



Tạp chí

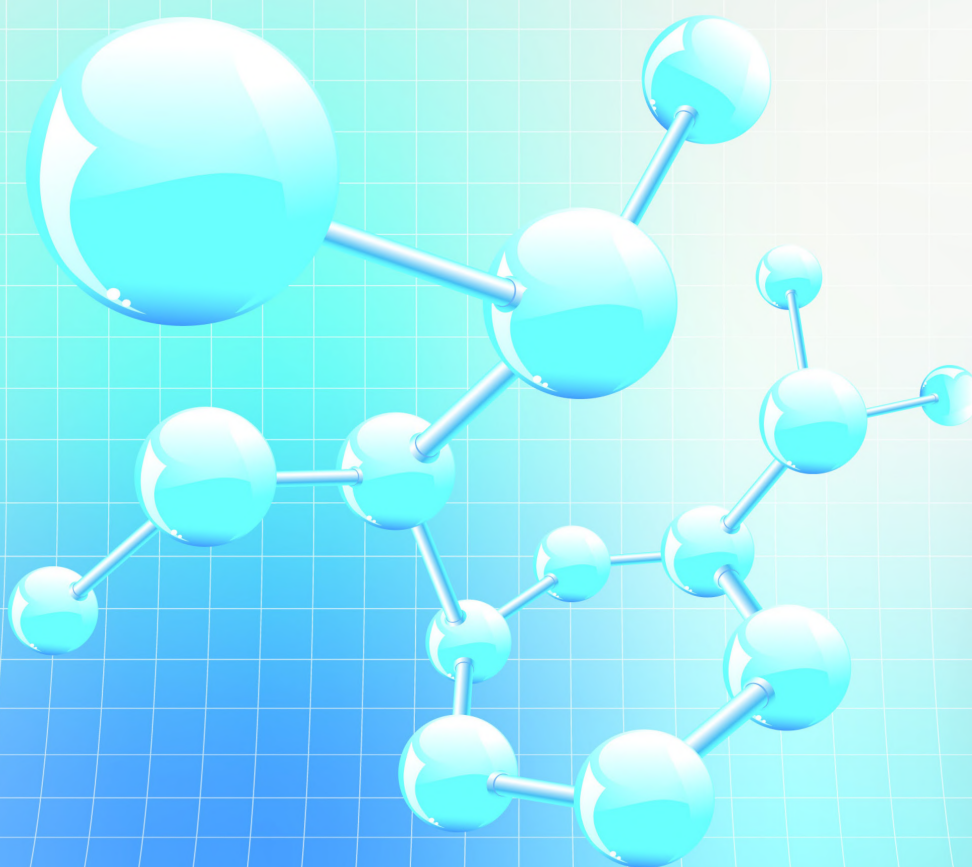
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Đ A I H Ọ C S A O ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 2 (89)

2025

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

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đỉnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

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

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

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

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- | | | |
|--|----|---|
| Dự báo tình trạng sức khỏe của pin lithium (SOH) dựa trên mô hình hình tự hồi quy phi tuyến tính có đầu vào ngoại sinh | 5 | Phạm Thành Long
Võ Duy Thành
Nguyễn Bảo Huy
Trần Hoài Linh |
| Mô hình trên máy tính bộ biến đổi hòa hợp tải DC-DC | 11 | Phạm Công Tảo
Phạm Thi Hoan |
| Thiết kế thiết bị đo thông số môi trường sử dụng mạch nhúng ARM và truyền thông LoRa để ứng dụng trong nông nghiệp | 19 | Trần Thị Phương Thảo
Đỗ Văn Đình |
| Nghiên cứu động lực học và trạng thái cơ học của sàng rung sử dụng phương pháp phần tử biên | 27 | Nguyễn Thị Phương Oanh
Nguyễn Thị Sim
Vũ Trí Võ |

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- | | | |
|--|----|---|
| Nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu đến chất lượng bề mặt khi miết ép dao động | 34 | Nguyễn Văn Hình
Nguyễn Đức Hải
Đào Văn Kiên |
| Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ chày và góc nghiêng thành khuôn đến chất lượng sản phẩm trong quá trình dập đa điểm phôi tấm | 40 | Trần Hải Đăng
Nguyễn Hữu Chấn
Trần Văn Diện
Nguyễn Thị Thu |
| Nghiên cứu ảnh hưởng số đường may chần bông, khối lượng tấm bông và số lớp bông đến độ co áo jacket | 45 | Nguyễn Thị Hiền
Phạm Thị Kim Phúc
Đỗ Thị Làn
Nguyễn Văn Đoàn |
| Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ cơ bản đến độ co hình thù vi tính trên vải Pe/Co | 51 | Nguyễn Quang Thoại |

NGÀNH KINH TẾ

- | | | |
|--|----|---|
| Giải pháp Marketing nhằm phát triển du lịch nông thôn trên địa bàn tỉnh Hải Dương | 59 | Vũ Thị Hương
Nguyễn Thị Huế
Nguyễn Thị Thủy |
| Giải pháp truyền thông nâng cao hiệu quả công tác tuyển sinh của Trường Đại học Sao Đỏ | 65 | Ngô Thị Luyện
Nguyễn Thị Ngọc Mai |

NGÀNH KINH TẾ

- Kế toán chi phí môi trường và chi phí xã hội tại các doanh nghiệp FDI trên địa bàn tỉnh Hải Dương: Thực trạng và giải pháp 71 Đinh Thị Kim Thiết
- Các nhân tố ảnh hưởng đến sự hài lòng của du khách nội địa đối với hoạt động du lịch lễ hội tỉnh Hải Dương 77 Nguyễn Thị Huệ

NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

- Nghiên cứu tính chất cấu trúc của các cluster $[Mo_6X_{14}]$ ($X = F, Cl, Br, I$) ở 22 EM và năng lượng ion hóa thứ 2 của các cluster $[Mo_6X_{14}]^{2-}$ bằng phương pháp phiếm hàm mật độ 82 Phạm Thị Diệp

NGÀNH KHOA HỌC GIÁO DỤC

- Sử dụng trích đoạn phim trong việc nâng cao kỹ năng nói tiếng Trung Quốc của học sinh sinh viên trong các cơ sở giáo dục đại học 98 Phạm Thị Hồng Trang
- Nghiên cứu và vận dụng các phương pháp dạy học tích cực trong giảng dạy các học phần tiếng Anh căn bản cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 94 Tăng Thị Hồng Minh
Trần Thị Mai Hương
Đặng Thị Thanh

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

- Giáo dục giá trị đạo đức truyền thống dân tộc cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 101 Nguyễn Thị Hiền
Trần Thị Hồng Nhung
Nguyễn Mạnh Tường
- Đề xuất giải pháp nâng cao năng lực số cho giảng viên trong bối cảnh chuyển đổi số 107 Nguyễn Thị Nhan
- Vận dụng tư tưởng triết học trong Truyện Kiều của Nguyễn Du vào giảng dạy học phần Triết học Mác - Lênin cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 112 Đỗ Thị Thùy
Phạm Xuân Đức
Nguyễn Thị Hải Hà
- Giá trị thời đại của tác phẩm “Nâng cao đạo đức cách mạng, quét sạch chủ nghĩa cá nhân” của Chủ tịch Hồ Chí Minh và sự vận dụng của Đảng ta trong công cuộc đấu tranh chống chủ nghĩa cá nhân, xây dựng Đảng hiện nay 118 Phạm Văn Dự
Vũ Hồng Phong

NGÀNH VĂN HÓA - NGHỆ THUẬT - THỂ DỤC THỂ THAO

- Nghiên cứu, ứng dụng các bài tập bổ trợ nhằm nâng cao hiệu quả thi đấu cho đội bóng chuyền hơi nữ sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 124 Hà Đình Soát
Vũ Tiến Hiếu

