



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

## ANEXO B

Diseño de un Sistema Inalámbrico de Recarga de Vehículos de  
Movilidad Ligera

Autor: Luisa Bujidos Lamas  
Director: Jesús Teijeiro Bello  
10 de abril de 2024, Madrid

---

## ÍNDICE

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN .....  | 3  |
| 2. | ESTADO DE LA CUESTIÓN.....                                      | 4  |
| 3. | MOTIVACIÓN .....  | 6  |
| 4. | OBJETIVOS DEL PROYECTO.....                                     | 7  |
| 5. | ALINEACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)..... | 8  |
| 6. | METODOLOGÍA DE TRABAJO .....                                    | 10 |
| 7. | RECURSOS A EMPLEAR.....   | 11 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al auge de la movilidad urbana sostenible, se ha experimentado un rápido crecimiento en el uso de bicicletas eléctricas. Aunque este medio de transporte es una buena alternativa ecológica para reducir la huella de carbono, su implementación presenta grandes desafíos debido a la falta de un sistema de carga universal que sea accesible en varios espacios públicos.

Este proyecto propone abordar estas limitaciones desarrollando un sistema de carga inalámbrico para bicicletas eléctricas en colaboración con la empresa Don Ciclete. Con este enfoque, se propone la simplificación del proceso de carga, además de generar un debate sobre la importante necesidad de que haya una regulación y estandarización de las infraestructuras de carga de vehículos de movilidad ligera.

La realización de este proyecto se sitúa en un momento crucial, al estar el sector de la movilidad urbana en pleno auge, además de contribuir a mejorar la experiencia del usuario y ayudar a desarrollar ciudades más sostenibles.

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El sistema inalámbrico de carga se basa en el principio de inducción electromagnética. A través de una bobina transmisora, a la cual se le hace pasar una corriente alterna, se genera un campo magnético. Cerca del transmisor, se coloca una segunda bobina receptora. El campo magnético alternante creado por la bobina del transmisor induce una corriente eléctrica en la bobina receptora. Este fenómeno se basa en la ley de Faraday de inducción electromagnética, al establecer que un cambio en el flujo magnético a través de un circuito cerrado induce una corriente eléctrica en el circuito.

A través de un circuito rectificador, esta corriente alterna se convierte en corriente continua, utilizable para cargar la batería del dispositivo, en este caso, la batería de la bicicleta eléctrica. Esta corriente es regulada para conseguir una corriente más uniforme, y por último se utilizaría un circuito de gestión de carga para asegurar que la bicicleta eléctrica se cargue de manera controlada, protegiéndola de sobrecargas, y asegurando que se cargue de manera eficiente.

Estos principios son los que han generado los sistemas de carga inalámbrica, cada vez más populares entre dispositivos electrónicos y de automoción. Es una carga más accesible y conveniente, al reducir el desgaste de los componentes físicos, además de facilitar la implementación de estaciones de carga tanto en espacios públicos como privados.

Los sistemas de carga inalámbrica específicamente para las bicicletas eléctricas aún están en desarrollo, habiendo más limitaciones en comparación con los dispositivos móviles o los vehículos eléctricos. Sin embargo, hay un interés creciente en desarrollarlos, por parte de las empresas de gestión de aparcamiento y carga de bicicletas eléctricas como Don Ciclo. Aumentan la comodidad del usuario al eliminar la necesidad de conectores y cables, además de proporcionar una solución cómoda al poder integrarse en estaciones de bicicletas privadas o públicas.

Aunque es un sistema de carga prometedor, presenta varios desafíos técnicos. Uno de los principales es la eficiencia en la transferencia de energía. La distancia entre la bobina transmisora y la receptora afecta significativamente la eficiencia, generando pérdidas. En particular para las bicicletas eléctricas, al estar el espacio de los sistemas de carga limitado, se dificulta el mantenimiento de esta distancia. Uno de los grandes problemas, mencionado anteriormente, es la falta de estandarización de estos sistemas. Esto limita las opciones de los consumidores. Es crucial el establecimiento de unos sistemas de carga inalámbricos universales para conseguir la compatibilidad entre diferentes marcas y modelos.

