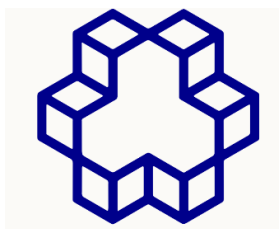


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق

عنوان پروژه:

انتقال بیسیم انرژی با استفاده از قانون فارادی

نگارش :

سینا آتش باری

بهمن ماه ۱۳۹۸

استاد درس :

دکتر هادی علی اکبریان

نام درس :

الکترومغناطیس

چکیده :

انتقال برق از طریق امواج رادیویی، رویایی همیشگی بوده که با تکنولوژی‌های جدید محققان توانسته اند آن را تحقق بخشند. شبکه‌های برق رسانی با سیم اکنون تقریباً تمام دنیا را تسخیر کرده اند. یکی از دغدغه‌های امروزه دانشمندان انتقال برق بدون استفاده از کابل و سیم هستند. اگر بتوان سیم کشی‌ها را فقط در محدوده‌هایی چندمتری حذف کرد، تحول بزرگی در صنعت و زندگی روزمره همه ما رخ خواهد داد. **انتقال بی سیم انرژی** یا برق بی سیم فرایندی است که در هر سیستم جایی که انرژی الکتریکی از یک منبع برق به یک بار الکتریکی (امپدانس) بدون اتصال سیم انتقال می‌یابد جای می‌گیرد. انتقال بی سیم در مواردی سودمند است که انتقال انرژی آبی و مداوم مورد نیاز است در حالی که سیم‌های انتقال نامناسب و پر خطر بوده و در بعضی موارد استفاده از آنها غیرممکن است. انتقال انرژی بی سیم با انتقال اطلاعات به صورت بی سیم متفاوت است. یکی از راه کار های انتقال انرژی به صورت بی سیم استفاده از سیم پیچ ها و ترانسفورماتور هاست. که در این پروژه از دو سیم پیچ جهت انتقال انرژی استفاده شده است.

صفحه	عنوان
	چکیده
۵.....	فصل اول) مقدمه.....
۶.....	فصل دوم) پیشینه.....
۸.....	فصل سوم) بحث و نتایج.....
۱۱.....	فصل چهارم) منابع.....

۱_ مقدمه :

انتقال برق از طریق امواج رادیویی، رویایی همیشگی بوده که با تکنولوژی‌های جدید محققان توانسته اند آن را تحقق بخشند. شبکه‌های برق رسانی با سیم اکنون تقریباً تمام دنیا را تسخیر کرده اند. یکی از دغدغه‌های امروزه دانشمندان انتقال برق بدون استفاده از کابل و سیم هستند. اگر بتوان سیم کشی‌ها را فقط در محدوده‌هایی چندمتری حذف کرد، تحول بزرگی در صنعت و زندگی روزمره همه ما رخ خواهد داد. **انتقال بی سیم انرژی** یا برق بی سیم فرایندی است که در هر سیستم جایی که انرژی الکتریکی از یک منبع برق به یک بار الکتریکی (امپدانس) بدون اتصال سیم انتقال می‌یابد جای می‌گیرد. انتقال بی سیم در مواردی سودمند است که انتقال انرژی آبی و مداوم مورد نیاز است در حالی که سیم‌های انتقال نامناسب و پر خطر بوده و در بعضی موارد استفاده از آنها غیرممکن است. انتقال انرژی بی سیم با انتقال اطلاعات به صورت بی سیم متفاوت است. یکی از راه کار های انتقال انرژی به صورت بی سیم استفاده از سیم پیچ ها و ترانسفورماتور هاست. که در این پروژه از دو سیم پیچ جهت انتقال انرژی استفاده شده است. [1]

الکتریسیته از طریق سیم‌ها، میدان مغناطیسی نوسانی ایجاد می‌کند و این میدان الکترون‌ها را به نوسان متصل می‌کند و همین فرآیند باعث انتقال بی‌سیم انرژی می‌شود. هرچند این فرآیند انتقال تنها زمانی کارآمد است که سیم‌پیچ‌های در حال نوسان با توجه به وسیله‌ی متحرک تنظیم شوند. تا امروز، این مساله یکی از مشکلات اصلی انتقال انرژی بی‌سیم بوده است؛ چرا که راهی برای تنظیم سیم پیچ‌ها برای شارژ خودکار اشیاء متحرک وجود دارد. محققان این مشکل را با استفاده از مقاومت ولتاژ برای شناسایی موقعیتی که باید بدون کمک انسانی تنظیم شوند، حل کرده است. [2]