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- | | | |
|---|----|---|
| Prediction of Lithium battery State of Health (SOH) based on a nonlinear autoregressive exogenous model | 5 | Pham Thanh Long
Vo Duy Thanh
Nguyen Bao Huy
Tran Hoai Linh |
| Computer model of the DC-DC matching converter | 11 | Pham Cong Tao
Pham Thi Hoan |
| Designing environment parameter measurement device for agricultural applications using embedded ARM and LoRa communication technology | 19 | Tran Thi Phuong Thao
Do Van Dinh |
| Dynamic and structural analysis of a vibrating sieve using the boundary element method | 27 | Nguyen Thi Phuong Oanh
Nguyen Thi Sim
Vu Tri Vo |

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- | | | |
|---|----|---|
| Research on the influence of materials on surface quality in oscillating smoothing process | 34 | Nguyen Van Hinh
Nguyen Duc Hai
Dao Van Kien |
| Effect of punching speed and die wall bevel angle on product quality during incremental sheet forming process | 40 | Tran Hai Dang
Nguyen Huu Chan
Tran Van Dien
Nguyen Thi Thu |
| Research on the influence of number of quilted seams, quilted weight and number of quilted layers on jacket shrinkage | 45 | Nguyen Thi Hien
Pham Thi Kim Phuc
Do Thi Lan
Nguyen Van Doan |
| The influence of some embroidery technology factors on the shrinkage of PE/CO fabric when embroidering on computerized machines | 51 | Nguyen Quang Thoai |

TITLE FOR ECONOMICS

- | | | |
|--|----|---|
| Local Marketing solutions to develop rural tourism in Hai Duong province | 59 | Vu Thi Huong
Nguyen Thi Hue
Nguyen Thi Thuy |
| The communication solutions to enhance the effectiveness of enrollment work at Sao Do University | 65 | Ngo Thi Luyen
Nguyen Thi Ngoc Mai |

TITLE FOR ECONOMICS

- Environmental cost and social cost accounting at FDI enterprises in Hai Duong province: Current situation and solutions 71 Dinh Thi Kim Thiet
- Factors affecting the satisfaction of domestic tourists with the festival tourism activities in Hai Duong province 77 Nguyen Thi Hue

TITLE FOR CHEMISTRY - FOOD

- Study of the structural properties of clusters $[Mo_6X_{14}]$ ($X = F, Cl, Br, I$) at 22 EM and the second ionization energy of clusters $[Mo_6X_{14}]^{2-}$ by the density functional method 82 Pham Thi Diep

TITLE FOR EDUCATION SCIENCE

- Using movie clips to improve the Chinese speaking skills of students in higher education institutions 88 Pham Thi Hong Trang
- Research and application of active teaching methods in teaching basic English course for students at Sao Do University 94 Tang Thi Hong Minh
Tran Thi Mai Huong
Dang Thi Thanh

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

- Educating traditional moral values of the nation for students at Sao Do University today 101 Nguyen Thi Hien
Tran Thi Hong Nhung
Nguyen Manh Tuong
- Proposing solutions to improve digital capacity for lecturers in the context of digital transformation 107 Nguyen Thi Nhan
- Research and apply philosophical ideas in Nguyen Du's The Tale of Kieu in teaching the Marxist-Leninist philosophy module for students at Sao Do University 112 Do Thi Thuy
Pham Xuan Duc
Nguyen Thi Hai Ha
- The contemporary value of the work "Improving revolutionary morality, wiping out individualism" by President Ho Chi Minh and its application by our Party in the current struggle against individualism and party building 118 Pham Van Du
Vu Hong Phong

TITLE FOR CULTURE - ALGORITHMS - SPORTS

- Research and application of supplementary exercises to enhance the performance of the female volleyball team of Sao Do University students 124 Ha Dinh Soat
Vu Tien Hieu

Mô hình trên máy tính bộ biến đổi hòa hợp tải DC-DC

Computer model of the DC-DC matching converter

Phạm Công Tảo*, Phạm Thị Hoan

*Tác giả liên hệ: tao.phamcong@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 24/01/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 02/6/2025

Tóm tắt

Bộ biến đổi DC-DC đang trở thành một công nghệ ngày càng quan trọng trong các hệ thống điện tử, đặc biệt là trong các thiết bị di động. Nó có nhiều ứng dụng và tiềm năng phát triển lớn trong tương lai, tuy nhiên cần có những cải tiến về hiệu suất, kích thước và tính linh hoạt để phù hợp với nhiều ứng dụng khác nhau. Bài báo đưa ra mô hình bộ biến đổi DC-DC được điều khiển phù hợp các thông số đầu ra, ổn định điện áp hoặc công suất đầu ra đáp ứng cho tải. Bộ chuyển đổi này được xây dựng từ các thành phần của thư viện *SimPowerSystems Matlab/Simulink*. Các đặc tính động đã được nghiên cứu và tìm ra phương pháp điều khiển bộ biến đổi hoà hợp tải DC-DC bằng mô hình máy tính.

Từ khóa: Bộ biến đổi DC-DC; mô hình; điều khiển; chuyển mạch; tham số.

Abstract

DC-DC converters are becoming an increasingly important technology in electronic systems, especially in mobile devices. It has many applications and great potential for future development, however, improvements in performance, size and flexibility are needed to suit many different applications. This paper presents a model of a DC-DC converter that is controlled to match the output parameters of electrical devices. This converter is built from components of the *SimPowerSystems Matlab/Simulink* library. The dynamic characteristics have been studied and a method for controlling the DC-DC matching converter using a computer model has been found.

Keywords: DC-DC converter; model; control; switching; parameters.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, bộ biến đổi DC-DC đã trở thành một công nghệ quan trọng trong các hệ thống điện tử, đặc biệt là các thiết bị di động như: Điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy ảnh, hệ thống năng lượng mặt trời,... Bộ biến đổi DC-DC chuyển đổi nguồn điện một chiều từ mức điện áp này sang mức điện áp khác. Bộ biến đổi DC-DC được sử dụng trong các thiết bị điện, điện tử.

Các thiết bị điện, điện tử thường chứa một số mạch, mỗi mạch có yêu cầu mức điện áp riêng khác với mức điện áp được cung cấp bởi pin, ắc quy hoặc nguồn cung cấp bên ngoài (đôi khi cao hơn hoặc thấp hơn điện áp cung cấp). Điện áp pin, ắc quy giảm khi năng lượng dự trữ của nó bị cạn kiệt. Bộ chuyển đổi điện áp một chiều DC-DC cung cấp một phương pháp để tăng điện áp từ điện áp pin giảm một phần, do đó tiết kiệm không gian thay vì sử dụng nhiều pin để thực hiện cùng một việc. Bộ chuyển đổi DC-DC tăng cường

không chỉ phải đưa ra điện áp chấp nhận được mà còn phải đáp ứng các giới hạn dòng điện/công suất. Để đỡ mất thời gian tính toán ban đầu khi đưa bộ chuyển đổi DC-DC vào mô hình, thay vì tự điện, một khối gồm hệ thống con thay thế tự điện mà các nghiên cứu trước chưa có được [2, 3, 5].

Dòng tải là một trong những yếu tố quan trọng trong việc lựa chọn bộ chuyển đổi thích hợp. Dòng điện đầu ra càng lớn thì bộ chuyển đổi càng phải được sử dụng tốt. Tuy nhiên, nói chung, một phạm vi dòng tải cần được dự đoán và phải chọn một bộ chuyển đổi DC-DC tăng cường có thể cung cấp đủ dòng điện.

