese *Angelica* was planted in An Toan commune, An Lao district, Binh Dinh province from 2015, but the quality is not high. The experiment was conducted to examine the effect of complement substrates on growth, yield and medicinal component of *Angelica acutiloba* planted in this area. The experiment was set up in a randomized completed block design with 4 treatments and three replications, including the control - no complement substrate, 100 kg.ha⁻¹ coconut coir added, 100 kg.ha⁻¹ rice husk added, and mixture of 50 kg coconut coir + 50 kg rice husk added per hectare. The results showed that the complement of 100 kg rice husk per hectare increased plant height, leaf size, primary root size, secondary root size, fresh and dry root weight (134.89g and 54.33g.plant⁻¹ respectively), fresh and dry root yield (9.208 kg and 3.733 kg.ha⁻¹ respectively), and high medicinal component extracted (49.66%). Therefore, the complement of 100 kg rice husk added per hectare should be suitable to Japanese *Angelica* cultivation in the local area.

Keywords: *rice husk, coconut coir, Angelica acutiloba.*

*Corresponding author.

Email: buihonghai@qnu.edu.vn

Ảnh hưởng của một số cơ chất bổ sung đến sinh trưởng, năng suất và dược chất chiết được của cây đương quy Nhật Bản (*Angelica acutiloba* Kitag.) trồng tại xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định

Bùi Hồng Hải*, Nguyễn Thị Thùy Trinh, Nguyễn Thị Y Thanh

Khoa Sinh - KTNN, Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 25/05/2019; Ngày nhận đăng: 06/06/2019

TÓM TẮT

Đương quy Nhật Bản (*Angelica acutiloba* Kitag.) là cây thuốc quan trọng trong nhiều bài thuốc đông y, di thực vào Việt Nam năm 1990 và đã được trồng ở nhiều nơi. Đương quy được trồng ở xã An Toàn (huyện An Lão, tỉnh Bình Định) từ năm 2015 nhưng chất lượng không cao. Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng một số cơ chất bổ sung đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng dược chất cây đương quy Nhật. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 công thức và 3 lần lặp lại gồm: không bổ sung cơ chất, bổ sung 100 kg xơ dừa/ha, 100 kg vỏ trấu/ha, và 50 kg xơ dừa + 50 kg vỏ trấu/ha. Kết quả cho thấy bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha vào đất trồng đương quy Nhật giúp rút ngắn thời gian hồi xanh, tăng chiều cao cây, tăng kích thước lá, hàm lượng diệp lục, kích thước rễ chính và rễ phụ, trọng lượng tươi và khô đạt cao nhất (trương ứng 134,89g và 54,33 g/cây), năng suất rễ tươi đạt 92,08 tạ/ha, năng suất rễ khô đạt 37,33 tạ/ha và hàm lượng chất chiết được cao (49,66%). Vì vậy, bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha trong quá trình trồng cây đương quy có thể phù hợp với điều kiện canh tác ở xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định.

Từ khóa: vỏ trấu, xơ dừa, đương quy Nhật Bản.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đương quy là tên gọi chung của chi Đương quy (*Angelica*) thuộc họ Hoa tán (Apiaceae) với khoảng hơn 90 loài khác nhau được sử dụng rộng rãi ở vùng viễn đông.⁹ Ở Trung Quốc có đương quy Trung Quốc (*Angelica sinensis* (Oliv.) Diels, 1900) còn ở Nhật Bản phổ biến là đương quy Nhật Bản (*Angelica acutiloba* (Sieb. & Zucc.) Kitagawa, 1937). Đương quy Nhật Bản (tiếng Nhật là Tō-ki - トウキ) di thực vào Việt Nam năm 1990 và đã được Viện Dược liệu trồng thử nghiệm ở trạm cây thuốc Sa Pa (Lào Cai).¹⁰

Đương quy là một vị thuốc phổ thông trong đông y và là đầu vị trong thuốc chữa bệnh

phụ nữ, bồi bổ và trị bệnh khác như thiếu máu, huyết áp cao, tim mạch, đau đầu, kháng viêm, tăng cường hệ miễn dịch¹². Đương quy Nhật chứa nhiều α -pinene, β -pinene, α -phellandrene, β -phellandrene, δ -3-carene, sabinene, γ -terpinene, limonene, p-cymene, ligustilide, butylidene phthalide, α -cadinol, and β -eudesmol, đây là các chất có hoạt tính sinh học như chất chống oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn, miễn dịch và diệt côn trùng.^{3,14}

Ở Việt Nam, đương quy được trồng nhiều ở Sa Pa (Hoàng Liên Sơn), Thanh Tri (Hà Nội), Mỹ Văn (Hưng Yên) và rải rác ở các tỉnh như ở Lâm Đồng, Bình Định, tuy nhiên chất lượng

*Tác giả liên hệ chính.

Email: buihonghai@qnu.edu.vn

không đồng đều ở các vùng miền.¹³ Tại Bình Định, năm 2015 đương quy Nhật được trồng tại xã An Toàn, huyện An Lão tại vườn dược liệu thuộc Công ty cổ phần Dược - Trang thiết bị y tế Bình Định (BIDIPHAR). Tuy nhiên, việc áp dụng quy trình trồng đương quy của Viện Dược liệu tại đây không mang lại hiệu quả. Do đó, việc nghiên cứu ảnh hưởng của một số cơ chất đến sự sinh trưởng, phát triển, năng suất và dược chất cây đương quy là cần thiết để xây dựng quy trình trồng phù hợp điều kiện tự nhiên nhằm phát triển vùng trồng cây dược liệu tại địa phương.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Hạt giống đương quy Nhật thu thập từ cây bố mẹ 2 năm tuổi trồng tại vườn dược liệu (BIDIPHAR) tại An Toàn, An Lão, Bình Định. Giống bố mẹ do Viện Dược liệu cung cấp.

Cơ chất:

+ Xơ dừa (XD) là vỏ quả dừa (cả phần bụi và sợi xơ dừa) được nghiền nhỏ, có khả năng giữ ẩm, thoát nước tốt, khả năng trao đổi ion cao và dinh dưỡng tốt. Thành phần xơ dừa có tỷ lệ C: N là 8:1, độ xốp: 10 - 12%, chất hữu cơ: 9,4 - 9,8%, lượng tro tổng số: 3 - 6%, cellulose: 20 - 30%, lignin: 60 - 70%, tannin: 8 - 8,5%, NH_4^+ (0,2 - 1,8 mg.L^{-1}), NO_3^- (0,2 - 0,9 mg.L^{-1}), Ca (0,9 - 2,9 mg.L^{-1}), Mg (2,9 - 7,3 mg.L^{-1}), ngoài ra còn chứa P, B, Cu, Fe, Ni, S, Zn, Mn, Mo, EC = 1,2 - 2,8 mS.cm^{-1} .^{7,11}

+ Vỏ trấu (VT) là phần vỏ của hạt lúa sau khi xay sát, có đặc tính nhẹ, xốp chứa nhiều cacbon và các nguyên tố khoáng được dùng cải thiện đặc tính vật lý của đất. Các thành phần của vỏ trấu gồm cellulose (32,24%), hemicellulose (21,34%), lignin (21,44%), tro khoáng (15,05%, trong đó chứa các oxit kim loại như: SiO_2 (96,34%), K_2O (2,31%), MgO (0,45%), Fe_2O_3 (0,2%), Al_2O_3 (0,41%), CaO (0,41%) và K_2O (0,08%).⁸

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành từ tháng 3/2017 đến tháng 5/2018 tại vườn dược liệu (BIDIPHAR) ở xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định. Khu vực nghiên cứu có độ cao 800m, đất có thành phần cơ giới nhẹ thoát nước, độ phì nhiêu khá, tầng đất dày trên 50 cm. Nhiệt độ trung bình là 23,5°C, mùa đông nhiệt độ có thể xuống dưới 10°C. Tổng lượng mưa bình quân năm là 2.400 mm.