Los recientes avances tecnológicos de carga inalámbrica para bicicletas eléctricas se centran en la mejora de eficiencia energética y la velocidad de carga. Una mejora en materiales y diseño de bobinas consigue una transferencia de energía más efectiva. Al usar sistemas más sofisticados, se minimizarían las pérdidas de energía durante la transferencia. Por otro lado, la velocidad de carga se ha incrementado gracias a los avances en los circuitos de control y electrónica de potencia. Estos aseguran una carga más rápida sin comprometer la seguridad o vida útil de la batería.

### 3. MOTIVACIÓN

Este proyecto surge de la importancia de implementar un sistema de carga universal que se adapte a los diferentes modelos y marcas de bicicletas eléctricas. Esta carencia frena la compra de bicicletas eléctricas particulares, al no tener un sitio donde poder cargarlo en la ciudad que se adapte a todos los modelos. El proyecto propuesto busca abordar este problema mediante el desarrollo de un sistema de carga inalámbrico, que se pueda instalar en la mayoría de las bicicletas eléctricas del mercado, y que sea compatible con los parkings de las bicicletas eléctricas de Don Ciclo. Se busca eliminar uno de los principales obstáculos para la movilidad ligera, facilitando el cambio hacia un transporte cada vez más sostenible.

Por otro lado, la promoción de movilidad sostenible combate uno de los grandes problemas de contaminación y tráfico en áreas urbanas. Las bicicletas eléctricas son una solución efectiva cuyo potencial se maximizaría con un sistema de carga accesible. Este medio de transporte reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los vehículos de combustión. Al implementar este proyecto, se disminuye la utilización de combustibles fósiles, reduciendo la contaminación del aire en las zonas urbanas.

Además, para incentivar el uso de bicicletas eléctricas, es fundamental disponer de una infraestructura de carga que sea eficiente energéticamente, pero sobre todo que sea ampliamente accesible. Esto implicaría la instalación de diferentes estaciones de carga en varios puntos de la ciudad, implementados con el sistema de carga inalámbrico. Al eliminar la preocupación de no poder cargar la bicicleta eléctrica en la calle, más personas se motivarían a cambiar sus métodos de transporte hacia opciones más sostenibles.

Por último, como alumna de ingeniería industrial, me parece muy interesante el enfoque de este proyecto al unir el gran potencial de mi educación en ingeniería con la posibilidad de acelerar la transición hacia un modelo de movilidad más sostenible. Creo que es una gran oportunidad para investigar sobre el poder que tiene la ingeniería para crear soluciones que mejoren la calidad del espacio urbano en el que vivimos.

## 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto tiene cuatro objetivos claros. Los objetivos son los siguientes: analizar el estado del arte del mercado de carga para bicicletas eléctricas; desarrollar un sistema de carga inalámbrica para bicicletas eléctricas que se pueda aplicar múltiples modelos de las mismas, garantizando su facilidad de uso y su accesibilidad; optimizar la eficiencia energética del sistema y por último evaluar la viabilidad técnica y económica del sistema.

Para realizar un análisis exhaustivo del estado del arte en el mercado de sistemas de carga para bicicletas, analizando tanto soluciones inalámbricas como las convencionales con cableado, es necesario investigar las tecnologías de carga existentes. De esta manera, se analizarán sus ventajas, limitaciones, y las áreas de mejora.

Por otra parte, se tiene como objetivo principal la creación de un sistema de carga inalámbrico que sea compatible con una amplia gama de bicicletas eléctricas. El diseño tendrá en cuenta la facilidad de instalación, su impacto estético en el entorno y la resistencia a las condiciones meteorológicas. Así, se ofrecerá una solución práctica y sostenible para diferentes entornos urbanos.

Asegurar una carga eficiente en los estacionamientos urbanos es crítico, y para esto se tiene que intentar minimizar las pérdidas. Esto garantiza que las bicicletas se carguen por al rededor de un 80% en estos espacios, fomentando su uso entre la población al proporcionar un sistema de carga confiable. Se debe alcanzar un balance entre eficiencia energética, velocidad de carga y salud de la batería.

El último objetivo tiene en cuenta los aspectos técnicos, como la durabilidad de sistema, los requisitos de mantenimiento y la facilidad de integración en las infraestructuras de carga de Don Cicleto. Además, se hará un análisis de costos, considerando tanto gastos operativos como gastos de mantenimiento, comparándolos con otros sistemas de carga alterativos.

