

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM MÔ HÌNH HỆ THỐNG TRUYỀN ĐIỆN KHÔNG DÂY CÔNG SUẤT NHỎ

Trần Hùng Cường¹, Lê Phương Hảo¹

TÓM TẮT

Truyền tải điện năng không dây là cách truyền tải năng lượng điện từ một nguồn điện tới một thiết bị tiêu thụ điện mà không sử dụng dây truyền dẫn, giắc cắm. Hệ thống truyền điện có thể dễ dàng dẫn điện đến những nơi mà dây dẫn điện thông thường không thể kéo tới được ở một số môi trường đặc biệt với khoảng cách ngắn như viên nuốt ruột nội soi dùng trong y tế hoặc một số môi trường hóa chất... trong một số hệ thống việc truyền điện không dây giúp cho hệ thống điện sẽ trở nên gọn nhẹ, thẩm mỹ, hạn chế được việc sử dụng hệ thống dây dẫn và dây cáp phức tạp. Bài báo này chủ yếu phân tích nguồn gốc ý tưởng, các phương pháp truyền điện không dây và đưa ra mô hình truyền điện không dây, từ đó nêu ra được ưu điểm, nhược điểm và ứng dụng của hệ thống truyền điện không dây.

Từ khóa: Truyền tải điện không dây, công nghệ điện năng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Điện được xem là một trong bốn phát minh quan trọng nhất của nhân loại (bên cạnh lửa, bánh xe và năng lượng nguyên tử), việc phát minh ra điện năng đã làm lịch sử nhân loại đã có những bước phát triển vượt bậc. Hiện nay để truyền tải năng lượng điện thì phương pháp phổ biến nhất vẫn là sử dụng dây dẫn điện. Tuy nhiên, phương pháp này thường gây ra tổn hao điện năng lớn do điện trở gây ra (từ 20% - 30% [3]) làm giảm hiệu quả của việc truyền dẫn điện năng. Do đó, các vấn đề giảm tổn hao điện năng luôn được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu. Ngày nay, các nghiên cứu để phát triển công nghệ điện năng vẫn được quan tâm và thu được nhiều thành tựu, trong đó có công nghệ phát triển hệ thống truyền tải điện không dây, đây là vấn đề quan trọng để phát triển hệ thống điện trong tương lai [2] [4], việc này sẽ giảm thiểu được chi phí trong thiết kế, thi công các công trình về điện dân dụng nên quá trình sử dụng điện sẽ tiện lợi hơn, hệ thống điện không phải đấu nối dây dẫn phức tạp khi số lượng thiết bị điện tăng lên. Trong sinh hoạt, điện được sử dụng để chiếu sáng, chạy các thiết bị như quạt điện, điều hòa, tủ lạnh, máy giặt, nồi cơm, bình nước nóng, tivi, radio... Xã hội càng phát triển, công nghệ sản xuất thiết bị điện cũng ngày càng phát triển, đặc biệt là các thiết bị điện

¹ Giảng viên khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức

thông minh, nhỏ gọn. Khi đó việc phát triển các thiết bị truyền điện không dây sẽ là một giải pháp tối ưu.

2. CÁC NGHIÊN CỨU CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐIỆN KHÔNG DÂY

Nikola Tesla là người phát minh ra radio, ông được coi là cha đẻ của truyền dẫn không dây. Ông là một trong những người đầu tiên đưa ra ý tưởng truyền năng lượng không dây và ông đã chứng minh được việc truyền năng lượng không dây từ rất sớm vào năm 1891 [4]. Năm 1893 Nikola Tesla đã biểu diễn sự thấp sáng không dây cho các bóng đèn huỳnh quang tại triển lãm Chicago - Mỹ [4]. Tháp Wardenclyffe được ông thiết kế chủ yếu cho việc truyền năng lượng điện không dây hơn là truyền điện tín [5].