Trong nghiên cứu này sử dụng bộ chuyển đổi buck-boost DC-DC có thể hoạt động ở cả chế độ giảm áp và tăng áp để cung cấp điện áp cần thiết cho thay đổi lớn hơn về điện áp đầu vào từ 240 đến 385 V.

Bộ biến đổi DC-DC trong bài báo được xây dựng từ các phần tử trong thư viện *SimPowerSystems Matlab/Simulink* [1]. Theo cấu trúc của bộ biến đổi này, sơ đồ được lặp lại mạch điện đã được đưa ra trước đó [2, 5], bộ biến đổi có chức năng kép (tăng/giảm điện áp).

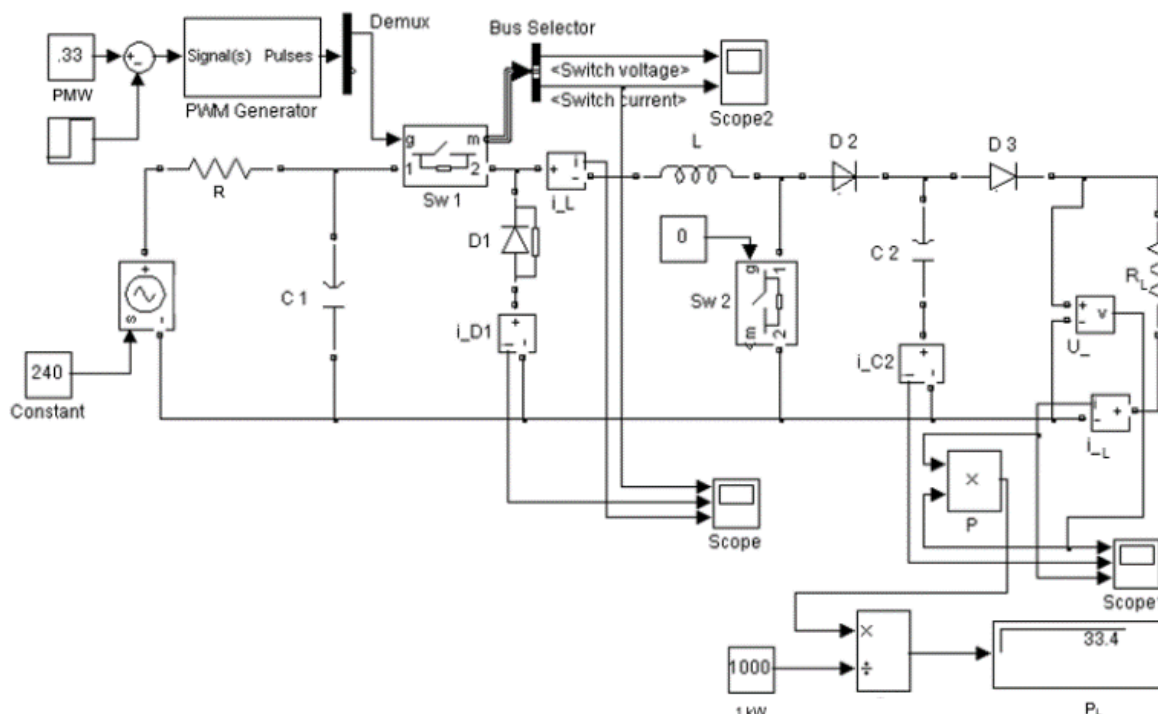
Người phản biện: 1. GS.TSKH. Trần Hoài Linh

2. TS. Nguyễn Trọng Các

2. MÔ HÌNH BỘ BIẾN ĐỔI PHÙ HỢP DC-DC TRÊN MÁY TÍNH

Trên Hình 1 đưa ra mô hình bộ biến đổi *DC-DC*, mô hình được xây dựng từ các phần tử trong thư viện *SimPowerSystems Matlab/Simulink*. Mô hình này đưa ra được bổ sung các phần tử đo (cảm biến dòng điện i_{D1} , i_L , i_{C2} , i_{load} , cảm biến điện áp U_{load}), các phần tử hiển thị kết quả - máy hiện sóng ảo *Scope... Scope2*, phép nhân tính toán giá trị tức thời của công suất tải P_{load} ($Power\ P_{load}$) [4].

Các phần tử hoạt động trong mô hình trong Hình 1 sử dụng khối khóa lý tưởng Sw_1 và Sw_2 . Mô hình mô phỏng chế độ giảm điện áp đầu ra được sử dụng khóa Sw_2 liên tục đóng, khóa Sw_1 nhận tín hiệu điều khiển từ bộ tạo tín hiệu xung thông qua bộ tách kênh *Demux*.



Hình 1. Mô hình bộ biến đổi *DC-DC*

Khối *Bus Selector* phân ra các tín hiệu điện áp và dòng điện chuyển mạch từ bus đầu ra của các tín hiệu bên trong của khóa Sw_1 . Lựa chọn các tham số trong quá trình mô phỏng: $R = 0,01\ \Omega$, $C_1 = 40\ \mu F$, $L = 560\ \mu H$, $C_2 = 6.5600\ \mu F$, $R_L = 0,73\ \Omega$, $E = 240\ V$, $PWM = 0,33$ ($\gamma_d = 0,666$).

Hình 2 là kết quả mô phỏng dòng điện của khóa $Sw1$ là i_{Sw1} , của diode $D1$ là i_{D1} và điện cảm L là i_L và trên hình 3 là đặc tính điện áp ra U_{C2} , dòng điện i_{C2} và dòng điện tải i_R . Trong thư viện *SimPowerSystems* các khối điện dung C và điện cảm L không thể đặt các giá trị ban đầu của điện áp và dòng điện tương ứng, giá trị $PWM = 0,33$ xấp xỉ tương ứng với điện áp làm việc tối thiểu ở đầu ra của bộ biến đổi *DC/DC*, sau đó bật $E = 240\ V$ sẽ dẫn đến dòng điện ban đầu tăng vọt đáng kể và vượt quá điện áp đầu ra. Lưu ý rằng trong

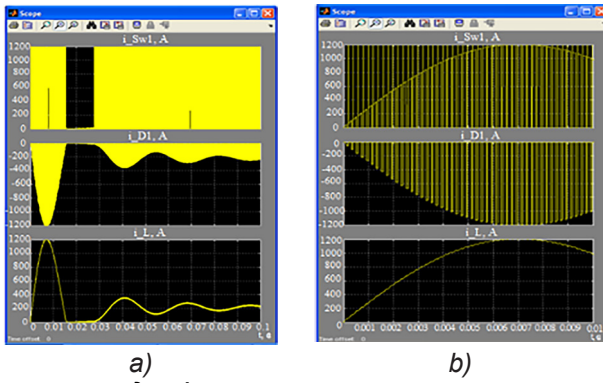
Khối máy phát xung có nhiều kênh và cho phép điều khiển các mạch cầu chứa từ hai đến 12 khóa bán dẫn. Một cấu hình tối thiểu được sử dụng để điều khiển hai khóa trên một nhánh của mạch cầu. Tín hiệu đầu ra của khối *PWM* cung cấp tín hiệu ở dạng vector còn bộ tách kênh chia các tín hiệu này thành hai đầu ra.

Do khối *PWM* tạo xung sử dụng tín hiệu dạng biểu đồ tam giác thay đổi giá trị từ -1 đến $+1$ làm tín hiệu tần số và để điều khiển độ rộng xung *PWM*, tín hiệu đầu vào phải được cung cấp cho trong phạm vi từ -1 đến $+1$. Đối với phần trên đầu ra, độ dài xung đầu ra bằng 0 đạt được khi đặt $PWM = -1$ và độ dài bằng 100% khi đặt $PWM = +1$. Để nhận được chu kỳ hoạt động của khóa γ_d cần phải đưa ra trị số $PWM = 2 (\gamma_d - 0,5)$.