## 5. ALINEACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa de las Naciones Unidas, creada en 2015. Está compuesto por 17 objetivos que buscan afrontar los desafíos más importantes a los que se enfrenta la humanidad mundialmente. Se diseñaron para ser alcanzados en 2030, e incluyen temáticas como la pobreza, el cambio climático, o la paz.

El proyecto de diseño y desarrollo de un sistema de carga inalámbrica se alinea con varios ODS. Uno de los más relevantes es el ODS 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”. El objetivo le da importancia a la eficiencia energética y el uso de energías renovables para aumentar la sostenibilidad. El sistema de carga inalámbrica proporciona una solución tecnológicamente avanzada que fomenta el uso de una energía limpia y mejora la eficiencia energética en el sector del transporte. Con este proyecto se podría reducir el consumo de energía y la dependencia de los combustibles fósiles, alineándose con el objetivo.

Además, este proyecto respalda el ODS 9: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.” Al introducir un sistema de carga innovador para bicicletas eléctricas, se contribuye a la mejora de la infraestructura urbana, haciendo que el transporte sea más eficiente y sostenible. El proyecto es innovador ya que busca plantear una solución universal de carga inalámbrica que puede servir como base para futuros desarrollos en otras áreas de movilidad urbana, como los patinetes eléctricos.

Por otro lado, el sistema de carga inalámbrica está vinculado con el ODS 11: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. Al proporcionar una solución ecológica para la carga de bicicletas, se apoya la creación de una ciudad más sostenible, reduciendo la congestión del tráfico y mejorando la calidad del aire.

Por último, el proyecto contribuye al ODS 13: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”. Al fomentar la sustitución de vehículos de combustión por vehículos eléctricos se consigue una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que es uno de los mayores contribuyentes al cambio climático.



Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible

## 6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para realizar este trabajo de investigación, la metodología de trabajo constará de una revisión bibliográfica y análisis del estado del arte, seguido de un análisis técnico para desarrollar un modelo, y por último un análisis de viabilidad económica.

La investigación se realizará a través de una revisión exhaustiva de artículos académicos que analizan las diferentes tecnologías de carga inalámbrica actuales y su aplicación en bicicletas eléctricas, En esta fase también se investigara con la ayuda de la empresa Don Ciclo y sus actuales modelos de estacionamiento de vehículos de movilidad ligera.

Posteriormente, se desarrollará un modelo teórico del sistema de carga, incluyendo cálculos de ingeniería y diseño de circuitos. Se comprobarán distintos modelos para determinar cuál es el más adecuado para su uso en bicicletas eléctricas, teniendo en cuenta la eficiencia y los costes. Por último, se hará un análisis de viabilidad económica para evaluar el costo de implementación.

|   | <b>Febrero</b> | <b>Marzo</b> | <b>Abril</b> | <b>Mayo</b> | <b>Junio</b> |
|---|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Asignación de Proyecto  |                |              |              |             |              |
| Familiarización con las tecnologías de sistema de carga de bicicletas eléctricas. |                |              |              |             |              |
| Investigación sobre los posibles sistemas de carga inalámbricos                   |                |              |              |             |              |
| Desarrollo del modelo   |                |              |              |             |              |
| Análisis de coste y viabilidad  |                |              |              |             |              |
| Presentación  |                |              |              |             |              |

Figura 1: Cronograma de Trabajo

---

## 7. RECURSOS A EMPLEAR

Para asegurar una investigación que este fundamentada, se accederán a bases de datos académicos con el objetivo de conseguir publicaciones de renombre. Se utilizarán bases de datos como Google Scholar, Science Direct, o el repositorio de la Universidad Pontificia Comillas. Las publicaciones servirán como base para el análisis del estado del arte, donde se investigará el mercado de los sistemas de carga de bicicletas eléctricas.

Por último, el desarrollo de este proyecto se realiza en colaboración con la empresa Don Cicleteo, especializada en soluciones de aparcamiento para bicicletas. Proporcionarán asistencia técnica, facilitando el acceso a infraestructuras existentes y conocimientos sobre el mercado de las bicicletas eléctricas.