

TRANSMISIÓN INALÁMBRICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA OPERANDO EN EL CAMPO NO IONIZANTE

Rosso Leandro, Bucciarelli Agustín

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rafaela

M. Acuña 49 – Rafaela, Santa Fe, Argentina

rulo_agu@hotmail.com

Palabra clave: Energía, electricidad, transmisión, inalámbrica.

RESUMEN

La transmisión de energía eléctrica puede llevarse a cabo a través de conductores metálicos o bien mediante interacción por acoplamiento electromagnético de manera inalámbrica. El segundo método es el tema que trata el actual proyecto.

Se propuso en primer término y considerando los resultados de estudios previos obtener conclusiones que muestren cuales son las condiciones de trabajo y que parámetros se muestran como los más relevantes y gravitantes con respecto al rendimiento del enlace electromagnético. Con estos se cumple el primer objetivo lo cual es adquirir la aptitud de manejo de esta tecnología en todas sus variantes.

Con dichos resultados este proyecto propone implementar un dispositivo de transmisión de energía eléctrica operando en el campo no-radiactivo, que tenga utilidad práctica real y nos muestre un camino seguro de diseño, para su aplicación en un dispositivo biométrico de telemetría implantable.

INTRODUCCIÓN

Los mecanismos de transmisión de energía eléctrica mediante conductores son bien conocidos y es la tecnología que se emplea habitualmente. Pero en muchos casos el cableado resulta ser un inconveniente: es incómodo, a veces peligroso y muchas veces imposible de realizar.

A fin de sortear tales limitantes, se reabre el estudio de la transmisión de energía eléctrica sin el empleo de conductores, la cual fue ya planteada por Nikola Tesla alrededor de 1889 [1,2]. Si bien logro algunos notables resultados y conclusiones, la tecnología existente y disponible en esos momentos lo limitó en la obtención de los resultados. En varios de sus experimentos fue obstaculizado y ante la mirada envidiosa, y quizás amenazante de otros investigadores, muchos de sus proyectos quedaron en la nada.

Hoy en día, luego de un poco más de 100 años desde aquella mirada visionaria de Tesla, resurgen las ideas y los requerimientos plantean mayores exigencias de esta tecnología para poder así darle un nuevo comienzo a esta historia. Podemos pensar en un amplio campo de aplicación y destacar algunas ventajas:

I-) Posibilidad de transmitir energía eléctrica de potencia en sistemas cerrados donde la inserción de cables no está permitida o es problemática. Como ejemplo dispositivos de implantes biológicos. **II-)** Recarga de periféricos como notebooks, celulares, mp3, cámaras, filmadoras, etc. **III-)** Reducción de residuos informáticos por la disminución del consumo de baterías. **IV-)** Protección de efectos transitorios como sobretensiones propias de la red o fenómenos meteorológicos que se filtran a través de la línea domiciliaria. **V-)** Seguridad para los seres vivos puesto que es un sistema de transmisión de energía “no radiativa” por estar muy por debajo del umbral de ionización. **VI-)** En un futuro cercano, con el advenimiento de los automóviles eléctricos, esta tecnología posibilitaría la recarga de las baterías con el vehículo en marcha en rutas acondicionadas.

Las principales desventajas son:

I-)Baja eficiencia. II-)Distancia de enlace relativamente corta III-)Es una tecnología aún en desarrollo.

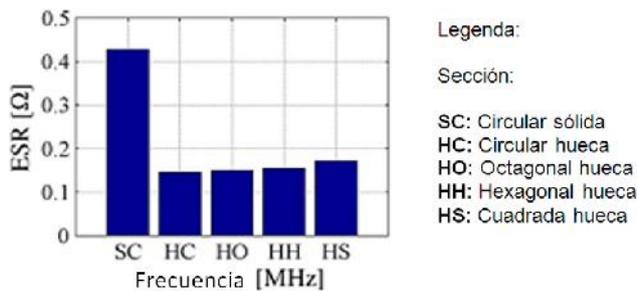
ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS

Esta tecnología está siendo empleada por algunas empresas, tal como Intel y Sony [3] que ya cuenta con investigaciones que trajeron aparejadas importantes conclusiones. El equipo compuesto por Pinuela, Yates, Lucyszyn y Mitcheson [4] lograron generar una tabla (Tabla 1) en la que se muestran las diferentes eficiencias variando materiales, frecuencia y distancias entre transmisores.