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại, gồm 4 công thức thí nghiệm (CT):

CT1. Đối chứng (ĐC): không bổ sung giá thể;

CT2. Xơ dừa (XD): 100 kg xơ dừa/ha;

CT3. Vỏ trấu (VT): 100 kg vỏ trấu/ha;

CT4. Hỗn hợp (HH): 50 kg xơ dừa + 50 kg vỏ trấu/ha.

Các cơ chất do Công ty TNHH dịch vụ cây trồng Quy Nhơn (214 Nguyễn Thái Học, TP. Quy Nhơn, tỉnh Bình Định) cung cấp được trộn lẫn với đất và lấp vào hố xung quanh cây giống tại thời điểm trồng cây ở ruộng. Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 12m² (4 x 3m) kể cả rãnh. Mỗi ô thí nghiệm trồng 80 cây, hàng cách hàng 40 cm, cây cách cây 30 cm. Tổng diện tích thí nghiệm là 200m² kể cả dải bảo vệ.

2.2.2. Quy trình kỹ thuật canh tác

Chuẩn bị cây giống: Hạt giống là hạt chắc mẩy ngâm nước ấm 40 - 50°C (2 sôi + 3 lạnh) trong 1 ngày, vớt ra để ráo nước, ủ trong vải ướt khoảng 2 ngày. Khi hạt nhú mầm trắng đem gieo trong vườn ươm. Cây con mọc sau khoảng 12 ngày sau khi gieo. Cây con được chăm sóc trong vườn ươm 15 ngày, trước khi đem ra trồng ở ruộng.

Làm đất: đất được cày bừa kỹ, băm nhỏ, loại bỏ đá to, để ải, và sau đó lên luống cao 30 - 35 cm, rộng 1m, rãnh 30 cm. Xử lý đất bằng

vôi và chế phẩm Trichoderma và phơi đất 2 ngày trước khi trồng.

Bón phân, trồng và chăm (theo quy trình của Viện Dược liệu⁵). Phân bón cho vườn ươm gồm 3 tấn phân chuồng hoai + 300 kg phân NPK và 450 kg vôi bột/ha. Phân bón cho ruộng gồm 2 tấn phân chuồng hoai + 550 kg đạm urê + 525 kg supe lân + 250 kg kali/ha, chia thành 6 đợt khác nhau. Bổ sung cơ chất tương ứng ở các hố trồng khi trồng cây. Ngoài ra, chúng tôi dùng bẫy để bắt và tiêu diệt chuột đồng phá hoại.

2.3.3. Các chỉ tiêu và phương pháp xác định

- *Thời kỳ gieo trồng*: theo dõi thời gian nảy mầm (ngày), tỷ lệ nảy mầm (%), số ngày hình thành lá thật (ngày), tỷ lệ sống (%), thời gian hồi xanh (ngày).

- *Thời kỳ sinh trưởng* (theo dõi ở thời điểm 45, 120 và 240 ngày sau trồng): chiều cao cây (cm), chiều dài lá (cm), diện tích lá ở nách ra hoa (cm²) được xác định dựa trên ảnh chụp độ phân giải cao của lá khi thu hoạch và sử dụng phần mềm ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>); hàm lượng diệp lục trong lá theo phương pháp so màu quang phổ trên máy so màu quang phổ UV-VIS CE-2011 (CECIL Instruments, Anh Quốc) và được tính theo công thức Wintermans, De Most (1965).²

- *Thời kỳ thu hoạch*: mỗi ô thí nghiệm thu 15 cây để xác định các chỉ tiêu về rễ gồm: số rễ nhánh/rễ chính; chiều dài rễ chính và rễ nhánh (cm): dùng thước đo từ cổ rễ chính đến hết chiều dài rễ chính, rễ nhánh; đường kính rễ chính và rễ nhánh (cm): dùng thước kẹp đo vị trí lớn nhất của rễ chính, rễ nhánh; khối lượng rễ tươi/cây: cân rễ sau khi thu hoạch đã rửa sạch, để ráo; khối lượng rễ khô/cây: sau khi cân khối lượng rễ tươi, rễ được sấy trong tủ sấy ở 45°C trong 4 ngày (độ ẩm rễ khoảng 15%) cân xác định khối lượng rễ khô.

- *Hàm lượng chất chiết được trong rễ đương quy (%)*: theo phương pháp chiết nóng, dùng ethanol 50% làm dung môi (Phụ lục 12.10, Dược điển Việt Nam IV¹); độ ẩm rễ đương quy (%): theo phương pháp cất với dung môi toluene (Phụ lục 12.13, Dược điển Việt Nam IV).¹

2.3.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý thống kê trên phần mềm MS. Excel 2010 và Statistix 8.0 so sánh các giá trị trung bình bằng phương pháp kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5%.⁴

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm thời kỳ gieo trồng

Kết quả theo dõi cho thấy hạt đương quy Nhật Bản có thời gian mọc mầm là 17 ngày, tỷ lệ nảy mầm cao (90%), thời gian hình thành lá thật sớm (30 ngày sau gieo). Điều đó chứng tỏ chất lượng hạt giống đương quy khá tốt và thích hợp với điều kiện sinh thái ở khu vực nghiên cứu.

Cây đương quy được chăm sóc trong vườn ươm 15 ngày sau đó được trồng ra ruộng. Kết quả theo dõi cho thấy: bổ sung cơ chất giúp tăng tỷ lệ sống từ 93,33% (ĐC) lên 100% ở cả 3 nghiệm thức, rút ngắn thời gian hồi xanh 14 ngày (VT), 16 ngày (XD) và 17 ngày (HH) so với đối chứng (20 ngày). Như vậy, độ ẩm đất là yếu tố quan trọng giúp cây hồi xanh,^{2,6} cơ chất bổ sung giữ ẩm cho đất giúp tăng tỷ lệ sống, rút ngắn thời gian hồi xanh.^{7,8,11}

3.2. Sự sinh trưởng thân lá của cây đương quy Nhật Bản

Kết quả theo dõi chiều cao cây, chiều dài và diện tích lá đương quy Nhật Bản ở các thời điểm 45, 120 và 240 ngày sau trồng được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của cơ chất đến sinh trưởng thân lá của cây đương quy Nhật Bản

CT	Chiều cao cây (cm)			Chiều dài lá (cm)			Diện tích lá (cm ²)		
	45 NST	120 NST	240 NST	45 NST	120 NST	240 NST	45 NST	120 NST	240 NST
ĐC	5,49 ^c	13,30 ^c	15,97 ^d	5,50 ^b	10,16 ^c	17,82 ^d	8,66 ^d	37,56 ^d	50,42 ^d
XD	7,03 ^b	15,72 ^a	21,19 ^b	5,97 ^a	12,36 ^b	22,17 ^b	12,09 ^a	45,39 ^b	66,48 ^b
VT	7,95 ^a	15,87 ^a	21,91 ^a	6,16 ^a	12,91 ^a	23,04 ^a	11,53 ^b	47,51 ^a	70,29 ^a
HH	6,93 ^b	14,77 ^b	19,49 ^c	6,09 ^a	12,31 ^b	21,43 ^c	9,95 ^c	43,68 ^c	58,66 ^c
CV(%)	1,38	7,09	1,19	5,61	9,06	9,57	1,77	8,66	1,27
LSD _{0,05}	0,32	0,21	0,20	0,21	0,17	0,19	0,19	0,27	0,35

Ghi chú: các chữ cái biểu hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; CV (coefficient variance) là hệ số biến thiên; LSD (least significant difference) là sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa.