Hình 1. Tháp Wardenclyffe do Nikola Tesla xây dựng

Năm 1961 Brown đã đăng bài báo đầu tiên đề xuất việc truyền năng lượng bằng sóng viba và năm 1961 ông đã trình diễn mô hình máy bay trực thăng thu năng lượng từ chùm tia viba để bay ở tần số 2,45 GHz trong dải tần dành cho các ứng dụng về công nghiệp, nghiên cứu khoa học và y tế [3] [4]. Việc thử nghiệm truyền năng lượng không dây với công suất đến hàng chục kW đã được thực hiện năm 1975 tại Goldstone ở California và năm 1997 ở Grand Basin trên đảo Reunion.

Năm 2001, công ty Splashpower Anh đã sử dụng các cuộn dây cộng hưởng trong mặt phẳng để truyền hàng chục Watt vào các thiết bị khác nhau bao gồm cả đèn chiếu sáng, điện thoại di động... Năm 2004 phương thức truyền công suất cảm ứng đã được sử dụng khá rộng rãi cho nhiều công đoạn khác nhau, được ứng dụng mạnh cho các thiết bị bán dẫn, LCD [3] [4] [5].

Ngày nay, công nghệ truyền điện không dây được sử dụng phổ biến trong các thiết bị di động, cho phép sạc điện cho các thiết bị điện thông minh dễ dàng mà không cần đến dây dẫn. Các hãng công nghệ hàng đầu vẫn đang tiếp tục nghiên cứu và phát triển công nghệ mới này. Trong đó, Apple đã được cấp bằng sáng chế với một thiết bị sạc

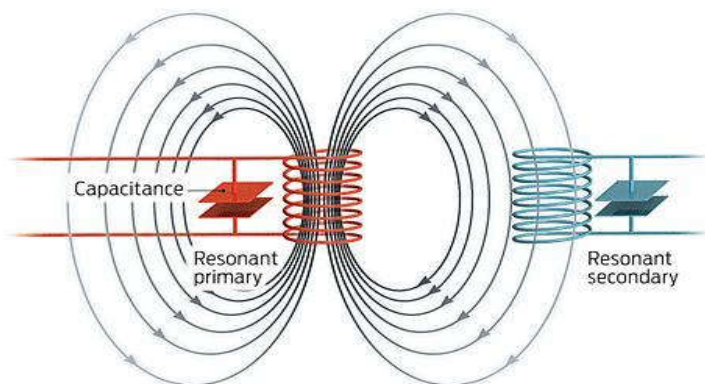
không dây với phạm vi hoạt động lên đến một mét. Bên cạnh đó, Intel cũng giới thiệu công nghệ mới của họ, với một thiết bị từ tính tích hợp trong laptop và có thể cung cấp nguồn điện cho những chiếc smartphone đặt gần đó. Ngoài ra, các hãng khác cũng đã phát triển thành công công nghệ sạc điện không dây như: Samsung, Nokia...

3. CÁC PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN NĂNG LƯỢNG KHÔNG DÂY

Hiện nay việc truyền năng lượng không dây được thực hiện dựa trên các phương pháp như sau:

Phương pháp sử dụng nguyên lý cảm ứng điện từ

Năm 1831, Faraday đã chứng tỏ bằng thực nghiệm rằng từ trường có thể sinh ra dòng điện [3]. Thực vậy, khi cho từ thông đi qua một mạch kín thay đổi thì trong mạch xuất hiện một dòng điện. Dòng điện đó được gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng đó được gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ. Hiện tượng cảm ứng điện từ của Faraday được sử dụng trong việc truyền điện không dây bằng cách đặt hai cuộn dây gần nhau với một khoảng cách nhất định [3], khi đó dòng điện trong cuộn dây này sẽ cảm ứng và sinh ra dòng điện trong cuộn dây kia mà không có bất kỳ liên hệ vật lý nào ở giữa hai cuộn dây.