D [cm]	f ₀ [kHz]	Tecnología del driver	Tecnología del bobinado	Material magnético	P _{carga} [W]	η _{Transferencia} [%]
0	134	Class-E	Litz wire	No	295	-
0	240	Class-E	Litz wire	No	3.7	71
10	20	H-bridge	Litz wire	Yes	2,000	85
10	-	-	-	Yes	3,300	-
15	6,700	HF transceiver	Loop + pancake coil	No	-	93
15	-	H-bridge	Litz wire	Yes	2,000	95
18	145	-	Litz wire	Yes	300-3,000	-
20	4,000	Class-E	Copper wire coil	No	2	-
20	20	H-bridge	Power lines	Yes	60,000	80
20	20	H-bridge	Power rail	Yes	27,000	-
30	3,700	HF transceiver	Surface spiral	No	220	95
30	6,000	Class-E	Copper pipe coils	No	95	-
18-30, 40*	20	H-bridge	-	Yes	3,000	-
70	7,650	Signal generator	Loop + pancake coil	No	30	75
50	13,560	Class-E	Loop + rectangle coil	No	70	85
50	27,000	HF transceiver	Loop + spiral coil	No	40	47
100	508.5	Class-D	Litz wire	No	5-35	76
200	9,900	Colpitts oscillator	Litz wire	No	60	50

Tabla 1. Comparación de sistemas de transmisión inalámbrica

El equipo compuesto por Seung-Hwan Lee y Robert D. Lorenz [5] lograron importantes conclusiones al comparar diferentes formas, disposiciones, cantidades de transmisores y eficiencias [Fig. 1, Fig. 2].



Legenda:
Sección:
SC: Circular sólida
HC: Circular hueca
HO: Octagonal hueca
HH: Hexagonal hueca
HS: Cuadrada hueca

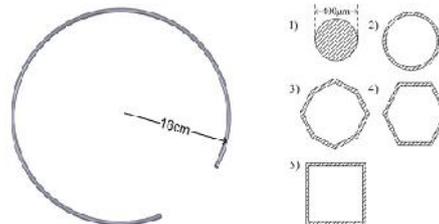


Figura 1. Bobinas de una espira cuya resistencia depende de la forma de la sección.

Figura 2. Esquema de una bobina de una espira con 5 diferentes secciones.

El equipo compuesto por Jan Pannier, Dries Hendrickx, Frederik Petre y Tiene Nobels [6] lograron ensayar cuatro prototipos de bobinas con geometrías diferentes [Fig.3].

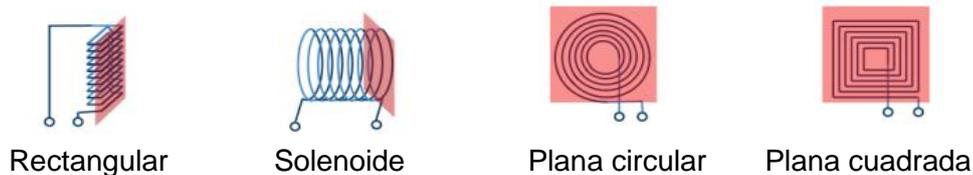


Figura 3. Representación

De las mismas se lograron obtener los siguientes resultados en términos de eficiencia al variar la distancia entre ellas (bobinas idénticas).

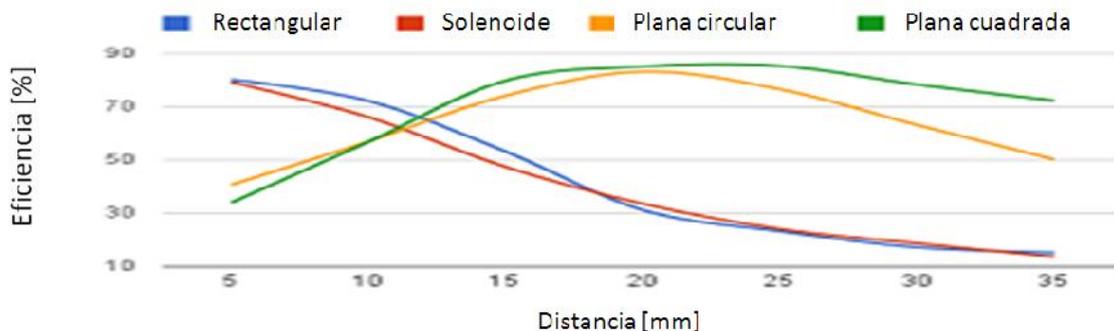


Figura 4. Eficiencia vs. distancia y geometrías de bobina

También lograron importantes resultados en término de eficiencia, al hacer variar el ángulo de enfrentamiento entre la bobina Tx y la Rx.

Como la eficiencia de la transmisión de potencia sin cables depende fuertemente de los parámetros del circuito resonador (auto inductancias, inductancias mutuas, capacitancias y resistencia óhmica de las dos (tres en el caso de emplear bobina relay o de redifusión), bobinas acopladas; el acoplamiento a través de un circuito electromagnéticamente resonante implica que los circuitos acoplados trabajan a su frecuencia de resonancia y de ese modo intercambian energía eficientemente, mientras que los no resonantes no lo hacen.

De tal modo la identificación de los parámetros es un objetivo muy importante en el diseño del sistema. Un modo de proceder es ya establecidas las condiciones de entorno realizar los cálculos del circuito resonante empleando las ecuaciones y leyes de la teoría de circuitos (fórmula de Thompson) y luego corroborar el desempeño mediante un simulador tal como Spice.