Chiều cao cây tăng lên qua các giai đoạn nghiên cứu (45, 120 và 240 ngày sau trồng) và ở các công thức bổ sung có cơ chất đều cao hơn so với đối chứng. Sau khi trồng 240 ngày, chiều cao của cây đương quy Nhật Bản dao động từ 15,97 cm đến 21,91 cm, cao nhất ở CT vỏ trấu (21,91 cm), tiếp đến ở CT xơ dừa (21,49 cm), và thấp nhất ở đối chứng (15,97 cm) và sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm có ý nghĩa thống kê. Như vậy, bổ sung các cơ chất giúp sự tăng trưởng chiều cao cây và bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha là tốt nhất do trong thành phần của vỏ trấu có các nguyên tố vi lượng và nguồn cacbon cho vi sinh vật phân giải cung cấp dinh dưỡng cho cây,⁸ còn trong thành phần của xơ dừa thì cellulose chiếm một lượng lớn nên khi phân hủy chỉ cung cấp chất mùn cho cây.^{7,11}

Chiều dài lá và diện tích lá tăng lên qua các giai đoạn nghiên cứu (45, 120 và 240 ngày sau trồng) và ở các công thức có bổ sung cơ chất đều cao hơn so với đối chứng. Sau khi

trồng 240 ngày, chiều dài lá đương quy Nhật Bản ở các công thức thí nghiệm dao động từ 17,82 cm đến 23,04 cm, diện tích lá dao động từ 50,42 cm² đến 70,29 cm². Chiều dài lá và diện tích lá lớn nhất ở CT VT (23,03 cm và 70,29 cm²), tiếp đến CT XD (22,36 cm và 66,48 cm²), và thấp nhất là ĐC (17,82 cm và 50,42 cm²), sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Như vậy, chiều dài lá và diện tích lá đương quy Nhật Bản ở các công thức bổ sung cơ chất cao hơn so với đối chứng và tăng dần từ giai đoạn cây hồi xanh, tăng mạnh ở khoảng thời gian 120 NST. Bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha cho kết quả cao nhất vì vỏ trấu cung cấp nguồn cacbon cho vi sinh vật cố định đạm trong đất hoạt động, đồng thời cung cấp các nguyên tố Fe, Mg, Ca,... các nguyên tố vi lượng giúp cho cây sinh trưởng và phát triển sinh dưỡng đặc biệt là sự sinh trưởng của lá.⁸

3.3. Hàm lượng diệp lục của lá đương quy Nhật Bản ở các thời kỳ sinh trưởng

Bảng 2. Ảnh hưởng của cơ chất đến hàm lượng diệp lục của lá ở các giai đoạn sinh trưởng

CT	Diệp lục a (mg/g lá tươi)			Diệp lục b (mg/g lá tươi)			Diệp lục tổng số (mg/g lá tươi)		
	45 NST	120 NST	240 NST	45 NST	120 NST	240 NST	45 NST	120 NST	240 NST
ĐC	0,36 ^d	0,51 ^d	0,22 ^d	0,19 ^c	0,12 ^d	0,18 ^c	0,55 ^c	0,63 ^d	0,41 ^c
XD	0,45 ^c	0,77 ^b	0,30 ^c	0,34 ^b	0,25 ^b	0,26 ^a	0,79 ^b	1,02 ^b	0,56 ^b
VT	0,61 ^a	0,92 ^a	0,43 ^a	0,48 ^a	0,43 ^a	0,31 ^b	1,08 ^a	1,35 ^a	0,75 ^a
HH	0,54 ^b	0,72 ^c	0,39 ^b	0,25 ^c	0,20 ^c	0,29 ^b	0,78 ^b	0,90 ^c	0,68 ^b
CV(%)	2,00	2,14	2,50	3,73	4,79	2,44	2,49	2,78	2,16
LSD _{0,05}	0,02	0,12	0,01	0,06	0,07	0,04	0,05	0,19	0,19

Ghi chú: các chữ cái biểu hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; CV (coefficient variance) là hệ số biến thiên; LSD (least significant difference) là sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa.

Kết quả nghiên cứu trình bày ở bảng 2 cho thấy: hàm lượng diệp lục a, diệp lục b và diệp lục tổng số trong lá đương quy Nhật Bản ở các công thức trong các giai đoạn sinh trưởng tăng ở giai đoạn 45 - 120 ngày sau trồng và giảm ở giai đoạn 120 - 240 ngày sau trồng. Như vậy, giai đoạn đầu hàm lượng diệp lục tăng lên do cây tập trung cho sinh trưởng, giai đoạn sau cây tích lũy chất

để dự trữ trong củ nên hàm lượng diệp lục giảm đi. Các công thức bổ sung cơ chất đều giúp tăng hàm lượng các dạng diệp lục so với đối chứng. Nghiệm thức bón bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha cho làm lượng diệp lục cao, do trong thành phần của vỏ trấu có chứa Mg, Mn, Fe, P, và một số chất vi lượng cần thiết cho sự tổng hợp diệp lục tố cho lá.⁸

3.4. Một số chỉ tiêu về rễ cây đương quy Nhật Bản

3.4.1. Chiều dài, đường kính rễ và số rễ nhánh/rễ chính

Bảng 3. Ảnh hưởng các cơ chất đến kích thước và số lượng rễ

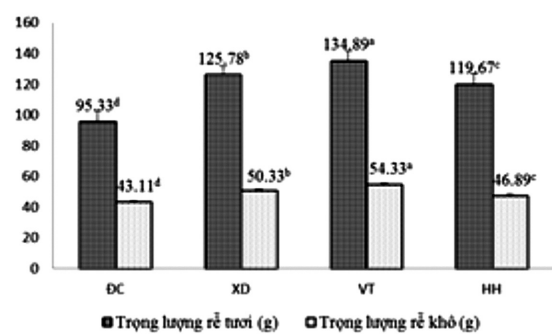
CT	Chiều dài rễ chính (cm)	Đường kính rễ chính (cm)	Chiều dài rễ nhánh (cm)	Đường kính rễ nhánh (cm)	Số rễ nhánh/rễ chính (rễ)
ĐC	15,42 ^c	3,01 ^c	13,69 ^d	0,23 ^c	8,33 ^a
XD	16,11 ^a	3,61 ^a	16,00 ^b	0,33 ^b	4,78 ^c
TT	17,98 ^b	4,08 ^b	19,82 ^a	0,47 ^a	5,67 ^b
HH	15,94 ^{bc}	3,48 ^b	15,68 ^c	0,27 ^c	4,78 ^c
CV(%)	6,98	1,20	1,39	3,23	2,62
LSD _{0,05}	0,59	0,18	0,23	0,05	0,45

Ghi chú: các chữ cái biểu hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; CV (coefficient variance) là hệ số biến thiên; LSD (least significant difference) là sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa.

Số liệu ở bảng 3 cho thấy: các chỉ tiêu chiều dài và đường kính của rễ chính, rễ nhánh ở các công thức thí nghiệm có bổ sung cơ chất và đối chứng đều đạt chuẩn theo Dược điển Việt Nam IV¹ (rễ chính dài 10 - 20 cm, đường kính 2 cm trở lên, rễ nhánh dài 15 - 20 cm, đường kính 0,2 cm trở lên). Công thức vỏ trấu cho kích thước rễ tốt nhất: rễ chính có chiều dài đạt 17,98 cm, đường kính đạt 4,08 cm; rễ nhánh đạt 19,82 cm, đường kính đạt 0,47 cm và giảm số lượng rễ nhánh.

Như vậy, bổ sung thêm vỏ trấu, xơ dừa vào đất giúp rút ngắn thời gian thích nghi tạo điều kiện tốt cây sinh trưởng và phát triển đồng thời cơ chất bổ sung cũng tạo độ xốp cho đất giúp rễ đương quy phát triển.^{7,8,11}

3.4.2. Khối lượng rễ tươi và rễ khô



Biểu đồ 1. Ảnh hưởng các cơ chất đến khối lượng rễ tươi và rễ khô

Ghi chú: các chữ cái biểu hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05.