Hình 2. Nguyên lý cơ bản để thiết kế hệ thống điện không dây

Phương pháp sử dụng nguyên lý truyền sóng điện từ [4]

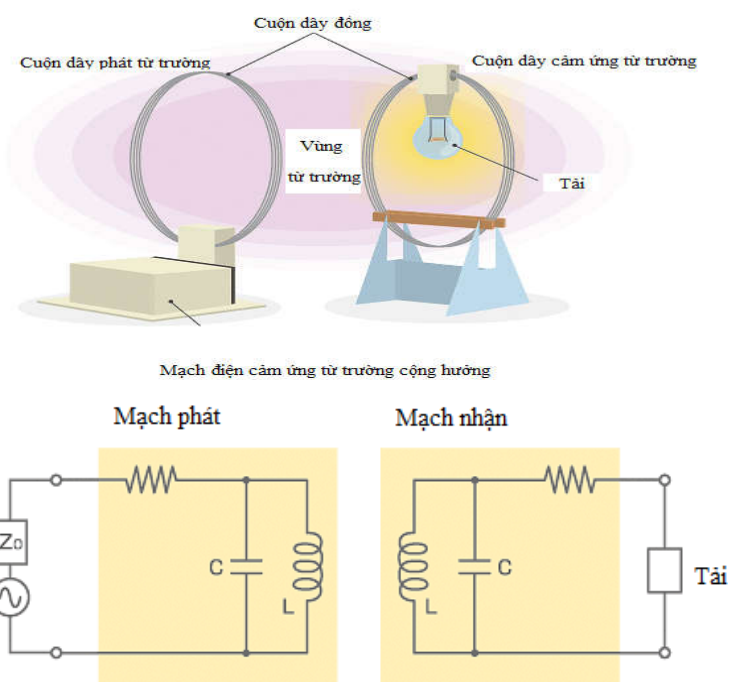
Nguyên lý của truyền sóng điện từ là chuyển đổi điện năng thành ánh sáng dưới dạng một tia laser, sau đó bắn chùm tia này đến một mục tiêu tiếp nhận năng lượng, chẳng hạn như một tấm pin năng lượng mặt trời được đặt ở vị trí mà điện năng cần được truyền đến, khi đó tấm pin năng lượng mặt trời lại thực hiện việc chuyển đổi năng lượng từ ánh sáng tia laser để cung cấp điện năng cho thiết bị tiêu thụ điện. Phương pháp này có thể truyền điện đi một khoảng cách xa mà không cần hệ thống dây truyền tải.

Phương pháp sử dụng nguyên lý truyền sóng viba [4]

Sóng viba hay còn gọi là vi sóng (microwave) là các sóng điện từ có bước sóng siêu ngắn, có thể tạo ra vi sóng bằng các bộ tạo dao động điện từ có tần số siêu cao. Truyền tải điện không dây thông qua sóng viba với một tần số nhất định có thể được thực hiện để truyền điện đi một khoảng cách rất xa. Ban đầu điện năng được sản xuất ra, sau đó được chuyển thành dạng sóng viba với tần số phù hợp và được truyền đi xa đến vị trí tiêu thụ điện, ở đầu cuối hệ thống có một thiết bị thu sóng viba và thiết bị này sẽ thực hiện chuyển sóng viba thành điện năng. Với phương pháp này, hiện nay đang được các nhà khoa học nghiên cứu để ứng dụng cho việc truyền tải năng lượng điện từ các vệ tinh năng lượng mặt trời đến trái đất.

4. MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM VỀ TRUYỀN ĐIỆN KHÔNG DÂY

4.1. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống điện không dây



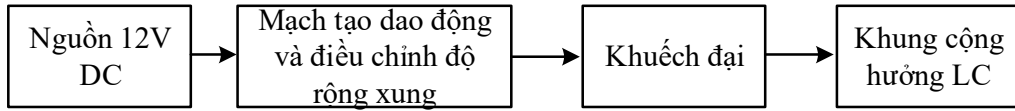
Hình 3. Mô hình mô phỏng hệ thống truyền điện không dây

