



ISSN 1859 - 4026



TẠP CHÍ

CÔNG NGHIỆP NÔNG THÔN

JOURNAL OF RURAL INDUSTRY

CƠ QUAN BÁO CHÍ CỦA HỘI CƠ KHÍ NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

**CƠ GIỚI HÓA NÔNG NGHIỆP
THÔNG MINH**
**CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN
VÀ VẬT LIỆU NĂNG LƯỢNG
BỀN VỮNG**
HƯỚNG TỚI NET ZERO



**HƯỚNG TỚI KỶ NIỆM 60 NĂM THÀNH LẬP
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM, ĐẠI HỌC HUẾ (1967 - 2027)**



KHOA HỌC



CÔNG NGHỆ



CÔNG NGHIỆP



PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TẠP CHÍ
CÔNG NGHIỆP NÔNG THÔN
NĂM THỨ 15: SỐ 62
NĂM 2026; XUẤT BẢN 4 KỶ/NĂM

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Chủ tịch
GS.TS. NGUYỄN HAY

Phó chủ tịch
TSKH. BẠCH QUỐC KHANG
PGS. TS. PHẠM ANH TUẤN
PGS.TS. LÊ MINH LƯ
GS.TS. PHẠM VĂN CHƯƠng

Ủy viên thường trực HDBT
PGS.TS. CHU VĂN THIÊN
ThS. NGUYỄN NGỌC BÌNH
TS. LÊ NGỌC ÁNH
TS. NGUYỄN ĐỨC LONG

Thành viên HDBT
GS.TS. NGUYỄN HUY BÍCH
PGS.TS. ĐỖ MINH CƯỜNG
PGS.TS. DƯƠNG VĂN TÀI
TS. LÊ VĂN BÁNH
ThS. NGUYỄN CÔNG BÌNH
TS. TRẦN HỒNG THAO
PGS.TS. NGUYỄN DUY LÂM
TS. NGUYỄN NĂNG NHƯỢNG
PGS. TS. NGUYỄN ĐÌNH TÙNG
TS. PHẠM MINH ĐẠT
GS.TS. ĐINH VĂN SƠN
PGS.TS. LÊ QUỐC THANH
TS. NGUYỄN ĐỨC KHUYẾN
TS. NGUYỄN THANH NGHỊ



TỔNG BIÊN TẬP
TS. LÊ NGỌC ÁNH

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
PGS.TS. CHU VĂN THIÊN
ThS. NGUYỄN NGỌC BÌNH
TS. NGUYỄN ĐỨC LONG

THƯ KÝ TÒA SOẠN
TS. TRẦN HỒNG THAO

Ủy viên ban biên tập
CỬ NHÂN. ĐỖ NGỌC AN
KS. NGUYỄN THANH DỪNG
KS. NGUYỄN HỒNG DƯƠNG

TÒA SOẠN
TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP NÔNG THÔN
<https://congnghiepnonngthon.vn>

Địa chỉ: Số 54, ngõ 102, đường Trường Chinh,
P. Kim Liên, Hà Nội.

ĐT: 024.38688620 / 0865.988.388

Email: khoahocnnt@gmail.com

Giấy phép số: 29/GP – BVHTTDL

cấp lại ngày 03 tháng 03 năm 2026

In tại xưởng in NXBNN: Ngõ 167 phố Phương Mai,
P. Kim Liên, Hà Nội

MỤC LỤC

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP NÔNG THÔN

	Trang
1 - Đỗ Minh Cường, Nguyễn Thị Ngọc, Bùi Xuân Nhật, Vệ Quốc Linh, Trần Đức Hạnh, Nguyễn Quốc Huy, Trần Võ Văn May, Phan Tôn Thanh Tâm, Nguyễn Văn Đức, Đỗ Thanh Tiến, Hồ Văn Quốc Huy, Nguyễn Thanh Quốc: Một số kết quả thiết kế và chế tạo mô hình thiết bị nhiệt phân liên tục sản xuất than sinh học từ trấu theo nguyên lý tự sinh nhiệt và hồi lưu khí nhiệt phân	4
2 - Do Minh Cuong, Ve Quoc Linh, Nguyen Thi Ngoc, Hoang Thi Thai Hoa, Tran Duc Hanh, Tran Vo Van May, Nguyen Van Hieu, Tran Thi Cam Nhung, Nguyen Huu Diem Ha, Nguyen Van Hung: Evaluation of a mechanized rice straw composting model for agricultural cooperatives in Hue city, Vietnam	15
3 - Phan Tôn Thanh Tâm, Vệ Quốc Linh, Trần Võ Văn May, Hồ Văn Dũng, Châu Văn Tài Nguyên: Một số kết quả nghiên cứu về máy cán bột mì phục vụ sản xuất quy mô nhỏ, năng suất 25 kg/h	26
4 - Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Đức Tâm, Cao Văn Vinh, Nguyễn La Tuấn Anh, Hồ Văn Quốc Huy, Vệ Quốc Linh: Nghiên cứu, thiết kế, và chế tạo mô hình máy thu gom rác trên bãi biển theo nguyên lý trồng răng cào tại thành phố Huế	36
5 - ThS. Nguyễn Thị Thanh, TS. Phạm Việt Hùng: Bố trí UHPC theo nhu cầu chịu lực trong hệ lõi – vách nhà cao tầng: phương pháp và định hướng nghiên cứu	45
6 - Nguyễn Xuân Trung, Phạm Văn Quang: Xe đạp điện ba bánh năng lượng mặt trời: tổng quan công nghệ và triển vọng tại Việt nam	62
7 - Lê Đình Hiếu, Đoàn Ngọc Hiệu, Lê Thị Kim Liên, Nguyễn Thị Phúc: Mô phỏng và đánh giá bộ điều khiển fuzzy-pid thích nghi cho hệ thống lái steer-by-wire	76
8 - Lê Đình Hiếu, Phan Đình Chữ, Trần Văn Tấn Đạt, Trần Quang Hùng, Lê Đình Nguyên, Đoàn Thanh Sơn, Lê Thị Kim Liên: Thiết kế bộ lọc kalman tối ưu nâng cao độ chính xác ước lượng trạng thái sạc (soc) của pin trên xe điện	86
9. Lê Đình Hiếu, Trần Quang Hùng, Phan Đình Chữ, Lê Thị Kim Liên: Thiết kế và mô phỏng hệ thống sạc không dây cộng hưởng từ tối ưu cho xe điện hiệu suất cao	97
10- Võ Công Anh, Trần Đức Hạnh, Hồ Sỹ Vương, Phạm Xuân Phương: Nghiên cứu tổng quan về hệ thống quản lý và điều khiển pin trên xe điện và xe hybrid: các tiến bộ gần đây và xu hướng phát triển	110

THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG SẠC KHÔNG DÂY CỘNG HƯỞNG TỪ TỐI ƯU CHO XE ĐIỆN HIỆU SUẤT CAO

Lê Đình Hiếu^{1*}, Trần Quang Hùng¹, Phan Đình Chữ¹, Lê Thị Kim Liên²

TÓM TẮT

Công nghệ sạc không dây là giải pháp tiềm năng cho xe điện nhờ tính an toàn, linh hoạt và thuận tiện. Bài báo nghiên cứu tiêu chuẩn, đặc tính truyền năng lượng, khả năng tương tác cuộn dây và cấu trúc hệ thống truyền năng lượng không dây bằng cảm ứng từ (WPT), đồng thời thiết kế và mô phỏng hệ thống trên MATLAB/Simulink. Kết quả cho thấy điện áp DC-Link có độ gợn dưới 2%, dòng điện dao động dưới 5%, công suất truyền khoảng 7 kW và hiệu suất đạt khoảng 95% tại điều kiện cộng hưởng, khẳng định tính khả thi của WPT cho hệ thống sạc không dây xe điện hiệu suất cao và an toàn.