Kết quả ở biểu đồ 1 cho thấy: trọng lượng rễ tươi của cây đương quy ở các công thức thí

nghiệm dao động từ 95,33g đến 134,89g, đạt cao nhất ở CT VT (134,89 g/cây). Trọng lượng khô của toàn rễ đương quy ở các công thức thí nghiệm dao động từ 43,11g đến 54,33g, trong đó CT VT có trọng lượng khô cao nhất (54,33 g/cây). Khối lượng tươi và khô của đương quy tăng cao khi bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha, do vỏ trấu tạo sự thoáng khí cũng như cung cấp các hợp chất hữu cơ giúp cây phát triển thuận lợi góp phần cải tạo đất giúp rễ phát triển. Ngoài ra trong thành phần của vỏ trấu có chứa P, Mn, cacbon - nguyên liệu cho vi sinh vật tổng hợp chất hữu

cơ cung cấp cho cây tổng hợp các chất tích lũy trong rễ.⁸

3.5. Năng suất đương quy Nhật

Đương quy sau khi thu hoạch có thể sử dụng, bán tươi hoặc phơi khô ở 45°C (tránh ánh sáng trực tiếp). Kết quả theo dõi năng suất rễ cây đương quy Nhật Bản, bao gồm năng suất lý thuyết tươi (NSLTT), năng suất thực tế tươi (NSTTT), năng suất lý thuyết khô (NSLTK), năng suất thực tế khô (NSTTK) dưới ảnh hưởng của việc bổ sung các loại cơ chất khác nhau được trình bày ở bảng 4.

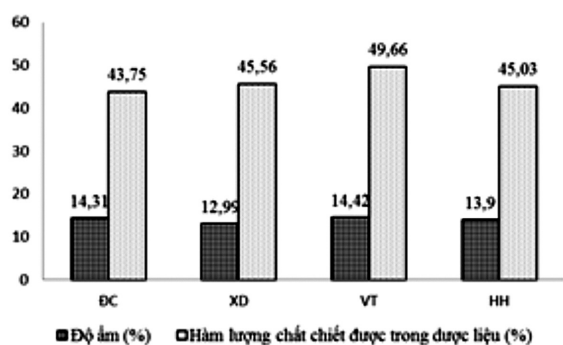
Bảng 4. Ảnh hưởng của cơ chất đến năng suất lý thuyết, năng suất thực thu

CT	NSLTT (tạ/ha)	NSTTT (tạ/ha)	NSLTK (tạ/ha)	NSTTK (tạ/ha)
ĐC	79,13 ^d	65,31 ^d	35,78 ^d	29,27 ^d
XD	104,40 ^b	85,95 ^b	41,78 ^b	34,63 ^b
VT	111,96 ^a	92,08 ^a	45,10 ^a	37,33 ^a
HH	99,13 ^c	81,83 ^c	38,92 ^c	32,48 ^d
CV (%)	1,25	1,27	8,89	9,32
LSD _{0,05}	1,34	1,32	0,84	0,95

Ghi chú: các chữ cái biểu hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; CV (coefficient variance) là hệ số biến thiên; LSD (least significant difference) là sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa.

Số liệu ở bảng 4 cho thấy: bổ sung các cơ chất ảnh hưởng rõ rệt đến năng suất rễ cây đương quy. Khi bổ sung các cơ chất năng suất tăng hơn so với đối chứng và sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Năng suất rễ tươi dao động từ 65,31 đến 92,08 tạ/ha và năng suất rễ khô dao động từ 29,27 đến 37,33 tạ/ha trong đó CT VT cho năng suất cao nhất.

3.6. Độ ẩm và hàm lượng chất chiết được trong rễ đương quy Nhật Bản



Biểu đồ 2. Độ ẩm và hàm lượng chất chiết được trong rễ đương quy

Theo Dược điển Việt Nam IV¹, độ ẩm rễ đương quy khô đạt chuẩn < 15%, hàm lượng dược chất chiết được ở trong rễ > 35%. Qua kết quả nghiên cứu ở biểu đồ 2 cho thấy được độ ẩm và hàm lượng chất chiết được trong rễ đương quy ở tất cả các công thức đều đạt chuẩn. Trong đó, công thức bổ sung 100 kg trấu/ha cho hàm lượng chất chiết được cao nhất đạt 49,66%.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha trong quá trình trồng cây đương quy Nhật Bản giúp rút ngắn thời gian hồi xanh, tăng tỷ lệ sống, chiều cao cây, kích thước lá và hàm lượng diệp lục, kích thước rễ chính (chiều dài đạt 17,98 cm, đường kính đạt 4,08 cm), kích thước rễ phụ (chiều dài đạt 19,82 cm, đường kính đạt 0,47 cm), trọng lượng tươi đạt 134,89 g/cây, trọng lượng khô đạt 54,33 g/cây, năng suất thực thu tươi đạt 92,08 tạ/ha, năng suất thực thu khô đạt 37,33 tạ/ha và cho hàm lượng chất chiết được cao (49,66%).

Đề xuất bổ sung 100 kg vỏ trấu/ha trong quá trình trồng cây đương quy là phù hợp với điều kiện thổ nhưỡng ở xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự tạo điều kiện của Công ty cổ phần Dược - Trang thiết bị y tế Bình Định (BIDIPHAR), đặc biệt TS. Nguyễn Khoa Việt Trường - Giám đốc Dự án cây dược liệu và kỹ sư hóa dược Nguyễn Thành Đạt đã hỗ trợ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hội đồng Dược điển Việt Nam. *Dược điển Việt Nam IV*, Nxb Hà Nội 2009 - Bộ Y tế, 2009.
- Lê Văn Khoa (chủ biên), Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Cái Văn Tranh. *Phương pháp phân tích đất, nước, phân bón và cây trồng*, Nxb Giáo dục, 1996.
- Đỗ Tất Lợi. *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. Nxb KH&KT, Hà Nội, 1995.
- Ngô Đăng Phong (chủ biên), Nguyễn Duy Năng, Trần Văn Mỹ, Huỳnh Thị Thùy Trang, Trần Hoài Thanh. *Hướng dẫn sử dụng MSTATC, SAS và Excel 2007 trong xử lý thí nghiệm cho ngành nông nghiệp và quản lý nước*, Đại học Nông lâm TP. Hồ Chí Minh, 2013.
- Viện Dược liệu. *Quy trình kỹ thuật trồng cây đương quy Angelica acutiloba (Sieber et Zucc) Kitagawa*, Bộ Y tế, 2016.
- Vũ Văn Vụ (chủ biên) và cộng sự. *Sinh lý học thực vật*, Nxb Giáo dục, 2008.
- Jos van der Knaap. *Growing media*. Tài liệu tập huấn của Công ty giống Rijk Zwaan, Hà Lan, 2014.
- Chuah T.G., Jumariah A. I., Azni, Katayon S., Thomas Choong S.Y., Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview, *Desalination*, **2005**, 175(3), 305-316.
- Feng T., Downie S.R., Yu Y., Zhang X., Chen W., He X., Liu S. Molecular systematics of Angelica and allied genera (Apiaceae) from the Hengduan mountains of China based on nrDNA ITS sequences: Phylogenetic affinities and biogeographic implications. *J. Plant Res.*, **2009**, 122, 403-414.
- Haruli Yamada and Ikuo Saiki. *Juzen-taiho-to (Shi-Quan-Da-Bu-Tang): Scientific evaluation and clinical applications*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, 2005.
- Konduru, S., Evans, M. R., & Stamps, R. H. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust, *HortScience HortSci*, **1999**, 34(1), 88-90.
- Louis N. Flawn., *Vegetable growing for health and flavor*. Herb. Grown Publishers. Inc. USA. 99-101, 2000.
- Nguyen Van Dan, Doan Thi Nhu, Bui Xuan Chuong, Do Huy Bich et al, *Medicinal plants in Vietnam*. World Health Organization Regional Office for the Western Pacific, Institute of Materia Medica, Hanoi, 1990.
- Sowndhararajan, K., Deepa, P., Kim, M., Park, S. J., & Kim, S., A review of the composition of the essential oils and biological activities of Angelica species, *Scientia pharmaceutica*, **2017**, 85(3), 33.