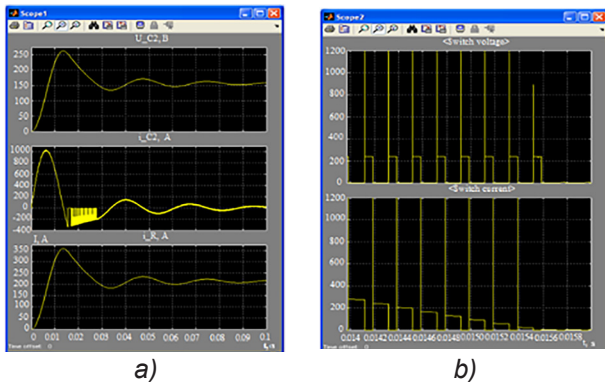
hệ thống lắp đặt thực tế, việc chuyển mạch như vậy không xảy ra; một chế độ đặc biệt để nạp chậm lúc ban đầu cho tụ điện ở đầu ra của bộ biến đổi được cung cấp.

Tuy nhiên, nghiên cứu tiếp theo các phương pháp điều khiển đột ngột và các ảnh hưởng gây nhiễu trong phương án đưa ra được tính đến của mô hình, chế độ như vậy sẽ làm tăng tổng thời gian mô phỏng và dung lượng bộ nhớ.

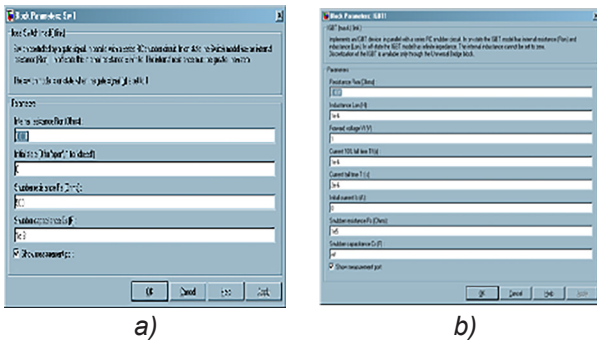
Nhược điểm của mô hình là các xung ngắn của dòng điện i_{Sw1} và i_{D1} cao hơn nhiều lần so với giá trị ở trạng thái dẫn điện bình thường Hình 2b, điều này thấy rõ hơn trên Hình 3b, trong đó một đoạn sóng dao động điện áp và dòng điện của khóa Sw_1 được hiển thị một đoạn phóng to.



Hình 2. Biểu đồ dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} và i_L (a), xung ngắn i_{Sw1} , i_{D1} và i_L (b)

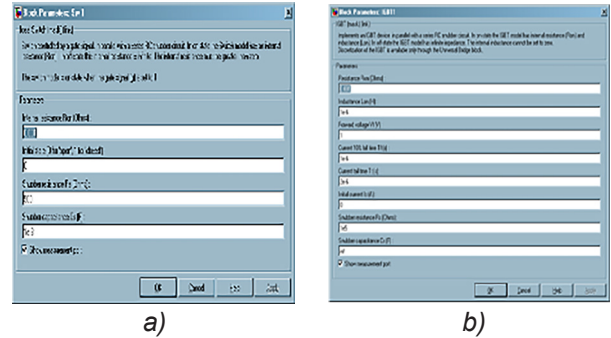


Hình 3. Đồ thị điện áp ra trên U_{C2} , dòng điện i_{C2} và dòng điện i_R (a) và một đoạn phóng to biểu đồ dao động điện áp và dòng điện Sw_1 (b)



Hình 4. Thông số chính khóa $Sw1$ khi chưa cài đặt thời gian đóng cắt (a) và thông số của khóa $Sw1$ khi thiết lập thời gian đóng cắt (b)

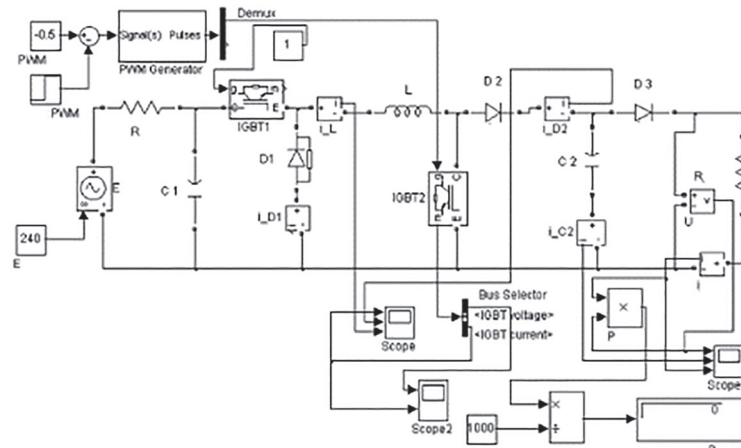
Sự xuất hiện các xung ngắn tại thời điểm bật và tắt khóa Sw_1 có thể mang đến sai số do trong phép phân tích với phương pháp tính toán đã chọn khi bước thay đổi và độ chính xác tương đối được đưa ra. Lý do chính là mô hình sử dụng các khóa lý tưởng, các tham số của nó Hình 4, thời gian bật và tắt không được đưa ra. Và không loại bỏ được nhấp nháy, thậm chí bằng cách đặt điện trở nhỏ, điện dung lớn của mạch.



Hình 5. Biểu đồ dao động i_{Sw1} , i_{D1} và i_L khi thay thế các khối khóa lý tưởng trong mô hình bằng các khối IGBT1 với các tham số như (a) và đoạn biểu đồ dao động điện áp và dòng điện của khóa IGBT1 (b)

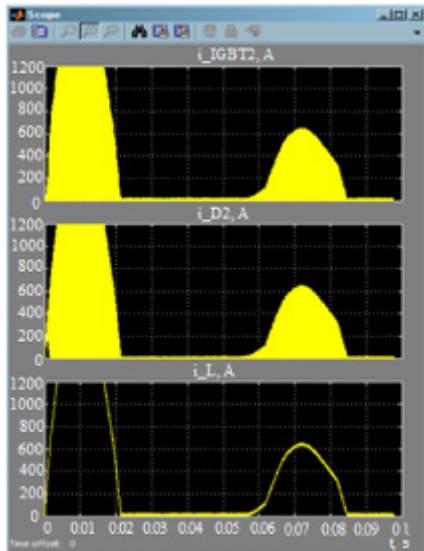
Thay thế các khối khóa lý tưởng trong mô hình bằng các khối IGBT1 với các tham số như trong Hình 4b, loại bỏ nhược điểm như đã đưa ra ở trên, được chứng minh bằng biểu đồ dao động trong Hình 5, tuy nhiên điều này làm tăng thời gian tính toán lên một cấp.

Mô hình của bộ biến đổi $DC-DC$ vận hành ở chế độ tăng Hình 6 khác với mô hình đã đưa ra trước đó [2, 5]. Ở trạng thái không đổi của IGBT1, bằng cách cấp các xung điều khiển vào khóa IGBT2 và thay thế các tín hiệu trong khối máy hiện sóng Scope bằng i_{D2} và i_{IGBT2} và trong khối máy hiện sóng Scope2 bằng u_{IGBT2} và i_{IGBT2} .