Từ khóa: Xe điện (EV), Truyền điện không dây (WPT), Truyền điện cảm ứng từ (IPT).

DESIGN AND SIMULATION OF THE OPTIMAL MAGNETIC RESONANCE WIRELESS CHARGING SYSTEM FOR HIGH-PERFORMANCE ELECTRIC VEHICLES

ABSTRACT

Wireless charging technology is becoming a potential solution for electric vehicles due to its safety, flexibility and convenience. This paper presents studies on wireless charging standards, energy transfer characteristics, interoperability between coils, and wireless power transfer (WPT) system structures. On this basis, a wireless charging system for electric cars is designed and simulated in the MATLAB/Simulink environment to evaluate power transfer characteristics and operating efficiency. The simulation results show that the DC-Link voltage is maintained stable with a ripple of less than 2%, a stable current with an oscillation of less than 5%, and a power transmission system of about 7 kW with an energy transfer efficiency of approximately 95% under resonant conditions. The results achieved confirm the feasibility of the magnetic induction energy transfer method, and at the same time create a basis for the development of high-performance, safe wireless charging systems that meet the application requirements of electric cars in the future.

Keywords: Electric Vehicles (EVs), Wireless Power Transmission (WPT), Inductive Power Transmission (IPT).

1. MỞ ĐẦU

Nhằm giảm phát thải khí nhà kính từ nhiên liệu hóa thạch thúc đẩy làm tăng động lực phát triển xe điện và giao thông xanh bền vững [1]. Trong đó, truyền năng lượng không dây (WPT) là giải pháp sạc tiềm năng nhờ tính an toàn, linh hoạt và thuận tiện hơn sạc tiếp xúc [2], [3]. Hệ thống sạc không dây gồm bộ chỉnh lưu, nghịch lưu, mạch bù cộng hưởng, bộ ghép từ và bộ chỉnh lưu phía thu. Sự khác biệt về cấu trúc, điều khiển và thông số thiết kế giữa các nhà sản xuất ảnh hưởng

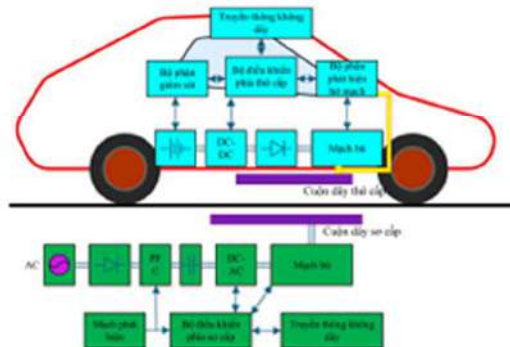
đến hiệu suất và khả năng tương thích của hệ thống [4]. Vì vậy, khả năng tương tác giữa bộ phát và bộ thu là yêu cầu quan trọng để bảo đảm hiệu quả vận hành và thúc đẩy thương mại hóa [5].

Hiện nay, thách thức chủ yếu nằm ở cấu trúc bộ ghép từ và mạch bù cộng hưởng, trong khi truyền thông đã từng bước được chuẩn hóa [6]. Các phương pháp đánh giá tương tác góp phần kiểm tra tính tương thích, tối ưu thiết kế và hoàn thiện tiêu chuẩn sạc không dây [7].

¹ Khoa Kỹ thuật và Công nghệ - Đại học Huế

² Trường Cao Đẳng Nghề số 4 - Quận Khu 4 - Bộ Quốc Phòng

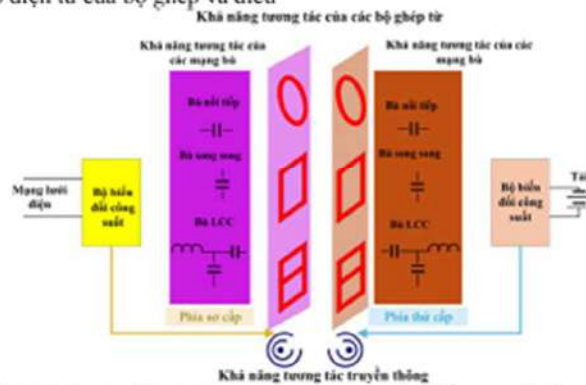
*Email: ledinhhiu@hueuni.edu.vn



Hình 1. Thành phần của bộ sạc không dây EV

Trong nghiên cứu này, khái niệm “cải tiến” được sử dụng theo nghĩa cải tiến kiến trúc hệ thống, thể hiện ở việc tích hợp đồng bộ các khâu biến đổi AC-DC, DC-Link, nghịch lưu cao tần, mạng bù cộng hưởng S-S, bộ ghép từ và chỉnh lưu phía thứ cấp trong một mô hình thống nhất. Trên cơ sở kiến trúc này, các tham số điện tử của bộ ghép và điều

kiện cộng hưởng được xác lập định lượng để đánh giá khả năng truyền công suất và hiệu suất của hệ thống. Nghiên cứu tập trung vào thiết kế và đánh giá bằng mô phỏng, trong khi tối ưu hóa hình học bộ ghép và kiểm chứng thực nghiệm được xem là các bước phát triển tiếp theo.



Hình 2. Ba loại khả năng tương tác trong hệ thống sạc không dây

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu được triển khai lần lượt là xác lập yêu cầu thiết kế sau đó, lựa chọn cấu hình bộ ghép và mạng bù tiếp đến, xây dựng mô hình toán học và cuối cùng thiết lập mô hình MATLAB/Simulink, đánh giá

các chỉ tiêu điện áp, dòng điện, công suất và hiệu suất.

2.1. Tiêu chuẩn và yêu cầu thiết kế hệ thống sạc xe điện không dây

Tiêu chuẩn hóa sạc không dây cho xe điện giúp bảo đảm khả năng tương thích, liên thông giữa các thiết bị, nâng cao hiệu quả

khai thác và trải nghiệm người dùng. Vì vậy, các tổ chức quốc tế như SAE, IEC, UL và IEEE đã xây dựng các tiêu chuẩn nhằm thúc đẩy khả năng tương tác và thương mại hóa công nghệ này.

