

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
DEPARTAMENT D' ENGINYERIA ELECTRÒNICA



TESI DOCTORAL

**Estudi del comportament magnètic d'espines
rectangulars per a la transmissió d'informació de curt
abast en sistemes intel·ligents de transport**

Autor:

José Humberto Arroyo Núñez

Director:

DR. ANTONIO MOCHOLÍ SALCEDO

Octubre 2015

Resum

Estudi del comportament magnètic d'espines rectangulars per a la transmissió d'informació de curt abast en sistemes intel·ligents de transport

El conjunt d'aplicacions informàtiques i sistemes tecnològics creats per millorar la seguretat i eficiència en el transport terrestre (carreteres i ferrocarrils), per tal de facilitar la tasca de control, gestió i seguiment per part dels responsables, es coneix com a Sistemes Intel·ligents de Transport (ITS per les seues sigles en anglès). Els ITS s'han convertit en una necessitat, a causa del creixement en el trànsit de vehicles que obliga a desenvolupar estratègies per fer-ne un millor ús i sobretot per brindar seguretat a les persones que es desplacen per qualsevol mitjà de transport terrestre.

Els sistemes ITS incorporen les noves tecnologies per al control i la gestió de la circulació, les quals integren els sistemes d'informació i comunicació dels usuaris amb la infraestructura, amb els vehicles i amb la resta dels actors del tràfic (vianants, autoritats, empreses concessionàries de serveis...). Aquests sistemes ajuden a compartir informació entre tots els elements que involucren el sistema de transport, aconseguint major seguretat vial, millors temps de desplaçament i per tant, un menor impacte ambiental.

Per poder desplaçar-se de manera eficient a través de qualsevol via de comunicació terrestre, és necessari un sistema integral. Aquest sistema requereix identificar el tipus de vehicles que es troben sobre la via i compartir informació entre aquests vehicles i la infraestructura.

Per a establir la comunicació entre vehicles i infraestructura, és necessària una comunicació sense fil. Incorporar com a mitjà de comunicació els sistemes mòbils, implica un cost relativament alt com a conseqüència del cobrament del temps aire. L'altra possibilitat és la utilització de sistemes de comunicació de curt abast dedicats, què estan exempts del cobrament de temps aire, però que requereixen una inversió inicial relativament alta en la instal·lació del sistema.

Aquest treball de tesi planteja una alternativa de comunicació entre infraestructura i vehicles, utilitzant com a antenes les espines magnètiques. Les espines magnètiques són dispositius àmpliament utilitzats en el món per a la detecció de vehicles, a causa del seu baix cost de manteniment i la seua gran durabilitat.

La primera etapa del treball planteja l'estudi del camp magnètic generat per espines rectangulars i la seua validació amb dades experimentals. Per aquesta anàlisi es va

desenvolupar un simulador que permet conèixer la distribució del camp magnètic generat per una espira magnètica.

La segona etapa va consistir a analitzar i plantejar un model que permetria calcular el nivell de tensió que podria transmetre's entre dues espires, una emissora i l'altra receptora. La simulació va ser comparada amb valors experimentals.

Amb els resultats abans exposats es té una eina per al disseny d'espores, tenint control de variables com la seua dimensió, nombre de voltes, corrent d'alimentació, separació entre espores i freqüència del senyal. Aquesta eina ajuda a predir el nivell de senyal captat i amb aquesta dada establir el disseny del circuit de recepció.

En la tercera etapa, basant-se en els resultats de la simulació, es va dissenyar un sistema de comunicació de curt abast, utilitzant la inducció magnètica com a mitjà per a la transferència d'informació entre dues espores, i es va comprovar que és possible la comunicació de curt abast, en una àrea restringida i sense radiar senyal que pugi interferir amb altres sistemes.

Les espores magnètiques són dispositius que es troben instal·lats en moltes autovies, per la qual cosa una comunicació de curt abast utilitzant aquests dispositius no requereix major inversió en la seua instal·lació, excepte el circuit de comunicació, que s'afegeix a la funcionalitat existent avui dia als controladors d'espores magnètiques. Al mateix temps en la tesi, també es va analitzar la utilització d'espores magnètiques fetes amb cable pla, la qual cosa obri la possibilitat d'utilitzar espores mòbils.

La comunicació de curt abast utilitzant espores magnètiques, planteja una solució de comunicació entre vehicles i infraestructura, de baix cost. Aquesta característica permet que siga fàcil d'implementar en un major nombre de punts. Així mateix, a causa que la comunicació es fa per acoblament de camp magnètic, les condicions climatològiques no tindrien un efecte significatiu en la transmissió.

Dels resultats d'aquesta recerca s'han publicat i presentat els següents treballs:

- 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). EspañaISBN: 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.