Study on growth characteristics and production ability of H'mong chicken raised in Binh Dinh province

Vo Thi Trong Hoa*, Vuong Thi Ngoc Thao, Vo Thi Thao Linh, Dang Thi Ngoc Ha

Department of Biology and Agricultural Engineering, Quy Nhon University

Received: 21/04/2019; Accepted: 06/06/2019

ABSTRACT

We conducted an experiment of H'mong chicken bred in Binh Dinh in two different batches (Lot A: 100% mixed feed, Lot B: fed with 100% natural food after the nursery stage) with the form of selling grazing during the period from October 2018 to January 2019. During the breeding process, we noted the difference in the growth and meat production ability of chickens when rearing in two different diets. From 0 to 16 weeks of age (at the time of finishing), the survival rate of chickens is 70%, which is slightly lower than those currently raised locally. We have also described the appearance characteristics of chickens and noted the special features that help distinguish H'mong chicken from other chickens with similar appearance, such as Black chicken (*Gallus gallus domesticus brisson*) and Egyptian chicken (Fayoumi chicken).

Keywords: *H'mong chicken, morphology, growth, production ability, Binh Dinh province.*

*Corresponding author.

Email: vohitronghoa@qnu.edu.vn

Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng và khả năng sản xuất của gà H'mông nuôi tại Bình Định

Võ Thị Trọng Hoa*, Vương Thị Ngọc Thảo, Võ Thị Thảo Linh, Đặng Thị Ngọc Hà

Khoa Sinh - KTNN, Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 21/04/2019; Ngày nhận đăng: 06/06/2019

TÓM TẮT

Chúng tôi đã tiến hành nuôi thử nghiệm gà H'mông tại Bình Định theo hai lô khác nhau (Lô A: cho ăn 100% thức ăn hỗn hợp, lô B: cho ăn 100% thức ăn tự nhiên từ sau giai đoạn úm) với hình thức bán chăn thả trong thời gian từ tháng 10/2018 đến tháng 01/2019. Trong quá trình nuôi, chúng tôi ghi nhận sự sai khác về khả năng sinh trưởng và khả năng sản xuất thịt của gà khi nuôi ở hai chế độ ăn khác nhau. Giai đoạn từ 0 đến 16 tuần tuổi (lúc xuất chuồng), tỷ lệ sống của gà đạt 70%, hơi thấp so với các giống gà hiện được nuôi tại địa phương. Chúng tôi cũng đã mô tả những đặc điểm ngoại hình của gà và lưu ý những điểm đặc biệt giúp phân biệt gà H'mông với những giống gà khác có ngoại hình tương tự dễ nhầm lẫn như gà Ác (*Gallus gallus domesticus brisson*) và gà Ai Cập (gà Fayoumi).

Từ khóa: Gà H'mông, hình thái, tăng trưởng, khả năng sản xuất, tỉnh Bình Định.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gà H'mông hay còn gọi là gà Mông, gà Mông đen, gà Mèo hay gà xương đen là một giống gà nội địa của Việt Nam có nguồn gốc ở miền núi phía Bắc. Giống gà H'mông là giống gà quý hiếm, có đặc điểm là thịt đen, xương đen, hàm lượng mỡ trong thịt ít, thịt chắc và thơm ngon vào bậc nhất trong các giống gà ở Việt Nam hiện nay. Ngoài việc sử dụng làm thực phẩm, người dân tộc H'mông còn nấu cao để bồi bổ sức khỏe. Hiện nay gà H'mông thương phẩm được coi là món ăn đặc sản. Gà được Trung tâm Khoa học và sản xuất vùng Tây Bắc phát hiện và nuôi thử từ năm 1998. Cuối năm 1999, Viện Chăn nuôi quốc gia nhận thấy đây là giống gà đặc biệt quý hiếm đang có nguy cơ tuyệt chủng cao nên quyết định đưa vào diện động vật quý hiếm cần được bảo tồn và phát triển. Nhằm mục

đích trên, từ năm 2003, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã giao Viện Chăn nuôi thực hiện dự án “Hoàn thiện quy trình công nghệ chăn nuôi vịt Bầu Quý và gà H'mông”, sau đó giống gà H'mông được liệt vào danh sách nuôi giữ giống gốc¹².

Hiện nay, quy mô nuôi gà H'mông chưa rộng, chủ yếu tập trung ở miền núi phía Bắc và khu vực miền Nam, còn miền Trung mới chỉ có vài hộ chăn nuôi nhỏ lẻ với số lượng ít. Khu vực Bình Định nói chung hiện vẫn chưa thấy mô hình nào nuôi gà H'mông thương phẩm, trong khi chúng ta là một trong những nơi tiêu thụ gia cầm đứng đầu khu vực miền Trung. Nhận thấy đây là giống gà quý, dễ nuôi, mang lại giá trị kinh tế cao nên chúng tôi tiến hành “**Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng và khả năng sản xuất của gà H'mông nuôi tại**

*Tác giả liên hệ chính.

Email: vothitronghoa@qnu.edu.vn

Bình Định” nhằm đánh giá về sức sống, khả năng sinh trưởng và khả năng sản xuất thịt của giống từ đó bổ sung thêm một giống gia cầm mới vào quỹ giống gia cầm hiện đang nuôi tại địa phương, đem lại hiệu quả kinh tế cho nông dân, góp phần bảo tồn nguồn gen quý bản địa, bảo tồn đa dạng sinh học.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Giống gà H'ông qua các giai đoạn nuôi tại trại chăn nuôi gia đình ở huyện Phù Cát, tỉnh Bình Định.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp mô tả hình thái: quan sát, chụp ảnh, ghi chép, mô tả các đặc điểm ngoại hình của gà liên tục từ giai đoạn 1 ngày tuổi tới khi xuất chuồng (16 tuần tuổi).

- Phương pháp bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp phân thành hai lô ngẫu nhiên (lô A và lô B), mỗi lô 50 con, không lặp lại, bố trí theo hình thức nuôi nhốt trong chuồng, đến giai đoạn 1 tháng tuổi bắt đầu cho gà ra ngoài đi lại trong sân vườn (vẫn có sự cách ly giữa hai lô bằng cách cho gà mỗi lô ra sân vườn vào những thời điểm khác nhau). Giữa hai lô theo dõi đảm bảo đồng đều về giống, lứa tuổi, mật độ, quy trình nuôi dưỡng, vệ sinh, phòng bệnh. (Lô A nuôi 100% thức ăn hỗn hợp (TAHH), lô B nuôi 100% TAHH ở giai đoạn úm và 100% thức ăn tự nhiên (TATN) từ giai đoạn 1 tháng tuổi trở đi).

- Phương pháp đánh giá sức sinh trưởng và khả năng sản xuất thịt của gà H'ông: Đối với sức sinh trưởng: cân, đo các chỉ số về khối lượng, chiều dài thân, dài lườn, dài giò và vòng ngực qua các giai đoạn từ 1 ngày đến 16 tuần tuổi (đo 1 lần/tuần vào thời gian cố định, đo trước khi cho gà ăn). Đối với khả năng sản xuất thịt: Gà được chọn với khối lượng bằng khối lượng trung bình của quần thể. Chọn mỗi lô 3 con để khảo sát các chỉ tiêu thân

thịt, phương pháp mổ khảo sát gia cầm theo Bùi Quang Tiến⁹.

- Phương pháp xử lý số liệu: Dùng phần mềm Excel 2010 tính toán giá trị trung bình (\bar{X}), độ lệch chuẩn (SD), hệ số biến thiên ($C_V\%$), kiểm định hai giá trị trung bình (p) và viết phương trình hồi quy tương quan.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái của gà H'ông

Gà con 1 ngày tuổi cả con trống và con mái toàn thân phủ bộ lông tơ màu đen tuyền chiếm chủ yếu, kế tiếp là màu vàng hoặc trắng xám, trên mình có một đến hai sọc dưa chạy từ đầu đến đuôi, số ít còn lại lông màu hung nâu. Điểm đặc biệt là toàn bộ gà đều có da màu đen. Mắt đen sáng, linh hoạt, kể cả những cá thể không có lông đen tuyền thì màu mắt và viền mắt vẫn là màu đen. Bàn chân 4 ngón, màu đen hoặc đen xám. Mỏ đen, chóp mỏ hơi vàng hoặc trắng xám. Ở giai đoạn này, ngoại hình gà trống và gà mái khó phân biệt vì hầu như tương tự nhau.