Bảng 1. Yêu cầu thiết kế hệ thống

Tham số	Ký hiệu	Giá trị
Công suất mục tiêu	P_{rated}	$\approx 7 \text{ kW}$
Điện áp DC-Link	V_{DC}	$\approx 395 \text{ V}$
Tần số cộng hưởng	P_0	85 kHz
Công suất phía thứ cấp	P_2	$\approx 6.65 \text{ kW}$
Hiệu suất IPT mục tiêu	η_{IPT}	$\approx 95\%$
Độ gợn điện áp DC-Link	r_V	$< 2\%$
Dao động dòng DC-Link	r_I	$< 5\%$

Trong số đó, SAE J2954 được xem là tiêu chuẩn quan trọng nhất đối với hệ thống truyền tải năng lượng không dây cho xe điện hạng nhẹ. Tiêu chuẩn này quy định bốn cấp công suất truyền năng lượng gồm WPT1 (3,7 kW), WPT2 (7,7 kW), WPT3 (11 kW) và WPT4 (22 kW), đồng thời yêu cầu hiệu suất

truyền năng lượng tối thiểu đạt 85% trong điều kiện căn chỉnh tiêu chuẩn. Bên cạnh đó, SAE J2954 còn quy định các yêu cầu về vị trí lắp đặt, khoảng hở giữa xe và mặt đất cũng như phương pháp căn chỉnh vị trí dựa trên kỹ thuật định vị từ tính nhằm hỗ trợ cả xe tự lái và xe điều khiển bởi con người [8].

Bảng 2. Một số tiêu chuẩn và yêu cầu liên quan đến hệ thống WPT cho xe điện

Nhà phát triển tiêu chuẩn	Tên tiêu chuẩn	Năm xuất bản	Sự miêu tả
SAE	J2836/6_201305	2013	Ứng dụng cho giao tiếp sạc không dây PEV
SAE	J2953/1_201310	2013	Thiết bị tương thích PEV với xe điện (EVSE)
SAE	J2953/2_201401	2014	Quy trình kiểm tra khả năng tương thích của PEV với EVSE
SAE	J2953/3	2016	Các kịch bản kiểm tra khả năng tương tác của EVSE và PEV
SAE	J2953/4	2020	Báo cáo mức phí PEV
SAE	J2847/6	2020	Trạm sạc EV không dây và PEV hạng nhẹ có thể giao tiếp cho WPT
SAE	J2954	2020	WPT cho xe hạng nhẹ plug-in, cũng như kỹ thuật căn chỉnh

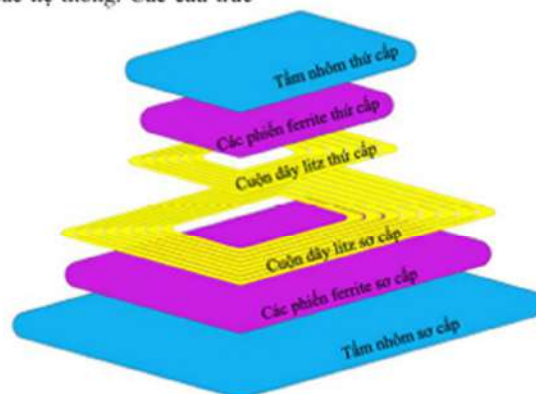
Các yêu cầu kỹ thuật nêu trên được sử dụng làm cơ sở xác lập chế độ mô phỏng của nghiên cứu. Trong đó, công suất danh định khoảng 7 kW được lựa chọn tương ứng với vùng công suất WPT2 được đề cập trong phạm vi nghiên cứu, trong khi tần số vận hành 85 kHz được sử dụng làm tần số cộng hưởng danh định. Do nghiên cứu hiện tại tập

trung vào mô phỏng kiến trúc và đặc tính truyền năng lượng, các yêu cầu về tương thích điện từ, trường điện từ rò và bảo vệ vật thể lạ được xem là các điều kiện thiết kế cần được kiểm chứng ở giai đoạn thực nghiệm tiếp theo.

2.2. Phân tích bộ ghép từ và khả năng tương thích

Bộ ghép từ là thành phần cốt lõi quyết định hiệu suất và khả năng tương tác của hệ thống sạc không dây. Cấu trúc của bộ ghép từ thường bao gồm cuộn dây, lõi từ và tấm chắn từ, như minh họa trong Hình 3. Trong đó, hình dạng cuộn dây đóng vai trò quan trọng đối với đặc tính truyền năng lượng và mức độ tương thích giữa các hệ thống. Các cấu trúc

cuộn dây cơ bản hiện nay gồm cuộn dây tròn, hình chữ nhật và Double-D (DD). Khả năng tương tác giữa các loại cuộn dây thường được đánh giá dựa trên hai tiêu chí chính: phân bố từ thông trong không gian và các thông số điện từ đặc trưng như hệ số ghép từ hoặc hệ



Hình 3. Cấu trúc bộ ghép từ [9]

Các nghiên cứu cho thấy cuộn dây hình chữ nhật có hệ số ghép từ và hiệu suất truyền năng lượng cao hơn cuộn dây tròn khi có cùng kích thước ngoài. Đặc biệt, cấu hình cuộn phát hình vuông–cuộn thu hình tròn có thể đạt hở cảm và hiệu suất truyền công suất cao hơn cấu hình tròn–tròn truyền thống, cho thấy khả năng tương tác tốt giữa các hình dạng cuộn dây khác nhau trong hệ thống sạc không dây cho xe điện.

Từ các tham số trong Bảng 3, hệ số ghép từ của bộ ghép được xác định khoảng $k =$

0.3269. Giá trị này phản ánh mức độ liên kết từ hữu hạn giữa hai cuộn dây và là cơ sở để đánh giá công suất truyền sang phía thứ cấp. Đồng thời, với tần số làm việc 85 kHz và điện trở cuộn dây tương đương 1 mΩ, các hệ số phẩm chất tính toán đạt khoảng $Q_1 = 142.2$ và $Q_2 = 137.2$. Các giá trị này cho thấy bộ ghép có mức tổn hao điện trở tương đối thấp trong mô hình lý tưởng hóa hiện tại, trong khi hiệu suất truyền thực tế còn phụ thuộc vào hở cảm, điều kiện cộng hưởng và các tổn hao của các tầng biến đổi công suất.

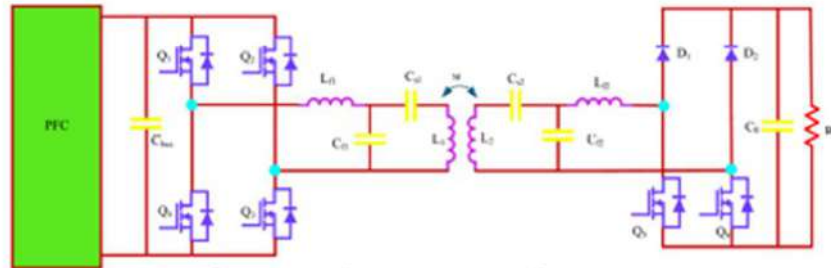
Bảng 3. Thông số bộ ghép từ trong mô hình

Tham số	Ký hiệu	Giá trị
Điện trở cuộn sơ cấp	R_1	1 mΩ
Điện cảm cuộn sơ cấp	L_1	266.16 μH
Điện trở cuộn thứ cấp	R_2	1 mΩ
Điện cảm cuộn thứ cấp	L_2	256.79 μH
Hở cảm	M	85.46 μH
Hệ số ghép	k	0.3269

Trong phạm vi nghiên cứu này, khả năng tương thích của bộ ghép từ được xem xét thông qua khả năng duy trì liên kết từ và truyền công suất giữa hai cuộn dây. Do mô hình hiện tại chưa bao gồm mô phỏng trường điện từ theo hình học chi tiết, các đặc tính của bộ ghép được quy đổi về các tham số mạch tương đương L_1 , L_2 , M và k . Cách tiếp cận này cho phép đánh giá định lượng ảnh hưởng của mức độ ghép từ đến quá trình truyền năng lượng trong mô hình hệ thống.