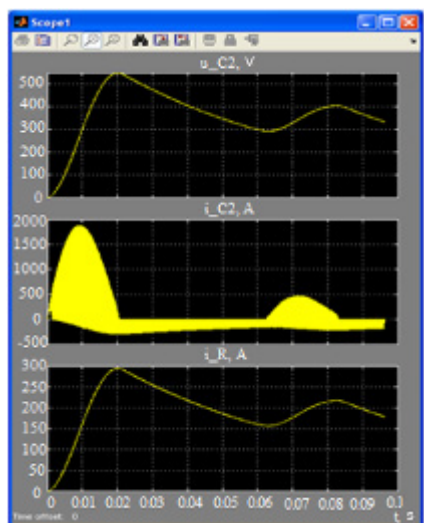


Hình 6. Mô hình bộ biến đổi $DC-DC$ làm việc ở chế độ tăng

Trên Hình 7 là đồ thị dòng điện i_{IGBT2} , i_{D2} và i_L , và Hình 8 là đồ thị điện áp đầu ra u_{C2} , dòng điện i_{C2} và i_R khi cài đặt xung điều khiển $PWM = -0,5$, tương ứng với điện áp hoạt động tối đa ở đầu ra bộ biến đổi DC-DC bằng 240 V. So với Hình 2 và 3, quá trình chuyển mạch nhất thời ở chế độ tăng điện áp bị chậm và có dòng điện bằng 0 trong cuộn cảm.



Hình 7. Biểu đồ dòng điện i_{IGBT2} , i_{D2} và i_L , khi $PWM = -0,5$ khi $E = 240$ V

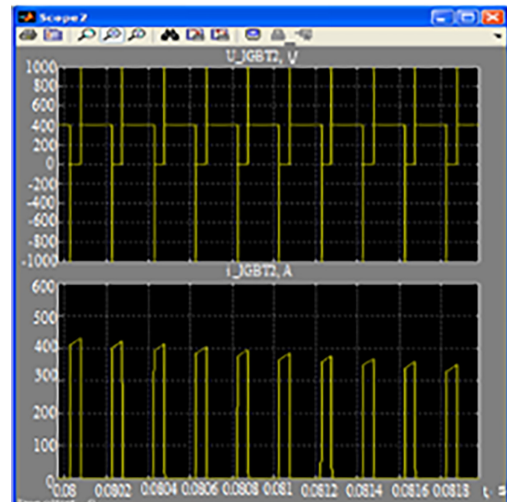


Hình 8. Biểu đồ u_{C2} , i_{C2} và i_R khi $PWM = -0,5$, khi $E = 240$ V

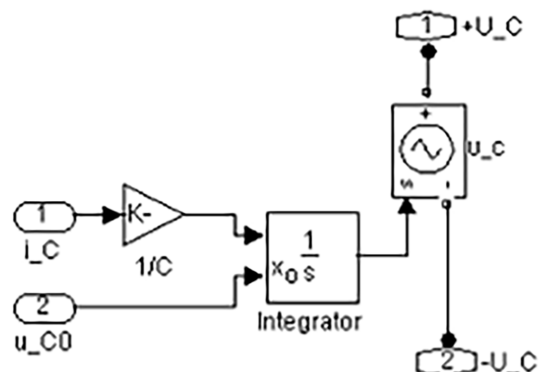
Cần lưu ý rằng trong tín hiệu điện áp u_{IGBT2} Hình 9 các xung biến động lại xuất hiện tại thời điểm chuyển mạch khoá bán dẫn, để loại bỏ nó có thể điều chỉnh các giá trị của các tham số của mạch Snubber (mạch snubber là một phần không thể thiếu trong các bộ nguồn chuyển mạch hiện đại. Mạch cho phép bảo vệ các công tắc nguồn khỏi quá điện áp và giảm nhiễu điện từ), nhưng sẽ làm tăng thời gian tính toán lên một mức độ lớn hơn.

Để loại bỏ quá trình tính toán ban đầu khi đưa bộ chuyển đổi DC-DC vào mô hình, thay vì tụ điện $C2$,

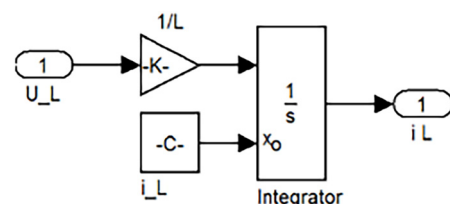
một khối gồm hệ thống con thay thế tụ $C2$ đã được đưa ra (Hình 10) bao gồm các khối chia hệ số tỷ lệ $1/C$, bộ tích phân và nguồn điện áp điều khiển U_C . Tín hiệu bên ngoài của dòng điện tụ i_C được cung cấp cho đầu vào 1 và giá trị điện áp ban đầu u_{C0} được cung cấp cho đầu vào 2. Hệ thống con có hai đầu nối $+U_C$ và $-U_C$ để kết nối với mạch ngoài.



Hình 9. Tín hiệu điện áp và dòng điện IGBT2

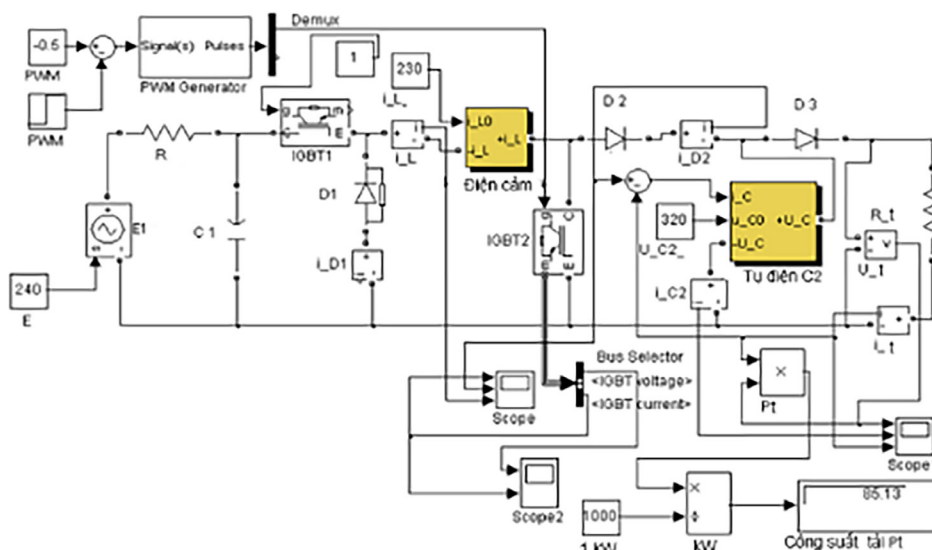


Hình 10. Khối hệ thống con thay thế tụ điện $C2$



Hình 11. Khối hệ thống con thay thế điện cảm L

Hệ thống con của điện cảm L Hình 11 được xây dựng tương tự như hệ thống con tụ điện, nhưng có cảm biến điện áp bên trong và nguồn dòng điều khiển bên trong được kết nối trực tiếp với các đầu nối và tham số L đặt giá trị điện cảm và do đó hệ số tỷ lệ ở đầu vào bộ tích hợp [4]. Hình 12 là mô hình bộ biến đổi DC-DC có khối điện cảm L , tụ điện $C2$ được thay thế bằng hệ thống con.