Ở giai đoạn trưởng thành, nhìn chung gà H'ông có tầm vóc cao, hình dáng cân đối, nhanh nhẹn, mắt sáng và linh hoạt. Cả gà trống và gà mái có màu da chân chủ đạo là đen hoặc đen xám, nhiều cá thể có lông ở chân. Tất cả các cá thể đều có da màu đen. Mỏ màu đen nhạt. Màu sắc lông khá đa dạng.

Con trống toàn thân phủ lông màu đen ánh xanh hoặc lông màu hoa mơ đen đốm trắng, lông cổ trắng hoặc ngả vàng, cùng màu với một số lông cánh thứ cấp. Mào cờ màu đen hoặc đen xám, mào tích ánh bạc. Lông đuôi màu đen.

Con mái đầu nhỏ, mào tích kém phát triển. Nhìn chung bộ lông đen chiếm số lượng nhiều hơn con trống, số ít có lông màu hoa mơ đen đốm trắng hoặc vàng tập trung chủ yếu ở vùng cổ. Lông đuôi ngắn hơn gà trống, màu đen.

Nhìn chung, gà H'ông có ngoại hình khá giống gà Ai Cập và gà Ác. Về màu lông, một số gà H'ông có màu lông hoa mơ khá giống gà Ai Cập nhưng mào, da của gà H'ông thì đen hoàn

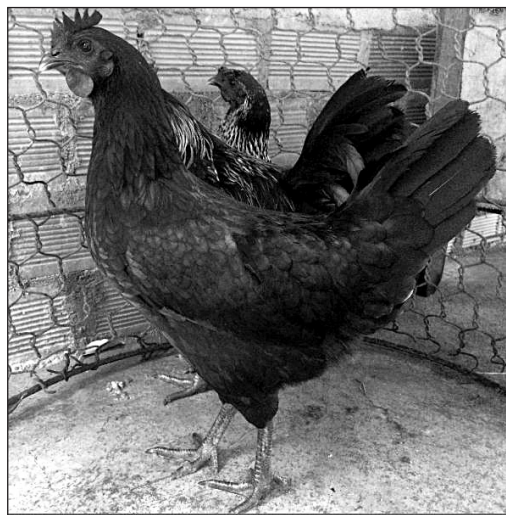
toàn trong khi gà Ai Cập thì mào đỏ, da trắng. Còn đối với gà Ác, màu da, thịt, xương gà Ác giống gà H' mông nhưng đại đa số gà Ác có lông trắng phủ toàn thân và đặc biệt là chân 5 ngón, trong khi đó gà H' mông phân biệt ở đặc điểm chân có 4 ngón (3 ngón trước và 1 ngón sau).



Hình 1. Gà H' mông ở giai đoạn 1 ngày tuổi



Hình 2. Gà H' mông ở giai đoạn 1 tháng tuổi



Hình 3. Gà H' mông mái trưởng thành (16 tuần tuổi)



Hình 4. Gà H' mông trống trưởng thành (16 tuần tuổi)

3.2. Đặc điểm sức sống của gà H' mông

Tỷ lệ nuôi sống của gà H' mông ở giai đoạn từ 1 ngày tuổi đến 4 tuần tuổi (giai đoạn úm) đạt 84%. Sau khi chia lô, từ 4 tuần đến 16 tuần tuổi, tỷ lệ sống ở lô A đạt 88,1%, tỷ lệ sống ở lô B đạt 78,6%. Nhìn chung, tỷ lệ sống trung bình của gà H' mông nuôi thí nghiệm đạt 70%. So với các kết quả nghiên cứu của Trần Văn Phùng và Trần Huê Viên⁵ tại Tuyên Quang với tỷ lệ nuôi sống đạt 88,76% ở giai đoạn 4 tuần tuổi, nghiên cứu của Trần Thanh Vân¹¹ tại Thái Nguyên có tỷ lệ gà nuôi sống đến 12 tuần tuổi đạt 95,84% và Nguyễn Viết Thái⁶ nghiên cứu tại Trung tâm Thực nghiệm và bảo tồn vật nuôi với tỷ lệ gà sống ở giai đoạn 9 tuần tuổi đạt 94,82% thì gà chúng tôi nuôi có

tỷ lệ sống thấp hơn. Điều này có thể lý giải một phần vì gà H'ông là giống gà quen sống ở vùng núi phía Bắc có khí hậu lạnh nên khi nuôi tại Bình Định chúng chưa hoàn toàn thích nghi với điều kiện khí hậu địa phương, bên cạnh đó thời điểm nuôi gà là vào mùa mưa nên khả năng mắc bệnh cao và sức đề kháng của gà cũng kém hơn. Để làm rõ điều này, cần tiến hành nuôi lặp lại với điều kiện dinh dưỡng và chăm sóc tương tự nhưng tiến hành vào thời điểm khác trong năm để đánh giá toàn diện hơn khả năng sống của giống gà này trong điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng Bình Định.

3.3. Đặc điểm sinh trưởng của gà H'ông

3.3.1. Sinh trưởng tích lũy khối lượng

Khối lượng cơ thể gà H'ông ở hai lô khảo sát được thể hiện trong **bảng 1**.

Khối lượng cơ thể gà H'ông ở hai lô khảo sát tăng dần từ 1 đến 16 tuần tuổi. Từ giai đoạn 1 tuần đến 3 tuần tuổi, khối lượng trung bình của gà ở lô A và lô B là tương đương nhau ($p > 0,05$), nhưng bắt đầu từ giai đoạn 3 tuần tuổi trở đi thì có thể thấy khối lượng trung bình của gà lô A cao hơn hẳn lô B ($p < 0,05$).

Ở lô A hệ số biến dị khối lượng cơ thể gà từ 1 tuần đến 16 tuần tuổi dao động từ 6,67%

đến 16,59% và qua các tuần tuổi đều cao hơn lô B có hệ số biến dị khối lượng cơ thể dao động từ 5,59% đến 14,40%. Sự sai khác này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), chứng tỏ mặc dù gà ở lô B tăng trưởng chậm hơn nhưng có độ đồng đều cao hơn gà ở lô A.

Ở giai đoạn 4 tuần tuổi, gà đạt khối lượng 240,50 g/con (lô A) và 220,33 g/con (lô B), so với cùng thời điểm thì cao hơn khối lượng gà Ri đạt trung bình 171,3 g/con¹⁰, thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Chí Thành⁷ với khối lượng trung bình của gà đạt $270,80 \pm 0,35$ g/con (ăn TAHH) và $268,85 \pm 0,45$ g/con (ăn TATN).

Theo kết quả nghiên cứu của Lương Thế Chung², gà H'ông của đồng bào nuôi tại vùng Yên Bái và gà do tác giả nuôi khảo sát đạt khối lượng lần lượt là 867,73g và 1021,85g ở 12 tuần tuổi (TT), 1134,8g và 1352,55g ở 16 TT, các kết quả này đều thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của chúng tôi ở cùng giai đoạn.

Trên toàn bộ các giai đoạn thì tốc độ sinh trưởng tuyệt đối của lô A (14,11 g/ngày) cao hơn lô B (11,72 g/ngày) và sự phát triển ở cả hai lô đều tuân theo quy luật sinh trưởng chung của gia cầm.