2.3. Phân tích và lựa chọn cấu hình bù cộng hưởng

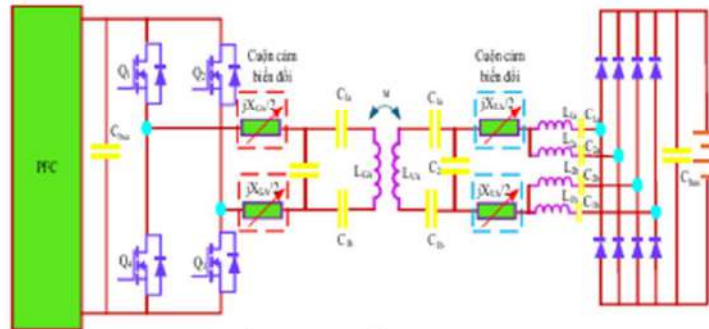
Mạng bù là thành phần quan trọng trong hệ thống truyền năng lượng không dây cảm ứng (WPT), có nhiệm vụ phối hợp trở kháng và bù công suất phản kháng. Ngay cả khi cuộn dây phát và cuộn dây thu có hệ số ghép từ tốt, một mạng bù được thiết kế không hợp lý vẫn có thể gây mất phối hợp trở kháng, làm giảm công suất tác dụng truyền đến tải [10]. Vì vậy, cấu trúc mạng bù là yếu tố quyết định đến khả năng tương thích và hiệu suất truyền năng lượng của hệ thống.



Hình 4. Cấu trúc liên kết DSLCC của hệ thống sạc không dây EV

Hiện nay, các cấu trúc bù phổ biến trong hệ thống sạc không dây cho xe điện bao gồm Series (S), Parallel (P) và LCC. Các nghiên cứu cho thấy cấu trúc S-S có tính ổn định tần số cao hơn, trong khi các tổ hợp S/P còn lại dễ bị lệch cộng hưởng khi tải thay đổi, dẫn đến khả năng tương thích thấp hơn [11]. Để khắc phục hạn chế này, cấu trúc LCC hai phía (DSLCC) đã được đề xuất với khả năng chống sai lệch tham số tốt hơn, ổn định hiệu suất cao hơn và giảm ứng suất trên linh kiện so với cấu trúc S-S truyền thống [12,13]. Ngoài ra,

các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các cấu trúc sử dụng LCC có thể đạt công suất đầu ra tương đương với các cấu trúc S và P trong những điều kiện vận hành nhất định [14], đồng thời phân tích trở kháng phản xạ chứng minh sự tương đương về chức năng giữa bù S và LCC khi tải làm việc gần điều kiện tối ưu [15]. Do đó, DSLCC được xem là một trong những cấu trúc bù triển vọng nhất và đã được đưa vào tiêu chuẩn quốc gia của Trung Quốc đối với hệ thống sạc không dây cho xe điện.



Hình 5. Cấu trúc liên kết TMN cho WPT3 / Z2

Tiêu chuẩn SAE J2954 khuyến nghị sử dụng mạng phối hợp trở kháng điều chỉnh được (TMN) nhằm duy trì cộng hưởng và điều chỉnh công suất trong các điều kiện vận hành khác nhau [16]. So với bù LCC truyền thống, TMN có tính linh hoạt và khả năng thích nghi cao hơn. Tuy nhiên, nghiên cứu này lựa chọn cấu hình S-S ở cả phía sơ cấp và thứ cấp do cấu trúc đơn giản, dễ xác lập cộng hưởng và phù hợp với mục tiêu đánh giá đặc tính truyền năng lượng của bộ ghép từ; DSLCC và TMN chỉ được sử dụng để tham khảo và so sánh về nguyên lý.

Hiệu suất truyền năng lượng của hệ thống phụ thuộc đáng kể vào đặc tính điện từ của bộ ghép từ, trong đó hai thông số quan trọng nhất là hệ số ghép từ k và hệ số phẩm chất Q . Hệ số ghép từ mô hình phản ánh mức độ liên kết từ thông giữa cuộn dây phát và cuộn dây thu, trong khi hệ số phẩm chất đặc trưng cho khả năng tích trữ năng lượng và mức độ tổn hao

của cuộn dây. Giá trị k và Q càng lớn thì hiệu suất truyền công suất càng cao, đồng thời giúp nâng cao khả năng làm việc của hệ thống trong điều kiện khe hở không khí lớn hoặc có độ lệch vị trí giữa các cuộn dây. Đối với hệ thống gồm cuộn dây sơ cấp và thứ cấp có điện cảm lần lượt là L_1 và L_2 , các tham số hệ số ghép từ k và hệ số phẩm chất Q_1, Q_2 được xác định theo các biểu thức sau:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (1)$$

$$C_1 = \frac{1}{\omega_0^2 L_1}; \quad C_2 = \frac{1}{\omega_0^2 L_2} \quad (2)$$

Trong đó, L_1 và L_2 lần lượt là điện cảm tự cảm của cuộn dây sơ cấp và thứ cấp, M là điện cảm hỗ cảm giữa hai cuộn dây, R_1 và R_2 là điện trở tương đương của cuộn dây phát và cuộn dây thu, còn $\omega_0 = 2\pi f_0$ là tần số góc tương ứng với tần số làm việc f_0 của hệ thống, C_1 và C_2 là tụ cộng hưởng.

Bảng 4. Các biến thiết kế và ràng buộc

Biến	Ký hiệu	Giá trị
Tần số cộng hưởng	f	85 kHz
Tụ bù sơ cấp	C_1	$\approx 13.17 \text{ nF}$
Tụ bù thứ cấp	C_2	$\approx 13.65 \text{ nF}$
Khoảng cách truyền	d	d_0
Độ lệch ngang	Δx	0
Hệ số ghép	k	0.3269

Đối với bộ ghép từ, hệ số ghép từ k và hệ số phẩm chất Q tăng khi tối ưu kích thước cuộn dây, tiết diện dây dẫn và vật liệu từ và việc tăng kích thước, vật liệu từ làm tăng khối lượng kèm chi phí. Trong nghiên cứu này, cấu hình bù Series-Series (S-S) được sử dụng với tụ bù mắc nối tiếp ở cả phía sơ cấp và thứ cấp để đạt cộng hưởng tại tần số $f_0 = 85\text{kHz}$, qua đó tối ưu công suất truyền và hiệu suất của bộ ghép từ.



Hình 6. Truyền năng lượng không dây bằng cảm ứng từ giữa hai cuộn dây

Tuy nhiên, các phương pháp này yêu cầu đường truyền trực tiếp giữa bộ phát và bộ thu, đồng thời tiềm ẩn các vấn đề về an toàn sinh học nên hiện vẫn chưa được ứng dụng thương mại rộng rãi trong lĩnh vực sạc xe điện.

Ngược lại, truyền trường gần dựa trên nguyên lý ghép điện dung (Capacitive Power Transfer – CPT) hoặc ghép cảm ứng từ (Inductive Power Transfer – IPT), trong đó

2.4. Nguyên lý truyền năng lượng cảm ứng từ

Trong hệ thống truyền tải năng lượng không dây, năng lượng điện có thể được truyền từ nguồn đến tải thông qua hai cơ chế chính là truyền trường xa và truyền trường gần, như minh họa trong Hình 6. Đối với truyền trường xa, năng lượng được truyền bằng sóng vi ba hoặc chùm tia laser, cho phép truyền công suất trên khoảng cách lớn.