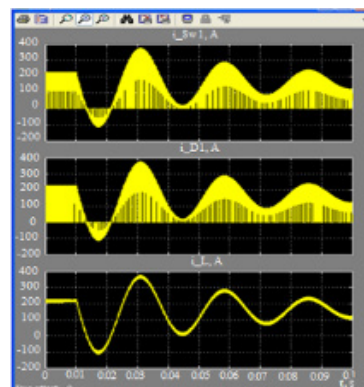
Hình 12. Mô hình bộ biến đổi DC-DC có khối điện cảm L , tụ điện $C2$ được thay thế bằng hệ thống con

3. NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH ĐỘNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN BỘ BIẾN ĐỔI HOÀ HỢP TẢI DC-DC TRÊN MÔ HÌNH MÁY TÍNH

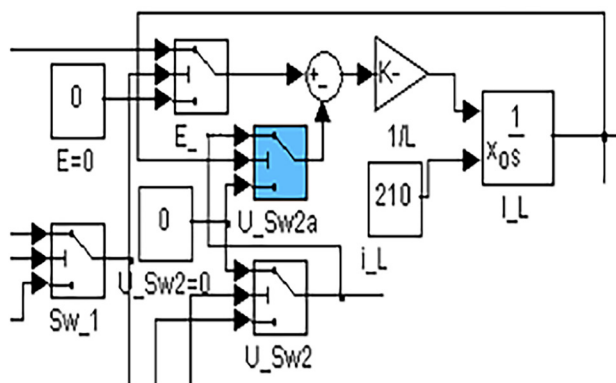
Bộ biến đổi DC-DC được điều khiển bởi tín hiệu PWM, tín hiệu này đến đầu vào của PWM Generator thông qua khối giới hạn được đưa vào mô hình để hạn chế tác động điều khiển trong giới hạn ± 1 .

Đánh giá các đặc tính động của bộ biến đổi DC-DC được thực hiện bằng cách sử dụng biểu đồ dao động của các quá trình quá độ khi điều chỉnh bước nhảy PWM và điện trở tải R_T ở chế độ tăng cũng như chế độ giảm điện áp đầu ra. Hình 13 đưa ra biểu đồ dao động của dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} và i_L khi thay đổi PWM từ giá trị ban đầu là 0,333 đến 0, nghĩa là giảm chu kỳ xung của khóa $Sw1$ xuống 50%. Sự gia công của bước nhảy tác động điều khiển có tính chất dao động với mức suy giảm trung bình. Tại các giá trị cho trước $L = 560 \mu\text{H}$, $C2 = 6.5600 \mu\text{F}$, chu kỳ dao động riêng = 27 ms, phù hợp với chu kỳ dao động trong Hình 13. Tuy nhiên, việc giảm này dẫn đến giảm dòng

điện xuống giá trị âm, điều này không thể xảy ra trong mạch thực do có sự xuất hiện của diode $D1$ và $D2$. Để loại bỏ nhược điểm đã nêu, bổ sung khóa u_{Sw2a} vào mô hình, được điều khiển bởi giá trị của dòng điện i_L và ngắt tín hiệu điện áp u_{C2} khỏi đầu vào bộ cộng đến mạch mô hình điện cảm Hình 14.



Hình 13. Biểu đồ dao động của dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} và i_L tại mức điều chỉnh xung điện từ 0,333 về 0

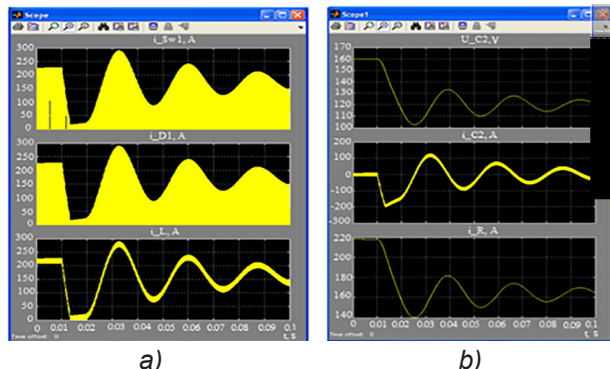


Hình 14. Các tham số của khối u_{Sw2a}

Để loại bỏ sự “treo” của phép tính tại thời điểm dòng điện i_L có thể đạt giá trị 0, thời gian lấy mẫu = $1e-5$ s bị gán trong tham số của khối u_{Sw2a} , sau đó, quá

trình quá độ Hình 15 hầu như không thay đổi chất lượng, ngoại trừ phần ban đầu và sự giảm biên độ dao động.

Hình 16 biểu thị biểu đồ dao động hoạt động ở chế độ tăng điện áp khi thay đổi điều chỉnh xung từ -0,5 đến -0,8, nghĩa là giảm chu kỳ $Sw2$ từ 25% xuống 10% với $R_{load} = 1,86 \Omega$ và đặt điều kiện ban đầu $i_{L0} = 220$ A, $U_{C2} = 320$ V. Điều này làm giảm điện áp ở trạng thái ổn định trên tải xuống 267 V.

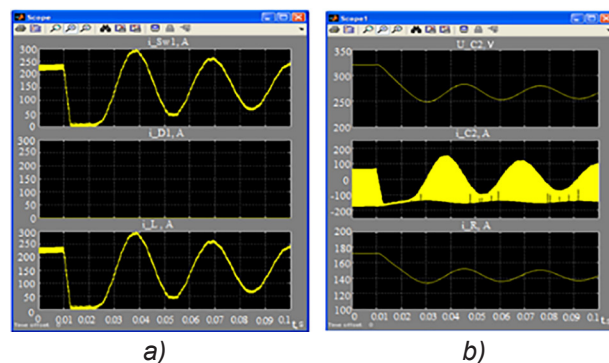


Hình 15. Biểu đồ dao động của dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} , i_L (a) và U_{C2} , i_{C2} và i_R (b) khi điện áp giảm

Đặc tính của các quá trình quá độ tương tự như chế độ giảm điện áp đã đưa ra và được cho trên Hình 15.

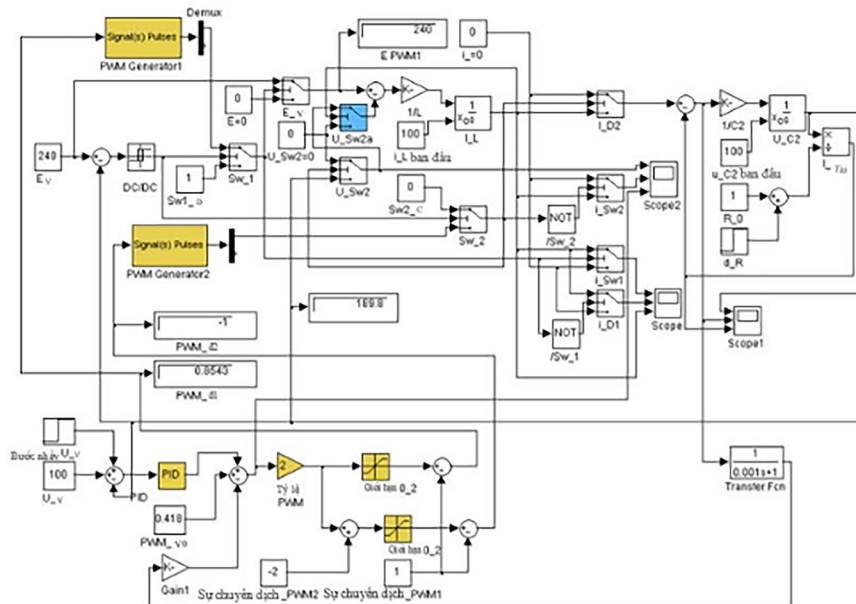
Sự điều chỉnh quá và sự giảm dao động trong phản ứng của bộ chuyển đổi DC-DC với hệ thống điều khiển

vòng hở và cho thấy sự cần thiết sử dụng hệ thống điều khiển vòng kín và phát triển các thuật toán điều khiển phù hợp với đối tượng.



Hình 16. Biểu đồ dao động của dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} , i_L (a) và U_{C2} , i_{C2} và i_R (b) khi xung thay đổi từ -0,5 đến -0,8

Ngoài ra, lưu ý việc sử dụng một máy phát xung để điều khiển hai khóa của bộ biến đổi DC-DC gây ra những khó khăn nhất định khi chuyển từ chế độ giảm sang chế độ tăng điện áp và ngược lại. Để đạt được điện áp đầu ra giới hạn $U_T = E$ ở chế độ giảm, cần $PWM = 100\%$ (đưa ra $PWM_{đ} = -1$) và ở chế độ tăng, cần đưa ra $PWM = 0\%$ ($PWM_{đ} = -1$), tức là thay đổi tín hiệu bước nhảy đưa vào [4].