Bảng 1. Giá trị sinh trưởng tích lũy khối lượng cơ thể gà H'ông qua các tuần tuổi (đv: g)

Tuần tuổi	Lô A (n = 30)			Lô B (n = 30)		
	\bar{X}	SD	Cv%	\bar{X}	SD	Cv%
1	58,17 ^a	7,25	12,46	59,50 ^a	6,48	10,89
2	98,17 ^a	8,95	9,12	99,17 ^a	8,31	8,38
3	172,33 ^a	11,50	6,67	170,67 ^a	9,54	5,59
4	240,50 ^a	33,13	13,78	220,33 ^b	23,48	10,66
5	310,00 ^a	42,47	13,70	285,33 ^b	26,70	9,36
6	380,27 ^a	49,51	13,02	348,60 ^b	27,38	7,86
7	462,77 ^a	64,74	13,99	414,53 ^b	45,63	11,01
8	578,13 ^a	91,49	15,83	506,83 ^b	66,74	13,17
9	686,37 ^a	110,68	16,13	616,03 ^b	88,69	14,40
10	814,33 ^a	130,94	16,08	737,00 ^b	87,80	11,91
11	962,97 ^a	129,59	13,46	866,17 ^b	71,71	8,28
12	1106,60 ^a	165,00	14,91	981,33 ^b	82,88	8,45
13	1243,63 ^a	206,32	16,59	1075,07 ^b	99,60	9,26
14	1367,23 ^a	182,57	13,35	1154,90 ^b	115,06	9,96
15	1457,80 ^a	160,48	11,01	1225,43 ^b	78,35	6,39
16	1539,47 ^a	164,82	10,71	1290,10 ^b	77,31	5,99

Ghi chú: Chữ cái giống nhau trong cùng một hàng thì giá trị không có ý nghĩa thống kê.

3.3.2. Sinh trưởng tích lũy các chiều đo

Kích thước trung bình về chiều dài thân của cơ thể gà H'ông tăng dần qua các tuần tuổi, và kích thước này ở lô A cao hơn lô B (ở 16 tuần tuổi thì lô A đạt 21,32 cm trong khi lô B đạt 19,92 cm). Trong các giai đoạn, giai đoạn 1 - 4 tuần là giai đoạn kích thước chiều dài thân tăng nhanh nhất, tuy nhiên giai đoạn này sự sai khác giữa 2 lô không cao ($p > 0,05$), các giai

đoạn sau kích thước thân tuy tăng chậm nhưng có sự sai khác đáng kể giữa hai lô mà cụ thể là lô A luôn cao hơn lô B ($p < 0,05$). Hệ số biến dị qua các tuần tuổi đa số nhỏ hơn 10%, và càng về sau càng giảm dần thể hiện tính ổn định của tính trạng này theo thời gian.

Kích thước trung bình về chiều dài lườn của gà H'ông tăng dần qua các tuần tuổi, và kích thước này ở lô A cao hơn lô B ($p < 0,05$).

Mức độ tăng trung bình về chiều dài lườn của gà ở lô A (5,7 mm/tuần) cao hơn lô B (5,5 mm/tuần), tuy nhiên sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hệ số biến dị qua các tuần tuổi càng về sau càng nhỏ dần thể hiện tính ổn định của tính trạng này theo thời gian. Chiều dài lườn càng cao thì khả năng cho thịt của gia cầm càng tốt, cả về số lượng và chất lượng; đây được xem là giá trị đặc trưng cho giống, là chỉ tiêu được ưu tiên trong chọn giống gia cầm.

Kích thước trung bình về chiều dài giò (hay dài xương cổ bàn) của gà H'ông tăng dần qua các tuần tuổi, nhìn chung kích thước này ở lô A cao hơn lô B ($p < 0,05$). Mức độ tăng trung bình về chiều dài cẳng chân của gà ở lô A (5 mm/tuần) cao hơn lô B (4,8 mm/tuần), tuy nhiên sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hệ số biến dị qua các tuần tuổi càng về sau càng nhỏ dần thể hiện tính ổn định của tính trạng này theo thời gian.

Kích thước trung bình về số đo vòng ngực của gà H'ông tăng dần qua các tuần tuổi, và kích thước này ở lô A cao hơn lô B ($p < 0,05$). Mức độ tăng trung bình về số đo vòng ngực của gà ở lô A (10,2 mm/tuần) cao hơn lô B (9,4 mm/tuần), tuy nhiên sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hệ số biến dị qua các tuần tuổi đều nhỏ hơn 10% thể hiện tính ổn định

của tính trạng này.

Tỷ số vòng ngực (VN)/dài thân (DT) ở gà H'ông qua các giai đoạn luôn lớn hơn 1 cho thấy hướng sản xuất của giống này là nuôi lấy thịt tốt hơn nuôi lấy trứng. Những kết quả nghiên cứu của các tác giả Ngô Xuân Cảnh¹, Nguyễn Chí Thành⁷, Lương Thế Chung² cũng cho thấy giống gà này có năng suất trứng thấp.

3.3.3. Sự tương quan giữa khối lượng với các chiều đo ở gà H'ông

Ở cả hai lô, hệ số tương quan giữa khối lượng (KL) cơ thể với một số chỉ tiêu về kích thước các chiều đo cơ thể: chiều dài thân (DT), chiều dài lườn (DL), chiều dài giò (DG) và vòng ngực (VN) của gà H'ông từ 1 tuần tuổi đến 16 tuần tuổi đều đạt giá trị dương, thể hiện mức tương quan thuận khác nhau, giá trị dao động ở mức (+)0,93 đến (+)0,98; thể hiện mối tương quan rất chặt. Các giá trị này phù hợp với giá trị sinh trưởng tích lũy khối lượng.

Như vậy, sự sinh trưởng khối lượng cơ thể tỷ lệ thuận và có mối liên hệ rất chặt với sự sinh trưởng của các chỉ số đo chiều dài thân, dài lườn, dài giò và vòng ngực. Trong chọn giống, chúng ta có thể dựa vào chỉ số của một tính trạng để lựa chọn thì các tính trạng khác cũng được chọn theo.

Bảng 2. Sự tương quan giữa khối lượng với các chiều đo của gà H'ông

Hệ số tương quan	Lô A	PT hồi quy tương quan (y=ax+b)		Lô B	PT hồi quy tương quan (y=ax+b)	
		a	b		a	b
Khối lượng và dài thân	0,96	0,01	7,51	0,97	0,01	6,89
Khối lượng và vòng ngực	0,95	0,01	10,75	0,98	0,01	10,12
Khối lượng và dài lườn	0,93	0,005	3,94	0,96	0,006	3,24
Khối lượng và dài giò	0,94	0,005	2,86	0,97	0,005	2,34

3.4. Khả năng sản xuất thịt của gà H'ông

Gà được chọn giết mổ vào lúc đạt 16 tuần tuổi, ở lứa tuổi này có thể xuất chuồng được.

Bảng 3. Khối lượng, tỷ lệ các loại thịt của gà H' mông ở giai đoạn 16 tuần tuổi

Chỉ tiêu	Lô A (n=3)	Lô B (n=3)	P
	\bar{X}	\bar{X}	
KL sống (g)	1385,67	1157,33	0,02
KL tiết (g)	36,40	33,87	0,57
KL móc hàm (g)	1082,67	882,67	0,02
Tỷ lệ móc hàm (%)	78,13	76,27	-
KL thịt xẻ (g)	937,67	774,33	0,02
Tỷ lệ thịt xẻ (%)	67,67	66,91	-
KL thịt đùi (g)	254,53	205,33	0,01
Tỷ lệ thịt đùi (%)	27,14	26,52	-
KL thịt ức (g)	153,33	162,67	0,65
Tỷ lệ thịt ức (%)	16,35	21,01	-
KL mỡ (dạ dày) (g)	26,93	29,03	0,39
KL gan (g)	32,00	25,03	0,2
KL tim (g)	8,37	5,53	0,04

Chỉ tiêu về khối lượng các loại thịt như: khối lượng sống, khối lượng tiết, khối lượng móc hàm, khối lượng thịt xẻ, khối lượng thịt đùi, khối lượng gan và tim ở lô A cao hơn lô B, trong khi đó các chỉ tiêu còn lại là khối lượng thịt ức và khối lượng mỡ ở lô B cao hơn lô A. Sự sai khác của các chỉ tiêu khối lượng sống, khối lượng móc hàm, khối lượng thịt xẻ, khối lượng thịt đùi và khối lượng tim ở lô A và lô B có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), điều này cho thấy nuôi gà bằng TAHH giúp gà nhanh tăng trưởng và cho lượng thịt đạt cao hơn so với gà nuôi ăn TATN. Sự sai khác các chỉ tiêu còn lại giữa hai lô không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). So với các kết quả nghiên cứu của Lương Thế Chung², Nguyễn Chí Thành⁷,

các chỉ tiêu về khả năng sản xuất thịt của gà chúng tôi nuôi đều đạt cao hơn.