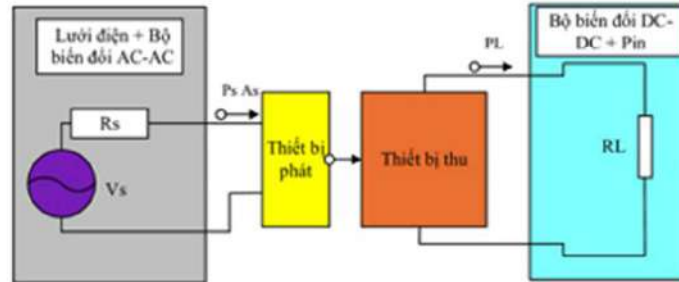
IPT được xem là công nghệ phù hợp nhất cho các ứng dụng sạc không dây công suất lớn. Bảng 5 trình bày sự so sánh giữa hai công nghệ CPT và IPT. Mặc dù CPT có ưu điểm về cấu trúc đơn giản, công suất truyền và khoảng cách làm việc thường thấp hơn so với IPT. Vì vậy, phần lớn các hệ thống sạc không dây thương mại hiện nay đều dựa trên công nghệ IPT.

Bảng 5. So sánh giữa CPT và IPT trong ứng dụng sạc không dây cho xe điện

Tiêu chí	CPT	IPT
Nguyên lý truyền năng lượng	Điện trường	Từ trường
Phần tử ghép nối	Bán cực tụ điện	Cuộn dây cảm ứng từ
Công suất truyền	Thấp đến trung bình	Trung bình đến cao
Khoảng cách truyền	Nhỏ	Lớn hơn
Hiệu suất truyền	Trung bình	Cao
Ứng dụng cho xe điện	Hạn chế	Phổ biến

Nguyên lý IPT dựa trên cảm ứng điện từ giữa cuộn phát và cuộn thu. Dòng điện xoay chiều qua cuộn phát tạo từ trường biến thiên, cảm ứng điện áp trên cuộn thu thông qua hở cảm; các mạch cộng hưởng giúp nâng cao hiệu suất truyền năng lượng. Hiệu suất phụ

thuộc chủ yếu vào tần số, điện trở, số vòng dây, kích thước cuộn dây và hệ số ghép từ. Khi khoảng cách giữa hai cuộn tăng, hệ số ghép từ và hở cảm giảm, làm giảm hiệu suất; do đó cần tối ưu cấu trúc bộ ghép từ, khoảng cách truyền và thông số cộng hưởng.



Hình 7. Sơ đồ tổng quát hệ thống sạc không dây cho xe điện

Trong nghiên cứu này, cơ chế IPT được lựa chọn do phù hợp với truyền năng lượng công suất kW ở khoảng cách ngắn giữa hai cuộn dây. Phân phân tích tiếp theo tập trung vào bộ ghép từ cộng hưởng và các tham số điện tương đương, thay vì mở rộng sang các phương thức WPT khác.

2.5. Mô hình toán học và tham số bộ ghép từ

Hệ thống cuộn dây là thành phần cốt lõi của sạc không dây, đảm nhiệm truyền năng lượng qua trường từ biến thiên giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp. Trong sạc tĩnh, cuộn sơ cấp đặt tại trạm sạc hoặc dưới mặt đường, cuộn thứ cấp tích hợp dưới gầm xe, với khe hở không khí thường 100–300 mm [17]. Đối với sạc động, các cuộn sơ cấp được bố trí dọc theo làn đường, cho phép xe nhận năng lượng liên tục khi di chuyển.

$$Q_1 = \frac{\omega_0 L_1}{R_1}; \quad Q_2 = \frac{\omega_0 L_2}{R_2} \quad (3)$$

Phương trình cuộn dây ghép từ được xác định:

$$v_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \quad (4)$$

$$v_2 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \quad (5)$$

Trong miền tần số được biểu diễn:

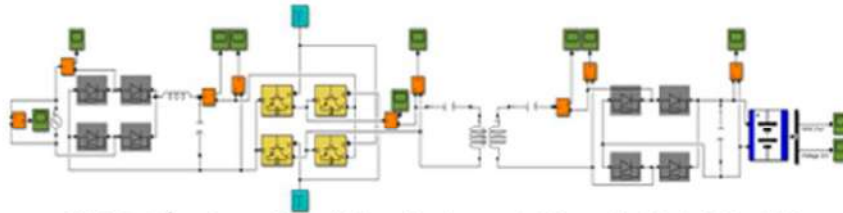
$$V_1 = (R_1 + j\omega L_1)I_1 + j\omega M I_2 \quad (6)$$

$$V_2 = j\omega M I_1 + (R_2 + j\omega L_2)I_2 \quad (7)$$

Hệ số phẩm chất tăng theo tần số hoạt động, do đó tần số cao giúp nâng cao hiệu suất truyền năng lượng [18]. Theo SAE J2954, hệ thống sạc không dây xe điện hạng nhẹ sử dụng tần số danh định 85 kHz, trong dải 81,38–90 kHz [19]. Bên cạnh đó, hệ số ghép từ quyết định đáng kể đến khả năng truyền công suất [20], vì vậy tối ưu cấu trúc bộ ghép từ là hướng nghiên cứu quan trọng để nâng cao hiệu suất sạc không dây.

2.6. Thiết lập mô hình MATLAB/Simulink và điều kiện mô phỏng

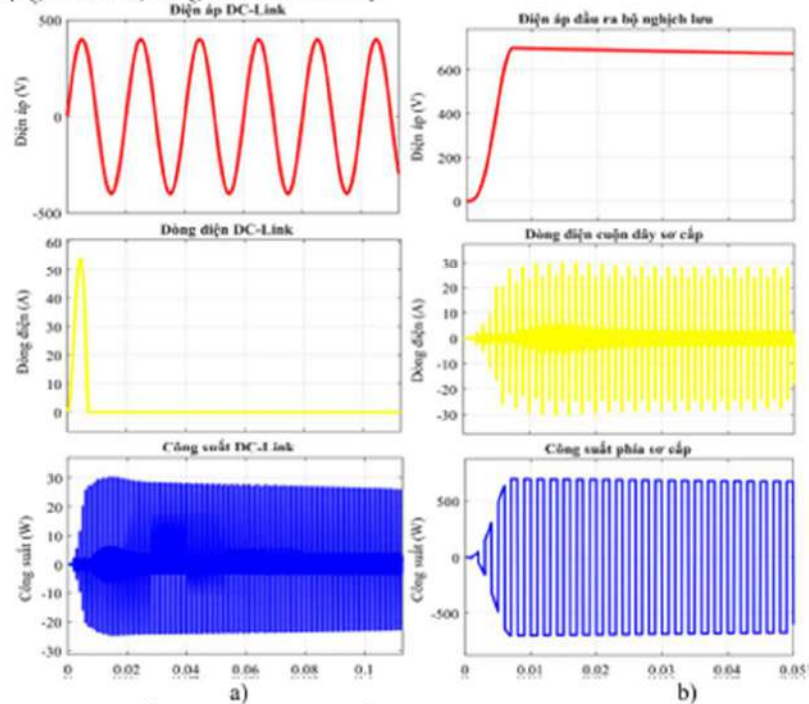
Nghiên cứu được thực hiện ở mức mô phỏng số trên MATLAB/Simulink. Do đó, các kết quả trình bày trong phần này được gọi là kết quả mô phỏng và không được xem là kết quả thực nghiệm. Mô hình bao gồm chuỗi biến đổi từ nguồn AC, chỉnh lưu, DC-Link, nghịch lưu cao tần, bộ ghép từ cộng hưởng, chỉnh lưu phía thứ cấp đến mô hình pin Lithium-Ion. Các tín hiệu điện áp, dòng điện, công suất và SOC được ghi nhận tại các vị trí tương ứng để đánh giá đặc tính của từng khâu và hiệu quả truyền năng lượng của bộ ghép từ.