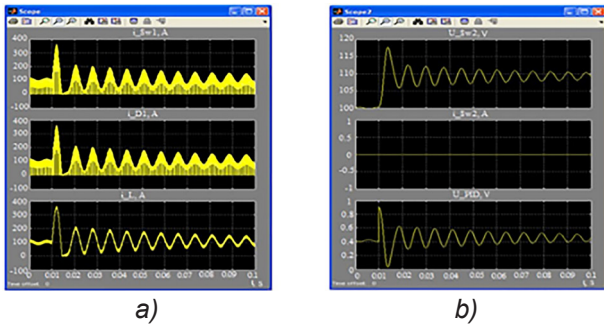
Hình 17. Mô hình bộ biến đổi DC-DC sử dụng 2 khối PWM Generator

Để thực hiện mô hình với hệ thống điều khiển kín và đơn giản hóa mạch, thực hiện chuyển đổi giữa các chế độ tăng và giảm điện áp trong mô hình Hình 17, sử dụng hai khối máy phát xung PWM Generator và mạch tạo tín hiệu điều khiển $PWM_{đ1}$ và $PWM_{đ2}$ đã được thay đổi hoàn toàn. Cài đặt điện áp ở đầu ra của bộ biến đổi $U_{đ}$ và tín hiệu phản hồi điện áp U_{C2} cung cấp cho đầu vào của khối bộ điều khiển PID, đầu ra của khối này tạo ra các tín hiệu điều khiển cần thiết thông qua hệ số tỷ lệ, khối giới hạn tín hiệu và bộ

cộng. Giả sử rằng phạm vi hoạt động của tín hiệu đầu ra PID là 0...2 và với vùng $PID = 0...1$ điều khiển sự thay đổi của tín hiệu mức -1...+1 khi tín hiệu điều khiển $PID_{set2} = -1$, và vùng $PID = 1...2$ thay đổi của tín hiệu $PWM_{đ2}$ trong phạm vi -1...+1 khi $PWM_{đ1} = 1$.

Nhân tín hiệu PID với thang đo $PWM = 2$, giới hạn tiếp theo ở mức 0 hoặc 2 và phép trừ sự chuyển dịch $PWM1 = 1$ phù hợp với giới hạn phạm vi hoạt động của tín hiệu PID với phạm vi tín hiệu đầu vào -1...+1 của các khối tạo tín hiệu PWM Generator.

Đối với kênh $PWM_đ2$ trước giới hạn, thì sự chuyển dịch $PWM2 = 2$ bị trừ đi, điều này phân ra vùng tác dụng của tín hiệu $PWM_đ1$ và $PWM_đ2$.



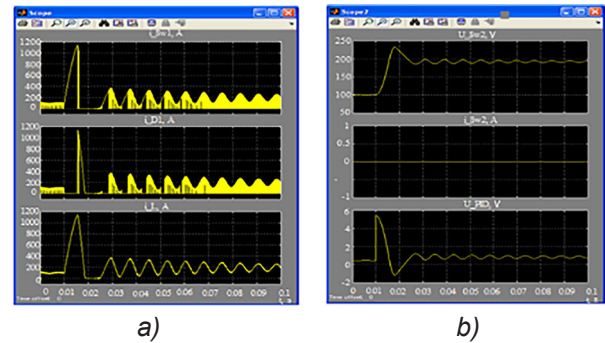
Hình 18. Biểu đồ dao động của dòng điện i_{Sw1} , i_{D1} và i_L (a) và điện áp U_{Sw2} , i_{Sw2} , U_{PID} (b) khi thay đổi U_v từ 100 V đến 110 V

Việc thêm hằng số PWM_0 vào tín hiệu PID cho phép mô phỏng giá trị ban đầu của phần tích phân của bộ điều khiển PID .

Hình 18 là biểu đồ dao động cho hoạt động của hệ thống với bộ điều chỉnh công suất P ở chế độ giảm điện áp khi đặt điện áp vào U_v thay đổi từ giá trị ban đầu từ 100 ÷ 110 V khi thời gian $t = 0,01$ s với bước nhảy U_v . Nhận được khi điện trở tải $R_T = 1 \Omega$ và thiết lập các điều kiện ban đầu $PWM_{v0} = 0,418$, i_L ban đầu = 100 A, U_{C2} ban đầu = 100 V.

Hệ số tỷ lệ PID là $K_p = 0,05$ cùng với độ lợi của đối tượng điều khiển $K_{dk} = 100/0,418 = 240$ và hệ số phản hồi đơn vị đảm bảo độ lợi tổng đủ lớn của vòng điều khiển $K_{tổng} = K_p \times K_{dk} = 12$. Phản hồi âm trên điện áp tải làm giảm chu kỳ dao động khoảng 3,5 lần. Không làm giảm dao động của hệ thống mà ngược lại làm tăng dao động, nếu lấy tỷ số của hai biên độ liên kế được sử dụng làm chỉ số suy giảm. Từ Hình 18b rõ ràng bước nhảy điện áp 10 V ở một giá trị nhất định của K_p dẫn đến sự thay đổi ở đầu ra của bộ điều khiển U_{PID} , gần như toàn bộ giới hạn thay đổi PWM cho $Sw1$ trong dao động ban đầu và điều này gây ra sự gia tăng dòng điện khoảng gấp ba lần trong điện cảm và điện áp U gần gấp đôi so với sự thay đổi của U_T so với sự gia tăng của ở trạng thái ổn định.

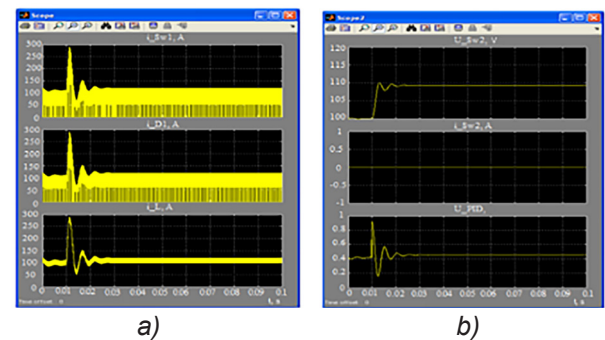
Hình 19 là biểu đồ dao động của hệ thống với bộ điều khiển P có cùng các tham số và giá trị ban đầu, nhưng khi xử lý thì bước nhảy tăng gấp mười lần. Điều này làm tăng giá trị tại bước nhảy đầu tiên của đầu ra bộ điều khiển U_{PID} lên đến 5,5, nhưng giá trị thực tế bị giới hạn ở mức 1. Do đó, biên độ xung của dòng điện đầu tiên i_L không tăng 10 lần so với hình 18a, mặc dù nó lớn hơn 1100 A. Điều này dẫn đến việc tăng điện áp đầu ra, giá trị được chỉ định $U_{đ} = 200$ V trong khoảng 6 ms, sau đó dòng điện giảm mạnh xuống bằng 0 và tạm dừng không có dòng điện trong khoảng thời gian kế tiếp. Tiếp theo, dao động xảy ra với biên độ gấp đôi so với biên độ trong Hình 18a.