۲_ پیشینه :

شاید فکر می کنید که انتقال بی سیم انرژی الکتریکی فناوری جدیدی است اما باید بگوییم که سخت در اشتباهید! ایده انتقال انرژی الکتریکی تقریباً به اندازه ی خود تولید برق قدمت دارد. در اوایل قرن بیستم فیزیک دان و مهندس الکترونیک مشهور نیکولا تسلا (Nikola Tesla) پتنتی را ثبت کرد که در آن به توصیف دستگاهی پرداخته بود که قادر بود انرژی الکتریکی را بدون نیاز به سیم و از طریق یک رسانا منتقل کند. البته تسلا تحقیقات زیادی را در این زمینه انجام داد و تئوری های مختلفی را ارائه کرد. در نهایت تسلا به یک روش عملی برای انتقال بی سیم انرژی الکتریکی دست یافت. تسلا پیشنهاد داد که از کویل (سیم پیچ) های بزرگ برای انتقال برق از طریق لایه تروپوسفر اتمسفر به خانه ها استفاده شود. در ادامه تسلا شروع به ساخت یک برج به نام واردن کلیف در لانگ آیلند نیویورک کرد. این برج یک برج مخابراتی بسیار بزرگ بود که تسلا با استفاده از آن می توانست ایده ی انتقال بی سیم جریان برق خود را به صورت عملی آزمایش کند اما او سرانجام موفق به ادامه کار خود نمی شود.

این ماجرا جایی به پایان می رسد که حامیان مالی تسلا به این نتیجه می رسند که هیچ راه عملی وجود ندارد که مطمئن شد مردم حاضر شوند پول برق مصرفی خود را بپردازند و در عوض شبکه برق سیمی گسترش یافت. تسلا تلاش زیادی در زمینه انتقال بی سیم برق کرد و آثار تاثیرگذاری را در این زمینه از خود بر جای گذاشت که بعدها محققان با استفاده از آن ها نظریه ها و تئوری های مختلفی را در این زمینه ارائه کردند. یکی از نمایش های جالب تسلا روشن کردن چراغ های محوطه ی مرکز آزمایشات کلرادو اسپرینگ خود از راه دور بود. [3]

پس از تسلا ایده ی دیگری برای انتقال بی سیم انرژی الکتریکی در دهه ی ۱۹۶۰ مطرح شد. تعدادی از محققان بالگرد مینیاتوری را به نمایش گذاشتند که انرژی موردنیاز خود را از امواج ماکروویوی که از زمین برای آن ارسال می شد دریافت می کرد. البته این ایده برای انتقال انرژی الکتریکی به دو دلیل مورد استقبال قرار نگرفت. دلیل اول این بود که اجرای این طرح نیاز به زیرساخت های گران قیمتی دارد و دلیل دوم نگرانی در مورد استفاده از امواج پرقدرت ماکروویو بود که می تواند برای انسان مضر باشد. نظریه انتقال انرژی الکتریکی به وسیله امواج رادیویی پس از نظریه تسلا مهمترین نظریه ای بود که در مورد انتقال بی سیم انرژی الکتریکی مطرح شده بود.

انتقال بی سیم انرژی الکتریکی کم کم داشت به فراموشی سپرده می شد که در سال ۲۰۰۶ تیمی متشکل از متخصصان دپارتمان های فیزیک، مهندسی برق و کامپیوتر، انستیتو نانو تکنولوژی و دانشمندان و مهندسانی دیگر از دانشگاه MIT که روی انتقال بی سیم نیروی الکتریسیته کار می کردند به نتایج مهمی رسیدند. متخصصان

این گروه در آخرین آزمایشات خود موفق شدند یک لامپ ۶۰ وات را از فاصله ۲ متری بدون اتصال فیزیکی به منبع برق روشن کنند.

