

Introducción

La transferencia inalámbrica se logra bajo el principio de la inducción magnética en un transformador, sabiendo que en este se puede introducir un entrehierro. Para esto se decidió partir el núcleo y el carrete del transformador para tener un emisor y un receptor de energía eléctrica. Al tener una determinada separación de aire, existen muchas pérdidas debido al bajo acoplamiento magnético y a los flujos dispersos. Para lograr transferir energía de manera exitosa se requiere alimentar al devanado primario del transformador (parte emisora) con una potencia tal que en el devanado secundario (parte receptora) exista la mayor cantidad de energía posible a pesar de las pérdidas.

Para lograr la transferencia de energía inalámbricamente se utilizó un núcleo de ferrita por su alta permeabilidad en tamaños reducidos, la cual nos proporciona una menor oposición a establecer un flujo magnético. La elección de una batería de un teléfono celular es por la baja potencia relacionada a su carga y debido al gran uso de este dispositivo. Esto con el fin de lograr un método cómodo y sencillo y libre de cables para cargar la batería.

En un trabajo previo [10] se partió un transformador a la mitad, teniendo el mismo número de vueltas en el devanado primario y secundario. La elección de las vueltas fue al azar. Posteriormente en [5] se realizó un cálculo de vueltas para el devanado primario para una corriente dada, y se utilizó el mismo número de vueltas en el secundario. En ambos casos se utilizó la transferencia de energía inalámbrica con voltajes alternos de alta frecuencia.

La elección de un funcionamiento a alta frecuencia nos permite obtener núcleos de ferrita de dimensiones pequeñas que no se saturan tan fácilmente. Los núcleos que trabajan

a bajas frecuencias (por ejemplo 60 Hz) son de un tamaño relativamente grande que resulta poco conveniente para determinadas aplicaciones, como es la carga de la batería de un celular.

Para lograr obtener un voltaje de alta frecuencia y transmitir de manera inalámbrica se propuso, en trabajos previos [10] [5], convertir la señal alterna de la línea (120 rms) en un voltaje de corriente directa. Este voltaje a su vez se convirtió a un voltaje alterno de alta frecuencia por medio de un convertidor CD-CA, el cual por lo general utiliza interruptores para convertir a la frecuencia deseada. El convertidor propuesto por Lozano en [10] consistió en un puente H y la transmisión de energía se logró por medio de un transformador con núcleo de aire (núcleo y carrete partidos a la mitad). La topología del puente H presenta muchas pérdidas por conmutación.

Para evitar pérdidas, en la tesis de García [5] se optimizó el bloque del convertidor de CD-CA, proponiendo el uso del convertidor Amplificador Clase E, además de aportar una modificación a éste para disminuir en mayor cantidad las pérdidas. Este convertidor evita transiciones simultáneas de voltaje y corriente en el interruptor, lo que permite tener una disipación de potencia casi nula. La modificación realizada por García en [5] al convertidor Clase E consiste en eliminar la resistencia en la red de carga, la cual cuenta además con un capacitor y un inductor. La eliminación de la resistencia ocasiona un mayor sobre impulso en el transitorio del voltaje y la corriente de salida, además de presentar una carga diferente a la resonante a determinada frecuencia. Esto, como mas adelante se explicará puede ocasionar niveles de voltaje que dañen a los elementos del circuito. La transmisión de energía propuesta por García [5] se logró por medio del inductor de la red de carga.

La transmisión inalámbrica de energía eléctrica se describe por medio de un modelo de transformador con inductancia magnetizante en el devanado primario, la cual a su vez es la inductancia de la red de carga del inversor Clase E. El valor de esta inductancia resulta del número de vueltas dados en el primario y la separación que existe entre ambas mitades de los núcleos.