Hình 8. Cấu trúc mạch sạc không dây được mô phỏng trên Matlab Simulink

Nghiên cứu được thực hiện bằng mô phỏng số trên MATLAB/Simulink, với hệ thống gồm chỉnh lưu AC-DC, DC-Link, nghịch lưu cao tần, bộ ghép từ cộng hưởng, chỉnh lưu phía thứ cấp và pin Lithium-Ion. Kết quả mô phỏng cho thấy điện áp DC-Link đạt khoảng 395 V, ổn định với sai lệch $\pm 1-2\%$; dòng điện DC-Link duy trì khoảng 15 A, dao động dưới 5%; công suất DC-Link đạt

khoảng 7 kW, dao động dưới 2%. Điện áp 395 V được xác định từ mô hình Simulink và không phải điện áp định lý thuyết của nguồn 220 V AC (311,1 V), mà phản ánh điều kiện vận hành của tầng biến đổi phía trước DC-Link. Các kết quả cho thấy DC-Link duy trì nguồn DC ổn định, bảo đảm quá trình biến đổi và truyền năng lượng liên tục.



Hình 9. Kết quả mô phỏng hệ thống sạc không dây cộng hưởng cảm ứng từ: (a) DC-Link; (b) các đại lượng phía sơ cấp.

Công suất tại các nút được xác định từ tín hiệu công suất tác dụng trong mô hình mô phỏng. Các giá trị điện áp và dòng điện được hiển thị trên Scope có thể tương ứng với các đại lượng tức thời, trung bình hoặc giá trị đặc trưng của dạng sóng. Vì vậy, không sử dụng phép nhân trực tiếp giữa hai giá trị hiển thị này để suy ra công suất tác dụng nếu chưa xác định cùng một miền thời gian và định nghĩa giá trị trung bình.

Hình 9.b) cho thấy ở phía nghịch lưu, điện áp đầu ra dao động xấp xỉ $\pm 400V$ theo tín hiệu điều chế PWM. Dòng điện phía sơ cấp đạt khoảng 20 A và có dạng gần hình sin khi hệ thống làm việc ở điều kiện cộng hưởng. Công suất phía sơ cấp đạt khoảng 7 kW với dao động nhỏ hơn 3%. Đáp ứng này cho thấy nghịch lưu tạo được nguồn xoay chiều cao tần phù hợp để kích thích mạng cộng hưởng và truyền năng lượng sang bộ ghép từ. Trong phạm vi mô hình hiện tại, kết quả này được dùng để đánh giá sự ổn định của quá trình cung cấp công suất cho bộ ghép từ, không được diễn giải như kết quả của một vòng điều khiển công suất kín.

Hình 10 thể hiện đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất ở phía thứ cấp. Điện áp thứ cấp đạt khoảng 320 V, trong khi dòng điện duy trì quanh 18 A. Công suất phía thứ cấp đạt khoảng 6,65 kW. So với công suất phía sơ cấp khoảng 7 kW, kết quả cho thấy phần lớn năng lượng được truyền qua bộ ghép từ đến phía nhận trong điều kiện cộng hưởng danh định.

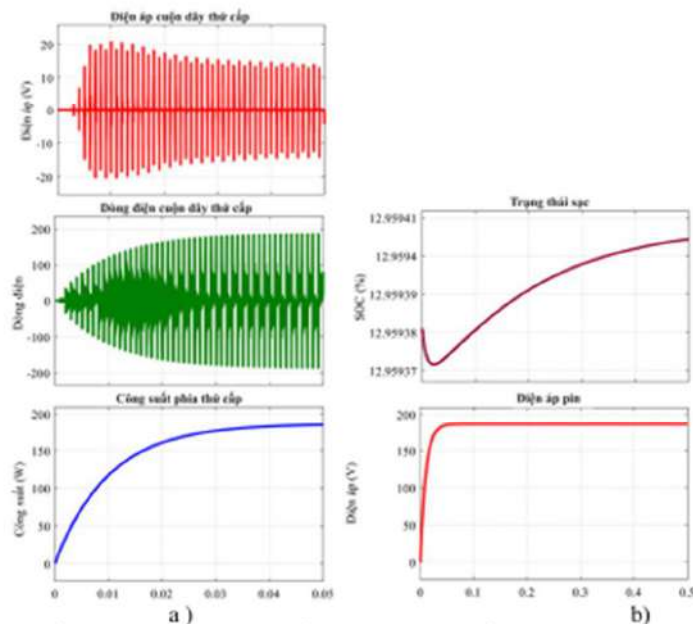
$$\eta_{IPT} = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \quad (8)$$

$$P_{loss,IPT} = P_1 - P_2 \quad (9)$$

Như vậy, trong điều kiện mô phỏng danh định, hiệu suất truyền qua khâu IPT đạt xấp xỉ 95%, tương ứng với tổn hao công suất khoảng 0,35 kW giữa hai vị trí đo công suất sơ cấp và thứ cấp. Cần nhấn mạnh rằng giá trị 95% trong nghiên cứu được định nghĩa là hiệu suất của khâu truyền năng lượng cảm ứng từ, không phải hiệu suất tổng thể từ nguồn điện lưới AC đến đầu vào pin. Các tổn hao của bộ chỉnh lưu sơ cấp, nghịch lưu, chỉnh lưu thứ cấp và các phần tử phụ trợ chưa được tách riêng để xác định hiệu suất toàn hệ thống.

Ở phía tải, mô hình pin Lithium-Ion được sử dụng để đại diện cho đối tượng nhận năng lượng của hệ thống sạc. Theo cấu hình mô hình, pin có điện áp danh định 180 V, dung lượng định mức 100 Ah và SOC ban đầu 10%. Các tham số này được sử dụng để đánh giá đáp ứng điện áp và trạng thái của tải pin khi nhận công suất từ bộ chỉnh lưu phía thứ cấp.

Kết quả mô phỏng cho thấy điện áp phía pin đạt trạng thái ổn định sau khoảng 0,03–0,04 s và độ gợn điện áp nhỏ hơn 1%. SOC chỉ tăng khoảng 0,00003% trong khoảng thời gian khảo sát 0,5 s. Giá trị thay đổi rất nhỏ này không được sử dụng để kết luận về thời gian sạc thực tế của pin, bởi khoảng thời gian mô phỏng ngắn hơn rất nhiều so với thời gian cần thiết để quan sát sự thay đổi đáng kể của SOC. Trong nghiên cứu hiện tại, đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất được ưu tiên sử dụng để đánh giá khả năng cung cấp năng lượng của kiến trúc WPT, trong khi phân tích quá trình sạc theo SOC dài hạn được xem là hướng phát triển tiếp theo.