4. KẾT LUẬN

Trong 2 lô gà được nuôi khảo sát thì sinh trưởng tích lũy khối lượng cũng như các chiều đo cơ thể ở lô A cao hơn lô B. Đánh giá về mặt ngoại hình, gà H' mông nuôi hướng thịt tốt hơn so với hướng trứng.

Khảo sát chất lượng thịt cho thấy, ngoại trừ khối lượng mỡ và thịt ức, các chỉ tiêu còn lại ở lô A cũng đều cao hơn lô B (chỉ tiêu các loại thịt ở lô A và lô B lần lượt là: tỷ lệ móc hàm 78,13% và 76,27%, tỷ lệ thịt xẻ 67,67% và 66,91%, tỷ lệ thịt đùi 27,14% và 26,52%,...). Điều này cho

thấy ảnh hưởng của chế độ ăn đến sự sinh trưởng và năng suất cho thịt của gà. Trong cùng khoảng thời gian, chăn nuôi bằng TAHH giúp gà sinh trưởng nhanh hơn, cho thịt nhiều hơn gà nuôi bằng TATN.

Để nhân nuôi gà H'mông trên quy mô rộng, phổ biến trong cộng đồng cần có thêm những nghiên cứu về giống gà này ở các giai đoạn hậu bị, gà đẻ; nuôi gà qua nhiều điều kiện khí hậu và chế độ dinh dưỡng khác nhau để đánh giá một cách rộng hơn về hiệu quả chăn nuôi, khả năng thích nghi của gà đồng thời chú trọng công tác phòng ngừa dịch bệnh, chăn nuôi theo hướng an toàn sinh học, vừa góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế, vừa bảo tồn nguồn gen quý của loài.

Lời cảm ơn. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Quy Nhơn đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này, thông qua đề tài nghiên cứu khoa học số T2018.565.14.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Ngô Xuân Cảnh. Nghiên cứu so sánh một số đặc điểm sinh học, khả năng sản xuất thịt và chất lượng thịt của gà Mèo địa phương Sa Pa với gà Mèo thuần, Luận văn Thạc sĩ Khoa học Nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên, 2011.
2. Lương Thế Chung. Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học, khả năng sản xuất của gà Mèo nuôi tại 3 xã của huyện Mộ Cang Chải, tỉnh Yên Bái, Luận văn Thạc sĩ Chăn nuôi, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Thái Nguyên, 2017.
3. Bùi Hữu Đoàn, Nguyễn Huy Đạt. *Một số chỉ tiêu dùng trong nghiên cứu chăn nuôi gia cầm*, Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội, 2011.
4. Nguyễn Duy Hoan, Nguyễn Hữu Hòa. Một số đặc điểm sinh học và khả năng sản xuất của gà Mèo và con lai của chúng với gà Ri, *Tạp chí Chăn nuôi*, **2008**, số 12, 2-7.

5. Trần Văn Phùng, Trần Huệ Viên. Một số đặc điểm sinh trưởng của gà Mèo nuôi tại Na Hang - Tuyên Quang, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Chăn nuôi*, **2006**, số 7, 16-19.
6. Nguyễn Việt Thái. Nghiên cứu xác định tổ hợp lai có hiệu quả kinh tế giữa gà H'mông và gà Ai Cập để sản xuất gà xương, da, thịt đen, Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Viện Chăn nuôi, 2012.
7. Nguyễn Chí Thành. Nghiên cứu một số đặc điểm của gà nuôi trong vùng đồng bào Mông Bắc Kạn, Luận văn Thạc sĩ Khoa học Nông nghiệp, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Thái Nguyên, 2012.
8. Phạm Công Thiệu, Võ Văn Sự và Hồ Lam Sơn. *Kết quả nghiên cứu bảo tồn, chọn lọc và phát triển gà H'mông qua 3 thế hệ nuôi tại Viện Chăn nuôi*, Hội nghị bảo tồn quỹ gen vật nuôi 1990 - 2004, Viện Chăn nuôi, Hà Nội, 2004.
9. Bùi Quang Tiến. Phương pháp mổ khảo sát gia cầm, *Thông tin khoa học kỹ thuật nông nghiệp*, **1994**, số 4, 1-5.
10. Nguyễn Đăng Vang, Trần Công Xuân, Phùng Đức Tiến, Lê Thị Nga, Nguyễn Mạnh Hùng. Khả năng sản xuất của gà Ri, *Tạp chí Chăn nuôi Việt Nam*, **1999**, 99-100.
11. Trần Thanh Vân. Khả năng sinh trưởng của gà H'mông lông đen nuôi trong nông hộ tại Thái Nguyên, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, **2005**, số 2, 54-56.
12. Viện Chăn nuôi, Bộ NN-PTNT Việt Nam, *Hoàn thiện quy trình công nghệ chăn nuôi vịt Bầu Quý và gà H'mông*, 2003.

Tiếng Anh

13. *Asia Pacific Biotech News*. "Medicinal value of the Black-boned chicken". Biotech services Ptc. Ltd., **1994**, Vol 29, March, 94-99.
14. Chambers J.R. "Genetic of growth and meat production in chicken." In Poultry Breeding and Genetic, 1990.

CONTENTS

1.	Strong blue absorption of $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ prepared by high-energy planetary ball milling technique Le Thi Thao Vien, Nguyen Mai Cao Hoang Phuong Lan, Nguyen Tu	6
2.	Research on the differential cross-section areas for the Raman scattering in quantum wires without phonons Ly Thi Kim Cuc, Nguyen Thi Xuan Huynh	11
3.	Virtual lab of three-phase electric power experiments Doan Duc Tung, Le Thai Hiep, Doan Thanh Bao	19
4.	Study design and manufacture of XR2206CP multi-functional generator for training and research at university Bui Quang Binh, Dao Minh Hung	27
5.	Design of a smart energy management, control and monitoring experimental system Nguyen Thanh Binh, Vo Xuan Tri, Le Van Tho, Ngo Minh Khoa	35
6.	Magnetic field exploration on single sided linear induction motor used finite element method Truong Minh Tan	45
7.	Calculating transmission cost in competitive electricity markets for Binh Dinh power transmission networks Dang Quang Khai, Truong Minh Tan, Luong Ngoc Toan	53
8.	Response of Timoshenko beam on nonlinear viscoelastic foundation subjected to a moving load Doan Kieu Van Tam	62
9.	Corrosionstability and abrasionstability of Nano-, Micro- functional electrochemical coatings Nguyen Duc Hung, Le Thi Phuong Thao, Mai Van Phuoc, Tran Thi Van Nga	68
10.	A survey of chemical composition and antimicrobial effect of the essential oil obtained from the Scimum Sanctum L. plants grown in Binh Dinh Vo Thi Thanh Tuyen, Nguyen Thi My Bien	83
11.	A Genus - Degree formula for fano variety of linear subspaces on complete intersections Dang Tuan Hiep, Nguyen Chanh Tu, Nguyen Thi Mai Van	92
12.	The deployment of an application for electronic school reports in universities Nguyen Thi Loan, Vu Son Lam	97

13. Effect of complement substrates on growth, yield and medicinal component extracted of *Angelica acutiloba* Kitagawa planted in An Toan commune, An Lao district, Binh Dinh province
Bui Hong Hai, Nguyen Thi Thuy Trinh, Nguyen Thi Y Thanh 105
14. Study on growth characteristics and production ability of H'mong chicken raised in Binh Dinh province
Vo Thi Trong Hoa, Vuong Thi Ngoc Thao, Vo Thi Thao Linh, Dang Thi Ngoc Ha..... 113