Phía mạch phát

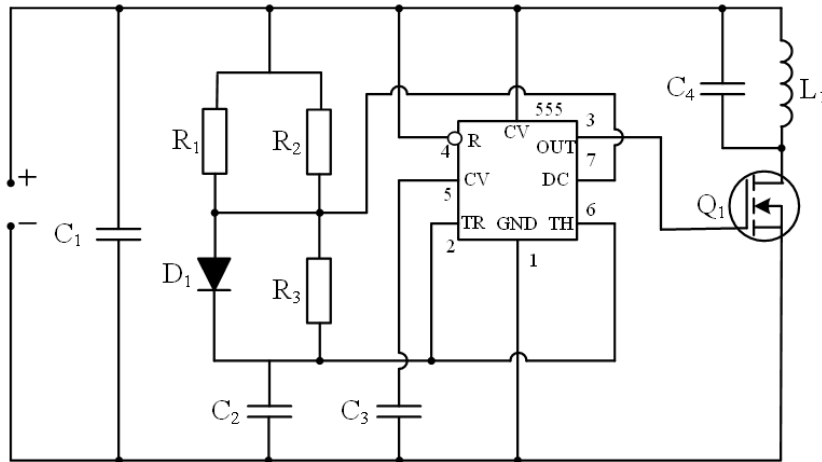
Khối nguồn: Khối này sử dụng nguồn nuôi là 12V DC lấy từ máy biến áp hạ áp (220V AC -12V DC).

Khối mạch tạo dao động và điều chỉnh độ rộng xung: Để tạo dao động và điều chỉnh độ rộng xung mạch dùng IC555, vì IC555 luôn có độ rộng xung $\geq 50\%$, để điều

chỉnh độ rộng xung trong khoảng 20% ~ 50% ta lắp thêm diode phân cực thuận D1 để đảm bảo dòng nạp qua R1 đến diode nạp thẳng tới tụ mà không qua R2.



(a)



(b)

Hình 4. (a) Sơ đồ khối; (b) Sơ đồ nguyên lý phía mạch phát

Khôi khuếch đại: khối này sử dụng Mosfet IRF540N để khuếch đại, ngoài ra Mosfet còn đóng vai trò như công tắc đóng mở điều khiển dòng cấp vào cuộn LC.

Khung cộng hưởng LC: Khung cộng hưởng nhận được dòng qua Mosfet, xuất hiện một điện áp V làm khung dao động và xuất hiện sóng điện từ bức xạ ra ngoài môi trường. Tần số xung tạo bởi IC555 được tính chọn bởi công thức:

$$f = \frac{1}{\ln 2 \cdot C_2 (R_1 + 2R_2)} \Rightarrow T = T_1 + T_2 = \frac{1}{f}$$

Trong đó: $T_1 = \ln 2 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C_2$ và $T_2 = \ln 2 \cdot R_2 \cdot C_2$

Chọn tần số cộng hưởng: $f = 63 \text{ kHz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{63000} = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ s}$

+ Tính chọn R_2 , C : Do chọn xung vuông có độ rộng 50% nên:

$$T_1 = T_2 = \frac{T}{2} \approx 0,79 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

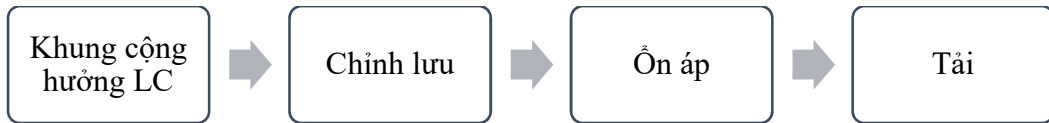
Với $T_2 = 0,79 \cdot 10^{-5} \text{ s} \Rightarrow 0,79 \cdot 10^{-5} = \ln 2 \cdot R_2 \cdot C_2 \Rightarrow R_2 \cdot C_2 = 1,1 \cdot 10^{-5}$