Hình 10. Kết quả mô phỏng của hệ thống sạc không dây bằng phương pháp cộng hưởng cảm ứng từ: (a) Điện áp, dòng điện và công suất phía thứ cấp; (b) Điện áp pin và trạng thái sạc (SOC)

Từ các kết quả mô phỏng, hệ thống đạt điện áp DC-Link khoảng 395 V, công suất phía sơ cấp khoảng 7,00 kW và công suất phía thứ cấp khoảng 6,65 kW. Hiệu suất truyền qua khâu IPT đạt khoảng 95%, trong khi độ gợn điện áp DC-Link nhỏ hơn 2%, dao động dòng điện nhỏ hơn 5% và thời gian xác lập của đáp ứng phía pin khoảng 0,03–0,04 s. Các kết quả này cho thấy kiến trúc được đề xuất có khả năng duy trì quá trình truyền năng lượng tương đối ổn định tại điều kiện cộng hưởng danh định.

Hiệu suất đạt được có liên quan trực tiếp đến đặc tính của bộ ghép từ và điều kiện cộng hưởng. Với $L_1 = 266,16 \mu H$, $L_2 = 256,79 \mu H$ và $M = 85,46 \mu H$, hệ số ghép từ tính toán đạt khoảng 0,3269. Khi hệ số ghép

giảm, hồ cảm M giảm theo quan hệ $M = k\sqrt{L_1 L_2}$, làm suy giảm khả năng truyền năng lượng giữa hai cuộn dây. Vì vậy, hiệu suất 95% thu được trong nghiên cứu nên được hiểu là kết quả tại điều kiện ghép danh định của mô hình, thay vì một giá trị cố định không phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa hai cuộn dây.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nhìn chung, mô hình MATLAB/Simulink cho thấy kiến trúc sạc không dây cộng hưởng cảm ứng từ có khả năng truyền công suất khoảng 7 kW trong điều kiện vận hành danh định. Điện áp DC-Link được duy trì ở khoảng 395 V với độ gợn nhỏ, công suất phía sơ cấp đạt khoảng 7,00 kW và công suất phía thứ cấp đạt khoảng 6,65 kW. Từ hai vị trí đo công suất tương ứng, hiệu suất truyền qua khâu

IPT đạt xấp xỉ 95%, với tổn hao tương đương khoảng 0,35 kW. Các kết quả này chứng minh tính khả thi về mặt điện của kiến trúc được mô phỏng.

Tuy nhiên, hiệu suất nêu trên là hiệu suất của khâu IPT và chưa đại diện cho hiệu suất toàn bộ chuỗi từ lưới AC đến pin. Đồng thời, ảnh hưởng định lượng của khoảng cách, độ lệch cuộn dây, trường điện từ rò và FOD chưa được khảo sát trong mô hình hiện tại. Những giới hạn này xác định rõ phạm vi của kết quả và là cơ sở cho bước nghiên cứu tiếp theo về tối ưu bộ ghép từ, khảo sát độ nhạy hình học và kiểm chứng thực nghiệm.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng và đánh giá bằng mô phỏng MATLAB/Simulink kiến trúc hệ thống sạc không dây cho xe điện dựa trên phương pháp truyền năng lượng cảm ứng từ cộng hưởng, bao gồm các khâu chỉnh lưu AC-DC, DC-Link, nghịch lưu cao tần, mạng bù cộng hưởng S-S, bộ ghép từ và chỉnh lưu phía thứ cấp. Với tần số cộng hưởng 85 kHz, điện cảm cuộn sơ cấp 266,16 μ H, điện cảm cuộn thứ cấp 256,79 μ H, hồ cảm 85,46 μ H và hệ số ghép từ $k = 0,3269$, mô hình đạt điện áp DC-Link khoảng 395 V, công suất phía sơ cấp khoảng 7,00 kW và công suất phía thứ cấp khoảng 6,65 kW. Hiệu suất truyền năng lượng qua khâu IPT đạt xấp xỉ 95%, tương ứng tổn hao công suất khoảng 0,35 kW; độ

gợn điện áp DC-Link nhỏ hơn 2%, dao động dòng điện nhỏ hơn 5% và thời gian xác lập điện áp phía pin khoảng 0,03-0,04 s.

Các kết quả trên cho thấy kiến trúc được đề xuất có khả năng duy trì quá trình truyền năng lượng tương đối ổn định tại điều kiện cộng hưởng danh định và đáp ứng yêu cầu công suất mục tiêu của mô hình. Tuy nhiên, kết quả 95% chỉ là hiệu suất của khâu IPT, không phải hiệu suất tổng thể từ nguồn điện lưới AC đến pin; các tổn hao của bộ chỉnh lưu, nghịch lưu và các phần tử phụ trợ chưa được tách riêng. Đồng thời, nghiên cứu mới thực hiện ở mức mô phỏng số, chưa khảo sát định lượng ảnh hưởng của khoảng cách, độ lệch cuộn dây, trường điện từ rò và chức năng phát hiện vật thể lạ (FOD). Do đó, các nghiên cứu tiếp theo cần tập trung vào tối ưu hình học bộ ghép từ, phân tích độ nhạy đối với sai lệch vị trí và khoảng cách truyền, đồng thời thực hiện kiểm chứng thực nghiệm để đánh giá đầy đủ khả năng ứng dụng của hệ thống.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với sự hỗ trợ tài chính từ Phòng thí nghiệm AU-AI, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Đại học Huế. Cơ sở vật chất nghiên cứu và nguồn lực kỹ thuật do phòng thí nghiệm cung cấp đã góp phần đáng kể vào việc hoàn thành nghiên cứu này.

power transfer: A comprehensive review," *Nexus*, vol. 1, no. 2, 2024.

4. K. Dimitriadou, N. Rigogiannis, S. Fountoukidis, F. Kotarela, A. Kyritsis, and N. Papanikolaou, "Current trends in electric vehicle charging infrastructure; opportunities and challenges in wireless charging integration," *Energies*, vol. 16, no. 4, p. 2057, 2023.

5. G. A. Covic and J. T. Boys, "Inductive power transfer," *Proceedings of the IEEE*, vol. 101, no. 6, pp. 1276-1289, 2013.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. F. Jelti, A. Allouhi, and K. A. Tabet Aoul, "Transition paths towards a sustainable transportation system: a literature review," *Sustainability*, vol. 15, no. 21, p. 15457, 2023.
2. A. Alabsi *et al.*, "Wireless power transfer technologies, applications, and future trends: A review," *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, vol. 10, no. 1, pp. 1-17, 2024.
3. Z. Liu, T. Li, S. Li, and C. C. Mi, "Advancements and challenges in wireless

