

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS DOCTORAL

**Estudio del comportamiento magnético de espiras
rectangulares para la transmisión de información de
corto alcance en sistemas inteligentes de transporte**

Autor:

José Humberto Arroyo Núñez

Director:

DR. ANTONIO MOCHOLÍ SALCEDO

Octubre 2015

Resumen

Estudio del comportamiento magnético de espiras rectangulares para la transmisión de información de corto alcance en sistemas inteligentes de transporte

El conjunto de aplicaciones informáticas y sistemas tecnológicos creados para mejorar la seguridad y eficiencia en el transporte terrestre (carreteras y ferrocarriles), facilitando la labor de control, gestión y seguimiento por parte de los responsables se conoce como Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés). Los ITS se han convertido en una necesidad, debido al crecimiento en el tráfico de vehículos que obliga a desarrollar estrategias para hacer mejor uso y sobre todo brindar seguridad a las personas que se desplazan por cualquier medio de transporte terrestre.

Los sistemas ITS incorporan las nuevas tecnologías para el control y la gestión de la circulación, que integran los sistemas de información y comunicación de los usuarios con la infraestructura, con los vehículos y con el resto los actores del tráfico (peatones, autoridades, empresas concesionarias de servicios,...). Estos sistemas ayudan a compartir información entre todos los elementos que involucran el sistema de transporte, logrando mayor seguridad vial, mejorando los tiempos de desplazamiento y por ende reduciendo el impacto ambiental.

Para poder desplazarse de manera eficiente a través de cualquier vía de comunicación terrestre, es necesario un sistema integral. Este sistema requiere identificar el tipo de vehículos que se encuentran sobre la vía y compartir información entre dichos vehículos y la infraestructura.

Para establecer la comunicación entre vehículos e infraestructura, es necesaria una comunicación inalámbrica. Incorporar como medio de comunicación los sistemas móviles, implica un coste relativamente alto debido al cobro del tiempo aire. La otra posibilidad es la utilización de sistemas de comunicación de corto alcance dedicados, que están exentos del cobro de tiempo aire, pero que requieren una inversión inicial relativamente alta en la instalación del sistema.

Este trabajo de tesis plantea una alternativa de comunicación entre infraestructura y vehículos, utilizando como antenas las espiras magnéticas. Las espiras magnéticas son dispositivos ampliamente utilizados en el mundo para la detección de vehículos, debido a su bajo coste de mantenimiento y su gran durabilidad.

La primera etapa del trabajo plantea el estudio del campo magnético generado por espiras rectangulares y su validación con datos experimentales. Para este análisis se desarrolló un simulador que permite conocer la distribución del campo magnético generado por una espira magnética.

La segunda etapa consistió en analizar y plantear un modelo que permitiría calcular el nivel de tensión que podría transmitirse entre dos espiras, una emisora y la otra receptora. La simulación fue comparada con valores experimentales.

Con los resultados antes expuestos se tiene una herramienta para el diseño de espiras, teniendo control de variables como su dimensión, número de vueltas, corriente de alimentación, separación entre espiras y frecuencia de la señal. Esta herramienta ayuda a predecir el nivel de señal captada y con este dato establecer el diseño del circuito de recepción.

En la tercera etapa, basados en los resultados de la simulación se diseñó un sistema de comunicación de corto alcance, utilizando la inducción magnética como medio para la transferencia de información, entre dos espiras. Con lo que se comprobó que es posible la comunicación de corto alcance, en un área restringida y sin radiar señal que interfiera con otros sistemas.

Las espiras magnéticas son dispositivos que se encuentran instalados en muchas autovías, por lo que una comunicación de corto alcance utilizando estos dispositivos no requiere de mayor inversión en su instalación, salvo el circuito de comunicación, que se añade a la funcionalidad existente hoy día en los controladores de espiras magnéticas. Al mismo tiempo en la tesis, también se analizó la utilización de espiras magnéticas hechas con cable plano, lo que abre la posibilidad de utilizar espiras móviles.

La comunicación de corto alcance utilizando espiras magnéticas, plantea una solución de comunicación entre vehículos e infraestructura de bajo coste. Esta característica permite que sea fácil de implementar en un mayor número de puntos. Asimismo, debido a que la comunicación se hace por acoplamiento de campo magnético, las condiciones climatológicas no tendrían un efecto significativo en la transmisión.

De los resultados de esta investigación se han publicado y presentado los siguientes trabajos:

- Data transmission between magnetic loops. (ITACA-WIICT 2015). España ISBN 978-84-608-4139-5.
- Levels of induced voltage between rectangular magnetic loops. (ITACA-WIICT 2014). España. ISBN: 9788469711668.
- Voltaje inducido entre espiras magnéticas rectangulares. (7° Encuentro de Investigación Congreso Internacional de Ciencia, Innovación y Tecnología). 2014. México.
- Comunicación Inalámbrica de corto alcance. (5° Encuentro de Investigación). 2012. México. ISBN: 978-607-95742.
- Campo magnético generado por líneas conductoras de corriente eléctrica. (4° Encuentro nacional de investigación). 2011. ISBN: 978-607-95742-0-8.
- Communication Between Magnetic Loops. (16th World Road Meeting). 2010. Portugal. Proceedings.
- Estudio Teórico del Campo Magnético y Perfil Magnético Real de Sensores de Espira Magnética en Sistemas de Control de Tráfico. (SAAEI 08). España ISBN: 978-84-96997-05-9
- Estudio Teórico y Práctico del Comportamiento de Sensores de Espira Magnética en Sistemas de Control de Tráfico. (Ciencia y Tecnología en la Frontera). 2008. México. ISBN: 1665-9775.
- Aplicación del RFID para la identificación de vehículos. (Jornada CRIA: TICs Y LOGÍSTICA EN EL SECTOR DEL AUTOMÓVIL). 2008. España.
- Sistemas Sensores Empleados en ITS. (VII Congreso Español Sistemas Inteligentes de Transporte). 2007. España.
- Los Sistemas RFID y WAVE para Comunicaciones en Entornos ITS. (VII Congreso Español Sistemas Inteligentes de Transporte). 2007. España.