Để thỏa mãn chọn: $C_2 = 10 \mu\text{F} \Rightarrow R_2 \approx 1,1 \Omega$

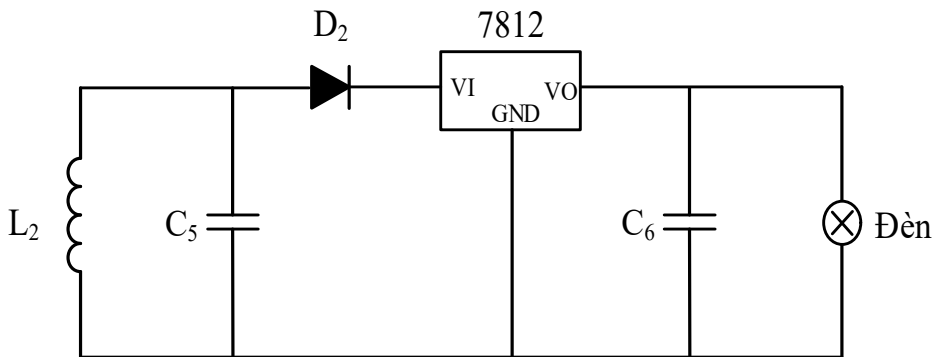
+ Tính chọn R_1 : Với $T_1 = 0,79.10^{-5} s$

$$\Rightarrow \ln 2.(R_1 + R_2).C_2 = 0,79.10^{-5} s \Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{0,79.10^{-5}}{C_2 \cdot \ln 2} \Rightarrow R_1 = \frac{0,79.10^{-5}}{C_2 \cdot \ln 2} - R_2 = 0,04 \Omega$$

Phía mạch thu:



(a)



(b)

Hình 5. (a) Sơ đồ khối; (b) Sơ đồ nguyên lý phía mạch thu

Khung cộng hưởng LC: Để khung cộng hưởng được thì giá trị tụ và cuộn cảm phải phù hợp sao cho:

$$Z_L \cdot Z_{c \text{ (bên phát)}} = Z_L \cdot Z_{c \text{ (bên thu)}}$$

Khởi chỉnh lưu: dùng diode xung FR207 để chỉnh lưu nửa chu kỳ.

Khởi ổn áp: Để đảm bảo nguồn đưa ra tải 12V, ta dụng ổn áp LM78012.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ

Bên phát: Khi nguồn 12V được cấp vào mạch sẽ được lọc qua tụ C1 và trực tiếp cấp nguồn cho IC555 hoạt động. R1, R2 và C2 được chọn để mạch tạo ra tần số 63kHz. Vì IC 555 luôn có độ rộng xung $\geq 50\%$, để điều chỉnh độ rộng xung trong khoảng 20% ~ 50% ta lắp thêm diode phân cực thuận để đảm bảo dòng nạp qua R1 đến diode nạp thẳng tới tụ mà không qua R2. Điện trở R3 tạo điện áp cho IC so sánh ở chân số 2 và 6 và C3 lọc nhiễu và giữ cho điện áp chuẩn được ổn định. Khi đó xung sẽ được tạo ra ở chân số 3 đi qua R4, đồng thời xung được đưa đến chân G của IRF540N. Mosfet khuếch đại tín hiệu xung và đưa tới khung cộng hưởng LC. Khung cộng hưởng nhận được dòng

qua Mosfet, xuất hiện một điện áp V làm khung dao động và xuất hiện sóng điện từ bức xạ ra ngoài môi trường.

Bên thu: Sóng điện từ bức xạ ra ngoài môi trường với tần số 63kHz cộng hưởng với khung LC bên thu tạo ra suất điện động. Điện áp này là xoay chiều, khi qua diode FR207 chỉnh lưu nửa chu kì. Để đảm bảo nguồn đưa ra tải là 12V, ta dùng ổn áp 7812. Tụ C5 đóng vai trò là tụ lọc nguồn.

