جامـــعة الموصل

كلـية الهندســـة

تصميم مغناطيسي متقدم لمنظومة نقل القدرة الحثي الديناميكي لشحن المركبات الكهربائية لاسلكياً

محمد ثائر اسماعيل

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة الكهربائية / هندسة كهربائية

بإشراف

أ.د. خالد خليل محمد

أ.م.د. ياسر محـمد يونس

1444 هـ

2023 م

الخلاصة

إن شحن المركبات الكهربائية لاسلكياً في أثناء قيادتها أحد أكثر الحلول ملائمة لنجاحها وذلك لما تقدمه من ميزات منها تحسين نطاق القيادة و تقليل من فترات الشحن مقارنة مع الشحن السلكي و الشحن اللاسلكي الساكن و أهم هذه الميزات هي إمكانية تقليل حجم بطاريات المركبات الكهربائية الذي سوف يعود بالفضل على تقليل ثمنها وجعلها أكثر انتشاراً وقبولاً في العالم. إلا ان هذه التقنية تواجه عقبتين لتطبيقها عملياً الأولى تتطلب بنية تحتية مكلفة للغاية لانها تحتاج ممرات شحن طويلة والكثير من وسائد الشحن المثبتة على هذه الممرات، الثانية التغير المستمر للحث المتبادل ومعامل الاقتران بين وسادة الإستلام و وسائد الإرسال الذي ينتج من الحركة الديناميكية للمركبة الكهربائية والذي يؤثر سلباً على إستقرارية المنظومة وعلى كفاءتها.

و لمعالجة هاتين المشكلتين فقد تم في هذا البحث اقتراح تصميم مغناطيسي متقدم يأخذ بنظر الإعتبار كل الأبعاد التفصيلية لبناء وسادتي الإرسال والإستلام بعد أن تم إجراء دراسة تفصيلية في برنامج (Ansoft Maxwell) على تأثير كل أبعاد مكونات الوسادة على الحث المتبادل و معامل الاقتران و الحث الذاتي لكلتا الوسادتين للحصول على أفضل اقتران يكون ملائماً لتطبيقات (DWPT) Dynamic Wireless Power Transfer يتميز بتحمله العالي لعدم المحاذاة بغية زيادة المسافة بين وسائد الارسال التي تعود بالفضل على تقليل عدد وسائد الارسال و إطالة ممرات الشحن و تقليل كلفة تصنيعها. هذا فضلاً عن اقتراح خطوات لتصميم منظومة DWPT قائمة على شبكة التعويض LCC-LCC تتميز المنظومة المستندة على هذه الخطوات المقترحة بأنها تعمل بالنقطة التي تكون فيها نقل القدرة و الكفاءة أفضل مايكون حتى مع حصول حالات عدم المحاذاة. و قد تم توجيه هذه الدراسة

و الخطوات التصميمية المقترحة لتصميم منظومة DWPT تستطيع نقل قدرة من المستوى الأول P=3.7kW و لمسافة من المستوى الثاني Z=150mm و بكفاءة لا تقل عن 85% مع حصول حالات عدم المحاذاة. و قد أظهرت النتائج النظرية و المحاكاة تقارباً كبيراً جداً تثبت صحة الخطوات المقترحة، اذ تم الحصول على كفاءة تتراوح ما بين (98% و 88%) لأفضل حالة و أسوء حالة من حالات عدم المحاذاة و تحمل لعدم المحاذاة يصل إلى أكثر من 62% من طول الوسادة. و قد تم بناء نموذج عملي لوسادتي الإرسال و الإستلام و مقارنة النتائج العملية مع نتائج محاكاة برنامج (Ansoft Maxwell) علاوة على بناء المنظومة عملياً بأكملها بعد أن تمت محاكاتها بالقيم العملية الحقيقية المتوفرة في المختبر ومقارنة النتائج العملية و المحاكاة بغية التأكد من صحة الخطوات المقترحة و كذلك التأكد من إمكانية نقل القدرة لاسلكياً.

University of Mosul

College of Engineering

Advanced Magnetic Design of Dynamic Wireless Inductive Power Transfer System for EV Charging

Mohammed Thaer Ismael

M.Sc. Thesis

In

Electrical Engineering / Electrical Engineering

Supervised by

Prof. **Dr. Khalid K. Mohammed** Asst. Prof. **Dr. Yasir M. Younis**

2023 A.D **1444 A.H**

Abstract

One of the most suitable solutions is wireless charging of EVs while driving, due to its efficiency and distinctive features concerned with improving drive range in addition to reduction of charging time compared to wired charging and even static wireless charging. Among the most important features is the possibility of smalling size of electric vehicle battery, which in turn will decrease its price and make it more preferable and acceptable in the whole world. However, this technology comes across two obstacles at the practical level. The first one, it requires high-cost infrastructure because it needs many pads of charging installed long paths. The second hinder is related to the continuous change of mutual inductance and coupling coefficient between the receiving pad and the transmitting ones which is caused by the dynamic movement of electric vehicle, which negatively affects the stability of system and its efficiency.

In this study, an advanced magnetic design has been proposed in order to overcome these two issues, taking into account all the detailed dimensions for establishing both pads of sending and receiving. This proposal comes after a detailed study made by Ansoft Maxwell program on the effect of all dimensions of the pad components on mutual inductance, self-inductance, and coupling coefficient for both pads. The aim is to obtain the most suitable coupling for Dynamic Wireless Power Transfer (DWPT) with high misalignment tolerance to increase the distance between transfer pads in a way that can decrease the number of transfer pads, lengthen the charging lanes, and a reduce costs of manufacture. In addition, the study suggests certian steps to design the DWPT system based on the LCC-LCC compensation network which is characterized by working at the best point where power transfer and efficiency, even when cases of occurring

misalignment. This study including the proposed design steps has been directed to the design a DWPT system that can deliver power from the first level, P = 3.7 kW, to a distance from the second level, Z = 150 mm, with not less than 85% of efficiency with cases of misalignment. Theoretical and simulation results show a very large convergence; and this proves validity of the proposed steps, since the efficiency obtained is between (98% and 88%) for the best and the worst cases of misalignment in addition to misalignment tolerance reaching more than 62% of the pad length. A practical model has been built for the two pads of transmitting and receiving. To add, the practical results have been compared to the simulation results of (Ansoft Maxwell) program. In addition, the whole system had been practical established after simulating it with the real available practical values in the laboratory and comparing the practical results and simulation in order to ensure the correctness of the proposed steps and to ensure that power can be wireless transmitted.