در نوامبر سال ۲۰۰۶ این گروه گزارشی منتشر کردند و در آن مدعی شدند که روش کارآمدی برای انتقال انرژی الکتریکی بین سیم پیچ هایی که چند متر از هم فاصله دارند کشف کرده اند. این تیم به سرپرستی پروفیسور مارین سولیاچیچ این تئوری را مطرح کردند که آنها توانسته اند فاصله ی سیم پیچ ها را از طریق افزودن رزونانس (تشدید) به معادله گسترش دهند. برای این که ایده ی این گروه را بهتر درک کنید نیاز به شناخت بیشتر رزونانس دارید. یکی از راه های پی بردن به رزونانس این است که آن را بر حسب صدا فرض کنیم. به عنوان مثال یک شیپور را در نظر بگیرید. ساختار فیزیکی جسم مثل اندازه و شکل آن فرکانس طبیعی ارتعاش را تعیین می کند. به این ترتیب شکل و اندازه شیپور فرکانس رزونانس این شیپور است. به همین ترتیب نواختن شیپور باعث ارتعاش شیپور مجاور میشود زیرا هر دو شیپور فرکانس رزونانس یکسانی دارند.[3]

این گروه نام ابداع خود را (Witricity) که مخفف واژه های وایرلس و الکتریسیته است گذاشته اند. ایده این طرح از آن جایی شکل گرفت که یک شب زنگ هشدار اتمام باتری تلفن همراه سولیاچیچ به صدا درآمد و او به شارژر برای شارژ کردن گوشی خود دسترسی نداشت و به این فکر کرد که کاش راهی بود تا بتوان تلفن همراه را بدون ارتباط سیمی شارژ کرد. متخصصان این طرح راه های مختلفی را برای انتقال الکتریسیته بدون اتصال فیزیکی آزمایش کردند. این گروه پرتو افشانی الکترومغناطیس را به عنوان روش اصلی کار خود قرار دادند که بسیار شبیه انتشار امواج رادیویی است. به هر حال این روش اگرچه برای انتقال اطلاعات و دیتا مناسب می باشد اما برای انتشار الکترومغناطیس دشواری های زیادی به همراه داشت. این گروه تحقیقات خود را ادامه دادند و به این نتیجه رسیدند که اگر میدان های الکترومغناطیسی پیرامون سیم پیچ در فرکانس یکسانی تشدید شوند القا می تواند با اندکی تفاوت روی دهد. در این تئوری از سیم پیچ خمیده ای به عنوان القاگر استفاده می شود و یک صفحه ی خازنی که می تواند بار را نگه دارد به دو سر سیم پیچ متصل می شود. همزمان با عبور برق، سیم پیچ شروع به تشدید می کند. فرکانس رزونانس آن حاصل القای سیم پیچ و ظرفیت صفحه ها است. محققان این عمل را «انتقال غیر تابشی انرژی» می نامند زیرا شامل میدان های ساکن اطراف سیم پیچ ها می باشد و میدان هایی را که در تمام جهات منتشر می شوند را دربرنمیگیرد[4].

۳_ بحث و نتایج :

وسایل مورد استفاده :

LED(Red)
سیم مسی (0.07mm)
هسته آهنی

روش ساخت :

ابتدا هسته آهنی را به یک موتور وصل کرده و آن را توسط موتور به گردش درآورده و سیم را به دور آن می پیچیم. سپس برای جلوگیری از باز شدن سیم ها به دور آن چسب می پیچیم پس از این led را دو سر سیم مسی پیچیده شده به هسته لحیم میکنیم.

به اتصال سیم پیچ مادر به برق شهر و سپس با نزدیک کردن سیم پیچ ثانویه به سیم پیچ مادر مشاهده میشود که به دلیل القای شار در سیم پیچ ثانویه led روشن میشود.

تئوری پروژه :

اساس کار انتقال بی سیم انرژی در این آزمایش استفاده از قانون القای فاراده و قانون لنز بوده که در بخش به توضیح آن می پردازیم.

$$V = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{معادله}$$

بیان میکند که نیروی محرکه القا شده در یک مدار بسته ساکن برابر منفی نرخ افزایش شار مغناطیسی داری پیوند با آن مدار است. این بیانی از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده است.