4.2. Kết quả mô hình thực nghiệm của hệ thống truyền điện không dây



Hình 6. Kết quả mô hình thực nghiệm của hệ thống truyền điện không dây

Mô hình trên hình 6, đã xây dựng hoàn thiện bằng phương pháp thực nghiệm với nguyên lý mạch cho trên phần 4.1. Qua thí nghiệm kiểm chứng quá trình hoạt động thì mô hình đã truyền được điện năng từ địa điểm này đến địa điểm khác với một khoảng cách nhất định làm cho tải (bóng đèn) phía cuộn dây thu hoạt động. Điều này đã chứng tỏ rằng điện năng có thể truyền từ nơi này đến nơi khác với khoảng cách nhất định mà không cần dây dẫn và phù hợp với quá trình phân tích lý thuyết đã nêu.

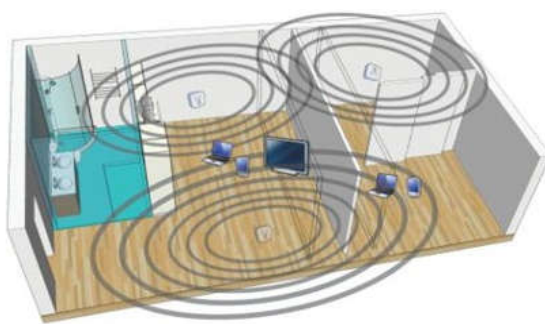
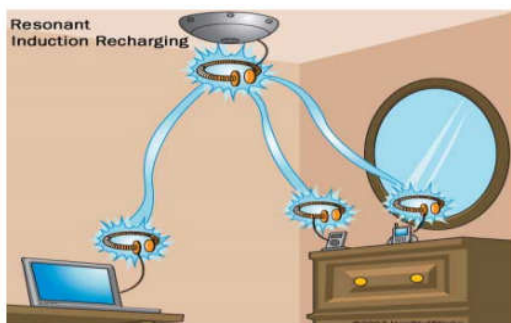
Đánh giá kết quả đạt được: Khoảng cách của việc truyền dẫn điện phụ thuộc vào kích thước cuộn dây và công suất thiết kế trước đó. Khi muốn thay đổi khoảng cách truyền dẫn điện phải tính toán lại sơ đồ và thay đổi thiết bị của mô hình. Mô hình chỉ phù hợp với các ứng dụng truyền dẫn với khoảng cách nhỏ và tiện dụng như: sạc điện thoại, thiết bị nạp điện cho ô tô điện, xe máy điện, tích hợp trong các thiết bị khác như ô tô, tàu hỏa, máy bay...

Đề xuất hướng nghiên cứu mới: Cần cải tiến thiết bị với công suất lớn hơn, chất lượng linh kiện lớn hơn để nâng cao hiệu quả và tăng khoảng cách truyền điện không dây. Nghiên cứu hệ thống truyền điện không dây sử dụng công nghệ truyền năng lượng điện bằng sóng viba, tia laser để có thể tăng khoảng cách truyền dẫn trong không gian.

5. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐIỆN KHÔNG DÂY

Ứng dụng cho thiết bị sạc điện không dây

Có thể áp dụng công nghệ này để phát triển và cải tiến công nghệ sạc điện cho các thiết bị như: ô tô điện, điện thoại di động hay các thiết bị cảm ứng không dây khác hoặc ở những môi trường khó khăn cho việc kết nối điện qua dây.



Hình 5. Mô hình truyền điện không dây sử dụng cho các thiết bị điện

Truyền tải điện không dây thường tiện lợi hơn so với cách cắm điện qua ổ cắm thông thường. Hệ thống này sẽ trở nên rất tiện lợi, nhỏ gọn mà thiết bị vẫn hoạt động được bình thường. Phương pháp truyền điện không dây có những ưu, nhược điểm như sau:

Ưu điểm: Hệ thống truyền điện không dây sẽ làm sơ đồ đi dây của hệ thống điện trở nên gọn nhẹ, không phải dùng các hệ thống dây dẫn và dây cáp phức tạp, có thể dễ dàng truyền điện đến những nơi quan trọng mà dây dẫn không thể kéo đến được trong các môi trường khó đưa dây dẫn đến như: Một số thiết bị y tế, môi trường khai thác mỏ, dưới nước, dung dịch hóa chất...[2].