La presente tesis puede ser descrita a través del diagrama a bloques de la figura I.1 para realizar la transmisión de energía de manera inalámbrica. Se utilizó un rectificador de onda completa (por medio de un puente de diodos) con carga R-C para convertir el voltaje de la línea de 60 Hz a un voltaje de directa. Posteriormente, se utilizó un convertidor inversor conocido como Clase E para convertir el voltaje de CD en un voltaje de CA funcionando a 100 kHz. El inductor de la red de carga de este convertidor se implementó por medio de un núcleo de ferrita utilizando únicamente la mitad del núcleo, siendo esta la parte emisora. La otra mitad del núcleo se consideró la parte receptora. En tesis previas [5][10] se utilizó un núcleo tipo E del fabricante Ferroxcube® [16] debido a su geometría regular. Es por esto que en la presente tesis se realizó el análisis teórico de este tipo de núcleo y se considera que puede ser adecuado para cualquier tipo de núcleo con geometría parecida, aunque no tan regular. Debido a la disposición física de materiales, en la presente tesis se utilizaron núcleos del tipo RM, los cuales si bien tienen una geometría irregular, son parecidos en forma al núcleo tipo E.

El valor de la inductancia en el devanado secundario (receptor) se obtuvo a partir de un determinado número de vueltas, las cuales se obtuvieron para determinado voltaje deseado. El voltaje debe de cumplir con los requerimientos del cargador de baterías.

Una vez recibida la energía, se requiere convertir el voltaje de CA a 100 kHz en un voltaje de CD con el fin de alimentar la batería del celular. En la presente tesis no se

pretende diseñar un cargador de baterías, por lo que únicamente se utilizó un rectificador de onda completa carga R-C.

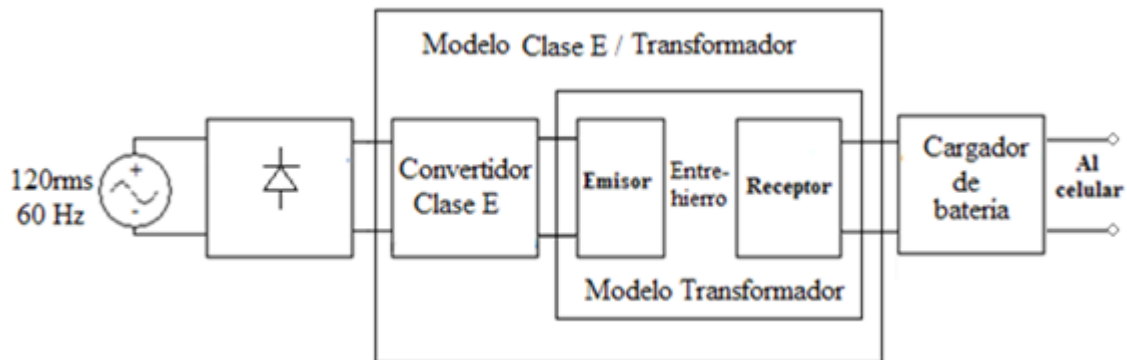


Figura I. 1 Esquema general de la transmisión inalámbrica

Para lograr lo anteriormente dicho, se realizó una extensa investigación de cada una de las etapas antes mencionadas. De esta manera, en el capítulo I se explican los convertidores de CA-CD y de CD-CA. También se explican las pérdidas por conmutación presentes en los inversores cuyas topologías presentan interruptores. Posteriormente se explica la solución a este problema mencionando a los circuitos inversores resonantes, dentro de los cuales se encuentra el convertidor Clase E. Se explica detalladamente el funcionamiento de este convertidor, así como las características de sus formas de onda. Se dan además las reglas de diseño.

En el capítulo II se proporciona la teoría básica de los campos magnéticos con el fin de posteriormente obtener el modelo del transformador (emisor/receptor). Se explica el análisis de circuitos magnéticos por medio de la analogía con los circuitos eléctricos.

En el capítulo III se realiza el análisis de circuitos magnéticos con entrehierros para posteriormente proporcionar una serie de ecuaciones que permiten caracterizar al núcleo.

En el capítulo IV se proporciona, a partir del análisis obtenido en el capítulo III, un modelo de transformador que describe la transmisión de energía de manera inalámbrica. Este modelo propuesto integra al convertidor Clase E y al transformador en uno solo.

En el capítulo V se da una breve explicación de los conceptos relacionados a los cargadores de batería. Posteriormente se realiza el diseño del transmisor y del receptor utilizando las ecuaciones del capítulo III y el modelo del capítulo IV, así como las reglas del diseño del convertidor Clase E del capítulo I

En el capítulo VI se proporcionan resultados de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica para dos longitudes de entrehierro. Estos resultados son mediciones de voltaje y corriente.

Por último se proporcionan conclusiones y trabajos futuros.