علامت منفی در این معادله گویای آن است که نیروی محرکه القایی باعث عبور جریان در حلقه بسته در جهتی میشود که با تغییر شار مغناطیسی پیوندی مخالفت کند. این مطلب به قانون لنز معروف است.

محاسبه میدان مغناطیسی و ضریب القای متقابل :

برای بدست آوردن میدان مغناطیسی درون سیم پیچ مادر میتوانیم از بردار H استفاده کنیم بدین ترتیب که :

$$\oint H \cdot dl = I$$

و سپس برای بدست آوردن B (میدان مغناطیسی) از رابطه

$$H = \frac{1}{\mu} B$$

استفاده میکنیم. حال با در دست داشتن B میتوانیم شار گذرنده از سطح (\square) را محاسبه کنیم.

برای محاسبه شار از رابطه

$$\Phi = \oint B \cdot ds$$

استفاده میکنیم. با بدست آوردن \square حال میتوانیم با استفاده از آن اندوکتانس متقابل دو سیم پیچ را محاسبه کنیم. بدین صورت که :

$$\Phi_{12} = L_{12} I_1$$

با معلوم بودن \square و I به سادگی میتوان اندوکتانس متقابل را حساب کرد.

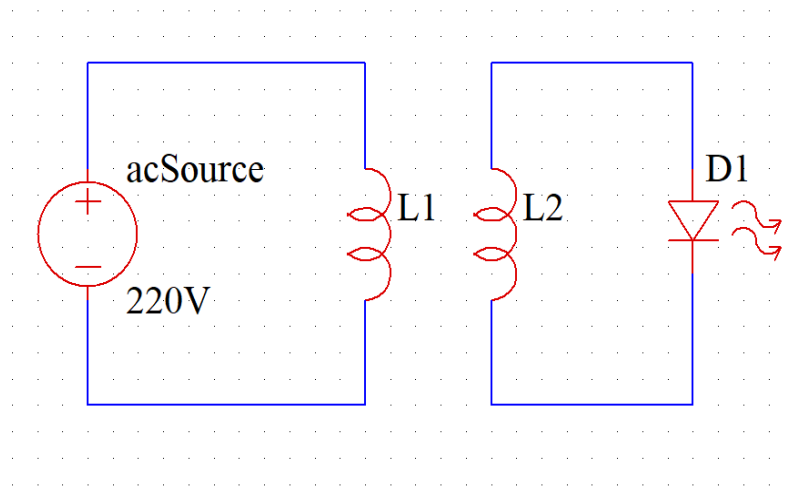
نحوه محاسبه ولتاژ القایی :

چنانچه سیم پیچ مادر دارای N_1 دور سیم و سیم پیچ ثانویه دارای N_2 دور سیم باشند میتوان با استفاده از روابط مربوط به القای متقابل در ترانسفورماتور ها و نیز با توجه به معلوم بودن ولتاژ اعمال شده به سیم پیچ مادر، ولتاژ القا شده را محاسبه کرد.

رابطه مورد استفاده جهت به دست آوردن ولتاژ القایی:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

[5]



شماتیک سیستم (شبيه سازی شده با استفاده از نرم افزار اسپايس)



تصویر حقیقی سیستم

١. كتاب الكترومغناطيس مهندسى ، انتشار سال ١٩٧٤ ، ترجمه خداداد القابى ، آلن باغداساريان ، صفحه ٢٩٠ تا ٣٧٣
٢. كتاب انتقال برق بى سيم – اصول و اكتشافات مهندسى ، سال انتشار ٢٠١١ ، نويسنده: Ki Young Kim، صفحات ٣٠٠ تا ٣٥٧
3. W. Bernard Carlson, Tesla: Inventor of the Electrical Age, Princeton University Press - 2013, page 132
4. Leyh, G. E.; Kennan, M. D. (28 September 2008). *Efficient wireless transmission of power using resonators with coupled electric fields* . 1–4
٥. كتاب الكترومغناطيس ميدان و امواج چنگ، ترجمه پرويز جبه دار، صفحه ٢٧٣ تا ٣٨٠