Nhược điểm: Chi phí vốn thực hiện thực tế của hệ thống truyền điện không dây ban đầu sẽ cao hơn so với hệ thống truyền điện dây dẫn, do môi trường truyền điện là sóng điện từ nên có thể ảnh hưởng tới các hệ thống thông tin liên lạc trong cùng một không gian [5].

Ứng dụng cho thiết bị y khoa

Có thể dùng cho các thiết bị hoạt động bằng pin trong y tế. Do tuổi thọ của pin có hạn, năng lượng pin để sử dụng lâu dài không phải là một lựa chọn khả thi cho nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực của y học hoặc kỹ thuật thử nghiệm. Do đó hệ thống này có thể cung cấp năng lượng cho các thiết bị không dùng dây dẫn trong những trường hợp cần thiết. Ví dụ như từ mô hình này ta có thể cung cấp năng lượng từ xa đến bộ phận cấy ghép, hệ thống liều dùng thuốc men và các ứng dụng y tế khác mà không cần chạm vào chúng như viên nang nuốt nội soi di chuyển qua đường tiêu hóa và truyền tải hình ảnh bên trong của cơ thể ra bên ngoài [1].

6. KẾT LUẬN

Các phương pháp và mô hình thực nghiệm của hệ thống truyền điện không dây công suất nhỏ đã được trình bày và hoạt động đúng theo nguyên lý đề xuất, mô hình này là cơ sở để phát triển nghiên cứu các hệ thống truyền điện khác để phát triển một công nghệ được kỳ vọng để ứng dụng trong các hệ thống điện tương lai. Quá trình nghiên cứu và phát triển thành công ứng dụng công nghệ của hệ thống truyền điện không dây sẽ tạo ra một bước ngoặt quan trọng trong việc sản xuất và sử dụng thiết bị điện. Khi được sử dụng trong đời sống sinh hoạt thì hệ thống truyền điện không dây sẽ giúp giảm thiểu được sự bất tiện bởi các hệ thống dây dẫn, việc sử dụng các thiết bị điện sẽ trở nên tiện dụng hơn rất nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Silverman, D. Nies, B. Jung, and G. Sukhatme (2002), *Staying alive: a docking station for autonomous robot recharging*, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), vol. 1, pp.1050 - 1055,.
- [2] Renil Randy, M.Hariharan, R. Arasa Kumar (May 2014), *Secured wireless power transmisson using radio frequency signal*, International Journal of Information Sciences and Techniques (IJIST) Vol.4, No.3.
- [3] Sagolsem Kripachariya Singh, T. S. Hasarmani, and R. M. Holmukhe (April 2012), *Wireless Transmission of Electrical Power Overview of Recent Research & Development*, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol.4, No.2.
- [4] Vikash Choudhary, Vikash Kumar, Satendar Pal Singh, Deepak Prashar (2011), *Wireless Power Transmission: An Innovative Idea*, International Journal of Educational Planning & Administration. ISSN 2249-3093 Volume 1, Number 3, pp. 203 - 210.
- [5] S. Sheik Mohammed, K. Ramasamy, T. Shanmuganantham (2010), *Wireless Power Transmission - A Next Generation Power Transmission System*, International Journal of Computer Applications (0975 - 8887) Volume 1 - No. 13.

OVERVIEW OF RESEARCH AND DEVELOPMENT OF WIRELESS ENERGY TRANSMISSION SYSTEM

Tran Hung Cuong, Le Phuong Hao

ABSTRACT

Wireless power transmission is a transmission of electrical energy from a power source to a power consumption device without using a transmission line. The system for

wireless energy transfer will reduce the cost of the installation of power transmission systems, wiring diagrams of power system becomes compact, then the system is not used for wiring and cabling, especially it can easily transfer energy to important places. This paper mainly analyzes the origin of ideas, the wireless power transmission methods and offering wireless power transmission model, from which outlines the advantages and disadvantages and the application of wireless power transmission system.

Keywords: *Wireless power transmission, power technology.*