Concluyendo podemos decir que no hay un desarrollo que merezca considerarse optimizado, ya que los valores de rendimiento, alcance y banda de frecuencia de trabajo están totalmente condicionados por el área de aplicación específica.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Un sistema de transmisión inalámbrica de energía fue propuesto para integrar un proyecto que está llevando a cabo el mismo grupo, donde se debe lograr la recarga de energía de un dispositivo de telemetría, implantado en el estómago de un animal. El presente proyecto se plantea como plataforma que permita alcanzar la experiencia necesaria y el empleo de las herramientas adecuadas en el campo de transmisión de energía electromagnética a fin de poder diseñar e implementar un dispositivo para la recarga inalámbrica de un supercapacitor (Gold Cap) a una distancia no menor a los 15 cm y considerando los efectos de la atenuación producida por la piel y la carne.

METODOLOGIA EMPLEADA

Partiendo de revisar otros estudios se optó por un sistema trabajando en 50 khz, alimentado con 24VCC; se calculó el conjunto emisor transmisor, como el descrito. Ello condicionado en parte por el instrumental de laboratorio disponible para efectuar las mediciones de ensayo. Luego se construyó un prototipo que consiste básicamente en los siguientes componentes:[Fig. 5 y Fig. 6].

I-)Un bloque oscilador. **II-)**Un excitador implementado con un amplificador clase D. **III-)**Una bobina transmisora sintonizada y denominada LTx. **IV-)**Una bobina

reforzadora transmisora o de redifusión denominada LRefx. **V-)**Una bobina receptora sintonizada y denominada LRx. **VI-)**Un bloque rectificador para alta frecuencia. **VII-)**Un bloque de almacenamiento de energía y una carga fantasma.

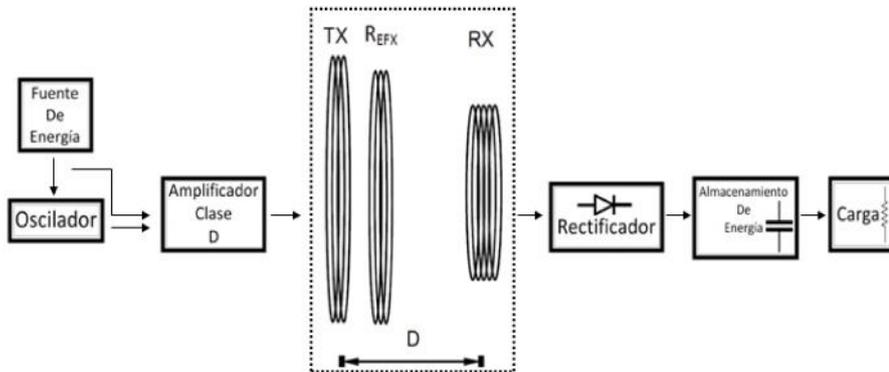


Figura 5. Prototipo de ensayo

Figura 6. Diagrama en bloques del sistema

Luego de los ajustes y obtener la resonancia en el Tx, se procedió a medir los rendimientos intercambiando diferentes bobinas receptoras también sintonizadas, variando distancias y ángulos de enfrentamiento. Se hizo análisis del modelo mediante software de simulación (Ansoft, Designer o Spice).

En una etapa próxima se propone hacer la experiencia, pero trabajando en una frecuencia más alta UHF, de 27 MHz, para lo cual se está adaptando como Tx un generador de los empleados en diatermia.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De los ensayos en laboratorio se obtuvo para un enlace con bobinas paralelas de diámetro 29 cm y a una distancia (d) de hasta 15 cm, un rendimiento de 12 %. Para un enlace cercano (4 cm) en idénticas condiciones el rendimiento superó el 32 %. El rendimiento decae con una relación igual a la inversa de d^3 .

De los resultados que se obtengan en las mediciones de ensayo, para las dos frecuencias 50 KHz y 27 MHz se extraerán como conclusión que parámetros tienen prevalencia en ambas y son los que se deben priorizar a la hora de encarar un diseño genérico. En 50 KHz se ha logrado transmitir a una distancia superior a 25 cm, empleando 3 bobinas sin incluir núcleos ferro-magnéticos. Se logró energizar una lámpara led y hasta posicionando la bobina receptora en diferentes ángulos respecto a la bobina transmisora se lograron rendimientos aceptables.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Tesla N, (1914), Apparatus for transmitting electrical energy, US patent number 1119732.
- [2] Teslatech.info (2006), www.teslatech.info/ttmagazine/v1n4/valone.htm
- [3] Uprn.edu (2010), www.uprn.edu/aceer/pdfs/tecnologia_WREL.pdf
- [4] Pinuela M., Yates D., Lucyszyn S., Mitcheson P. (2354465). Maximising dc to load efficiency for inductive power transfer, IEEE Transactions on power electronics.
- [5] Hwan Lee S, Lorenz R.(2011) Development and Validation of Model for 95% efficiency 220w wireless power transfer over a 30-cm air gap, IEEE Transactions on industry applications, Vol.47, N°6.
- [6] Pannier J,Hendrickx D, Petré F., Wireless power transfer for industrial applications through strongly coupled magnetic resonances.