6. D. Kim *et al.*, "Analysis and introduction of effective permeability with additional air-gaps on wireless power transfer coils for electric vehicle based on SAE J2954 recommended practice," *Energies*, vol. 12, no. 24, p. 4797, 2019.
7. J. Schneider *et al.*, "Validation of wireless power transfer up to 11kW based on SAE J2954 with bench and vehicle testing," in *WCX SAE World Congress Experience*, 2019: SAE Technical Paper.
8. X. Mou, D. T. Gladwin, R. Zhao, and H. Sun, "Survey on magnetic resonant coupling wireless power transfer technology for electric vehicle charging," *IET Power Electronics*, vol. 12, no. 12, pp. 3005-3020, 2019.
9. D. Kishan, M. Vinod, and N. Harischandrapa, "Magnetic coupling characteristics of spiral square-circular coupled coils for wireless EV battery charging system," in *2020 IEEE 17th India Council International Conference (INDICON)*, 2020: IEEE, pp. 1-5.
10. Z. Xue, W. Liu, C. Liu, and K. Chau, "Critical review of wireless charging technologies for electric vehicles," *World Electric Vehicle Journal*, vol. 16, no. 2, p. 65, 2025.
11. X. Zhang, J. Li, and X. Tong, "A novel hybrid control strategy to implement constant current output with ZVS for the double-side LCC compensation topology," *Electrical Engineering*, vol. 107, no. 10, pp. 13359-13368, 2025.
12. M. Rastegar, M. H. Ghaderi, M. Bahrami-Fard, J. M. Miller, P. T. Balsara, and B. Fahimi, "A Self-Tuning Algorithm for Misalignment Detection and Efficiency Optimization in Double-Sided LCC-Based DWPT Systems," *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 2025.
13. F. Grazian, T. B. Soeiro, and P. Bauer, "Interoperability of the Voltage/Current Doubler Converter Employing Bipolar Pads with the SAE J2954 VA WPT2/Z2 for EV Wireless Charging," in *2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC)*, 2022: IEEE, pp. 346-352.
14. Y. Zhu, X. Xu, J. Luo, and H. Shen, "Integrated MCR-WPT system with LCC/LC-S hybrid compensation for constant-current/constant-voltage operation," *Journal of Power Electronics*, pp. 1-11, 2025.
15. J. Schneider *et al.*, "Bench testing validation of wireless power transfer up to 7.7 kW based on SAE J2954," *SAE International Journal of Passenger Cars-Electronic and Electrical Systems*, vol. 11, no. 07-11-02-0009, pp. 89-108, 2017.
16. D. Kim, S. Ahn, Q. He, A. Huang, J. Fan, and H. Kim, "Electric parameter tuning of wireless power transfer coil for charging interoperability of electric vehicles," in *2020 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility & Signal/Power Integrity (EMCSI)*, 2020: IEEE, pp. 619-622.
17. M. Bertoluzzo, P. Di Barba, M. Forzan, M. E. Mognaschi, and E. Sieni, "Field models for the electromagnetic compatibility of wireless power transfer systems for electric vehicles," *Engineering computations*, vol. 39, no. 7, pp. 2802-2819, 2022.
18. Y. Özüpak, "Analysis and experimental verification of efficiency parameters affecting inductively coupled wireless power transfer systems," *Heliyon*, vol. 10, no. 5, 2024.
19. J. M. Gonzalez-Gonzalez, A. Trivino-Cabrera, and J. A. Aguado, "Assessment of the power losses in a SAE J2954-compliant wireless charger," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 54474-54483, 2022.
20. X. Sun, S.-E. Chen, and T. Zhao, "Enhancing coupling coefficient and efficiency in wireless power transfer: A comparison of ferrite block and magnetic composite particle material," *High-speed Railway*, 2025.

- Ngày gửi bài: 12/08/2026

- Ngày phản biện: 06/09/2026

- Ngày duyệt đăng: 20/09/2026

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP NÔNG THÔN: CẦU NÓI TRI THỨC VÀ KIẾN TẠO PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Tạp chí Công nghiệp Nông thôn (tên tiếng Anh: *Journal of Rural Industry*, mã chuẩn quốc tế ISSN: 1859-4026) là cơ quan báo chí chuyên ngành trực thuộc Hội Cơ khí Nông nghiệp Việt Nam. Với sứ mệnh truyền thông khoa học, Tạp chí đóng vai trò nòng cốt trong công tác phổ biến kiến thức, giới thiệu các thành tựu nghiên cứu và thúc đẩy ứng dụng công nghệ phục vụ phát triển nông nghiệp, công nghiệp cùng kinh tế nông thôn.

Khởi nguồn từ bản tin “Cơ điện nông nghiệp & Chế biến nông lâm sản” thành lập tháng 10/2004 và ra mắt số đầu tiên vào tháng 12/2004, đơn vị đã từng bước kiện toàn tổ chức. Đến ngày 28/01/2011, ấn phẩm chính thức hoạt động theo Giấy phép báo chí số 124/GP-BTTTT do Bộ Thông tin và Truyền thông cấp. Tiếp nối hành trình hiện đại hóa báo chí khoa học, năm 2026, cơ quan được cấp đổi Giấy phép hoạt động tạp chí in và tạp chí điện tử số 29/GP-BVHTTDL ngày 03/03/2026. Uy tín học thuật của Tạp chí tiếp tục được khẳng định vững chắc khi được Hội đồng Giáo sư Nhà nước công nhận vào danh mục các tạp chí khoa học chuyên ngành được tính điểm công trình.

Không gian học thuật và phản ánh thực tiễn toàn diện

Tạp chí tập trung xây dựng hệ thống bài viết chuyên sâu trên nhiều lĩnh vực trọng điểm:

- Cơ khí – động lực, cơ điện, tự động hóa và cơ giới hóa đồng bộ trong nông nghiệp;
- Công nghệ chế biến, công nghệ sau thu hoạch và bảo quản nông – lâm – thủy sản;
- Chuyển đổi số, tối ưu hóa năng lượng tái tạo, giảm phát thải và sản xuất xanh;
- Phát triển kinh tế nông thôn, bảo tồn và phát huy giá trị các làng nghề truyền thống gắn với chuỗi cung ứng hiện đại.

Không dừng lại ở lý thuyết hàn lâm, các ấn phẩm luôn ưu tiên giới thiệu những mô hình trình diễn kỹ thuật tiêu biểu, các giải pháp cải tiến dây chuyền thiết bị và những đề tài nghiên cứu có khả năng thương mại hóa cao.

Gắn kết viện – trường – doanh nghiệp vì nền nông nghiệp hiện đại

Với triết lý hành động “khoa học gắn liền với đời sống”, Tạp chí là diễn đàn học thuật uy tín quy tụ đông đảo các nhà khoa học, giảng viên, nghiên cứu sinh, kỹ sư thực hành cùng cộng đồng doanh nghiệp và nhà quản lý. Đây là không gian trao đổi tri thức cởi mở, nơi các báo cáo phân tích thực nghiệm và giải pháp công nghệ được cõ xát thực tế, góp phần rút ngắn khoảng cách từ phòng thí nghiệm tới đồng ruộng và nhà máy.

Nhằm đáp ứng yêu cầu hội nhập và công nghiệp hóa nông nghiệp trong giai đoạn mới, Tạp chí Công nghiệp Nông thôn mong muốn tiếp tục mở rộng hợp tác với các chuyên gia, tổ chức nghiên cứu và doanh nghiệp trên cả nước. Sự đồng hành của quý bạn đọc và cộng tác viên chính là nền tảng vững chắc để Tạp chí không ngừng nâng cao chất lượng biên tập, chuẩn hóa chất lượng bài báo khoa học và phát huy tối đa vai trò động lực thúc đẩy kinh tế nông thôn Việt Nam chuyển dịch theo hướng xanh, hiện đại và bền vững.