Hình 19. Biểu đồ dao động i_{Sw1} , i_{D1} và i_L (a) và U_{Sw2} , i_{Sw2} và U_{PID} (b) với bộ điều khiển P có cùng thông số và giá trị ban đầu

Vì đối tượng điều khiển là liên kết bậc hai, để giảm dao động cần phải đưa phản hồi âm theo đạo hàm của điện áp đầu ra vào luật điều khiển. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng thành phần vi sai của bộ điều khiển PID , nhưng trên thực tế điều này có thể làm giảm độ nhạy với nhiễu tần số cao. Một lựa chọn thay thế là sử dụng phản hồi về dòng điện chạy qua tụ điện $C2$, vì dòng điện này tỷ lệ thuận với đạo hàm của điện áp trên tụ điện [6].

Hình 20 là biểu đồ dao động hoạt động của hệ thống với bộ điều khiển P khi bước nhảy điện áp bằng 10 V, với các tham số và giá trị ban đầu giống nhau, nhưng có đưa phản hồi vào tín hiệu điều khiển theo tín hiệu $i_{C2} = i_{D2} - i_T$ với hệ số $K_{iC2} = 0,0025$ 1/A.



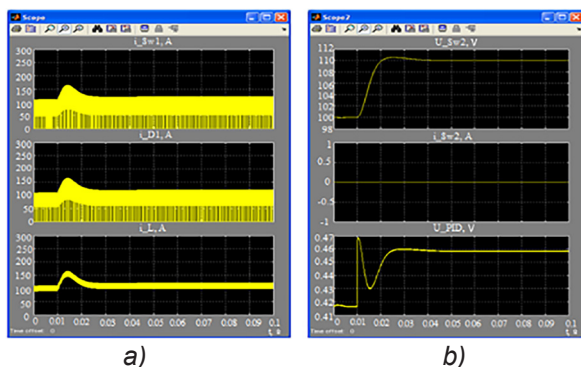
Hình 20. Biểu đồ dao động của i_{Sw1} , i_{D1} , i_L (a) và biểu đồ U_{Sw2} , i_{Sw2} và U_{PID} (b) của bộ điều chỉnh P khi bước nhảy điện áp bằng 10 V

Vì tín hiệu i_{C2} chứa thành phần biến đổi với tần số của PWM nên bộ lọc PWM được biểu diễn bằng liên kết quán tính có hằng số thời gian là 1 ms, được đưa vào mạch phản hồi để triệt tiêu nó.

Một lựa chọn điều khiển thay thế là đưa một thành phần tích phân vào bộ điều khiển PD và giảm tốc độ phản hồi bằng cách điều chỉnh lại tỷ lệ giữa các thành phần tỷ lệ và tích phân của tín hiệu đầu ra bộ điều khiển theo hướng có lợi cho khâu tích phân.

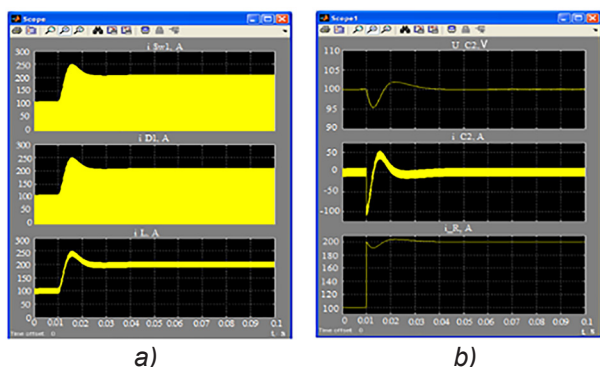
Hình 21 là biểu đồ dao động hoạt động của hệ thống với bộ điều khiển PI và phản hồi dòng điện i_{C2} khi xử lý bước nhảy điện áp bằng 10 V. Lựa chọn $K_p = 0,005$, $K_i = 1$ s⁻¹, $K_{iC2} = 0,0011$ /A. Bằng cách kéo

dài thời gian đoạn tăng điện áp U_{C2} đến 10 ms có thể giảm một nửa đoạn nhảy vọt đầu tiên của dòng điện. Bằng cách giảm K_p xuống 10 lần so với sự điều chỉnh trước đó, dao động hầu như bị loại bỏ và độ vượt ngưỡng không vượt quá 10%.



Hình 21. Biểu đồ dao động của i_{Sw1} , i_{D1} , i_L (a) và U_{Sw2} , i_{Sw2} , U_{PID} (b) với bộ điều khiển PI và phản hồi dòng điện i_{C2} khi bước nhảy điện áp 10 V

Trên Hình 22 là biểu đồ dao động của quá trình xử lý nhiễu khi điện trở tải giảm đột ngột xuống $0,5\Omega$. Độ sụt điện áp U_{C2} không vượt quá 5% giá trị cài đặt và dòng điện tăng là 50% chênh lệch so với giá trị ở trạng thái ổn định.



Hình 22. Biểu đồ dao động i_{Sw1} , i_{D1} , i_L (a) và U_{C2} , i_{C2} , i_R (b) khi giảm đột ngột R_T xuống $0,5\Omega$

Có thể lập luận rằng tùy chọn kết quả để thiết lập các tham số của bộ điều chỉnh và phản hồi theo dòng điện đảm bảo đặc tính gần như tối ưu khi điều khiển các quá trình quá độ cũng như tác động của nhiễu được kiểm soát. Sự kết hợp giữa bộ điều khiển PI và phản hồi về dòng điện tự lọc đầu ra cho phép thay đổi linh hoạt về thời gian và chất lượng của các quá trình quá độ. Khi thiết lập các yêu cầu cụ thể về tác động nhanh

và sai số động cho phép, có thể điều chỉnh các giá trị của tham số bộ điều khiển để đạt được các chỉ số đã chỉ định.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đưa ra mô hình và thiết kế của bộ biến đổi hoà hợp tải DC-DC, nghiên cứu các đặc tính tăng-giảm điện áp của bộ biến đổi (ở chế độ điện áp giảm đến 100V và chế độ điện áp tăng đến 240V). Kết quả nghiên cứu về các tính chất động đã được tiến hành và các phương pháp điều khiển bộ biến đổi DC-DC bằng cách sử dụng mô hình máy tính. Nhờ sự phát triển của bộ biến đổi năng lượng phù hợp DC-DC và các nguyên lý điều khiển của nó, có thể ổn định điện áp hoặc công suất đầu ra đáp ứng cho tải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Черных Илья Викторович (2023), *Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink*. М.: ДМК Пресс. - 280 с.
- [2]. Ali Ajami, Hossein Ardi, Amir Farakhor (2014), *Design, analysis and implementation of a buck-boost DC/DC converter*. IET Power Electron., Vol. 7, Iss. 12, pp. 2902-2913.
- [3]. Shruti Das, Suresh Sahu, Ganesh Ram Ratnakar, Mohini Moitra Bhaduri, Vikas Chandra (2024), *Analysis of a Buck-Boost Converter*. International Research Journal of Engineering and Technology. 2024. pp. 184-186.
- [4]. Фам Конг Тао, Константинов Г.Г., Киселев В.И (2018), *Компьютерная модель преобразователя для зарядно – разрядного комплекса аккумуляторных батарей // Вестник ИрГТУ*. Том 22, № 2. – С. 107–122.
- [5]. Андрей Образцов, Сергей Образцов (2005), *Схемотехника DC/DC преобразователей // Современная электроника*, № 3. – С. 36-43.
- [6]. Фам Конг Тао (2019), *Автономный зарядно - разрядный электротехнический комплекс с мониторингом состояния аккумуляторных батарей*, Дис...канд. тех. наук, Новочеркасск, -199 с.

AUTHORS INFORMATION

Pham Cong Tao*, Pham Thi Hoan

*Corresponding Author: tao.phamcong@gmail.com
Sao Do University.

THỂ LỆ GỬI BÀI

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

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

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

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

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

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

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

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

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

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

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

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

Số 2 (89)
2025

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

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

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

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

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