

## **ANEXO V. MEMORIA FINAL DE PROYECTOS. MODALIDADES 1, 2, 3 Y 4**

**CURSO ACADÉMICO 2018/2019**

### **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

#### **1. Título del Proyecto**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE KART ELÉCTRICO

#### **2. Código del Proyecto**

2018-1-5012

#### **3. Resumen del Proyecto**

*La presente memoria presenta los resultados de la propuesta y actividades realizadas, basadas en el diseño y construcción de un kart, propulsado al 100% por un motor eléctrico, así como el desarrollo de la electrónica de control que gestione tanto la alimentación del motor desde una fuente de energía eléctrica basada en acumuladores o baterías y la etapa de potencia para alimentar dicho motor de la manera más eficiente.*

*Para ello se ha trabajado en la adaptación los contenidos de algunas de las prácticas impartidas en determinadas asignaturas, y se han diseñado distintos proyectos y actividades, así como Trabajos Fin de Grado. Se ha trabajado en el el diseño y optimización de ciertos parámetros, tales como autonomía, velocidad, controlabilidad,... que faciliten ser testados e implementados en el mismo el diseño final, con objeto de comprobar los resultados.*

#### **4. Coordinador/es del Proyecto**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>
Manuel Cañas Ramírez	Ingeniería Eléctrica	58

#### **5. Otros Participantes**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Tipo de Personal</b>
José Zamora Salido	Ingeniería Eléctrica	58	PDI
Francisco Javier Jiménez Romero	Ingeniería Eléctrica	58	PDI
Vicente Barranco López	Ingeniería Eléctrica	58	PDI
Francisco Manuel Álvarez Wic	Ingeniería Eléctrica		Contratado con cargo a proyecto
Juan Rafael Cabello García	Empresa SGS Tecnos		Externo

# MEMORIA

## 1. Introducción

El indudable auge experimentado por el vehículo eléctrico en los últimos años y sobre todo, las expectativas de su inminente implantación en el sector del transporte, favorecidas por varios factores clave, como son su mayor rendimiento y sus menores costes de mantenimiento frente a los tradicionales vehículos de combustión, y por supuesto los incuestionables beneficios medioambientales que supone el utilizar una energía limpia como la electricidad, hace que éste sea uno de los principales campos de desarrollo profesional de los futuros egresados de las titulaciones afines al sector de la movilidad eléctrica, muy especialmente en el caso de los Graduados en Ingeniería Eléctrica y que no siempre son lo suficientemente estimulados u orientados a este campo de aplicación a través de los contenidos tradicionales impartidos en sus estudios.

Por tanto, se estima que sería muy interesante llevar a cabo actividades y programas formativos que, bien a través de determinadas prácticas específicas en ciertas asignaturas, así como de forma transversal a las materias mediante formación extracurricular o simplemente en los Trabajos Fin de Grado, ayuden formar y capacitar en las competencias necesarias para el desempeño profesional en este nuevo campo a aquellos futuros ingenieros que deseen orientar su labor en este prometedor sector emergente, ampliando así sus posibilidades de empleabilidad futuras.

Se considera de especial interés el poder introducir actividades que permitan, de una forma natural y transversal, conectar los conceptos y contenidos impartidos en las materias propias de la titulación con las competencias y capacitación como futuros Ingenieros Eléctricos en este campo de aplicación profesional dentro de su formación en esta Especialidad Industrial.

Este proyecto se basa en el diseño y construcción de un kart, propulsado al 100% por un motor eléctrico, así como el desarrollo de la electrónica de control que gestione tanto la alimentación del motor desde una fuente de energía eléctrica basada en acumuladores o baterías y la etapa de potencia para alimentar dicho motor de la manera más eficiente.

Para ello se ha trabajado en el diseño de los contenidos de algunas de las prácticas impartidas en asignaturas como “Máquinas Eléctricas”, “Instalaciones Eléctricas” o “Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas”, así como a través de distintos Trabajos Fin de Grado, en los que se han tratado de estudiar el diseño y la optimización de ciertos parámetros del vehículo prototipo, tales como autonomía, velocidad, controlabilidad que permitan ser testados e implementados en el mismo, con objeto de comprobar los resultados.

## 2. Objetivos

Los objetivos inicialmente planteados han sido, por un lado, introducir, estimular y ampliar los conocimientos curriculares del alumnado en una tecnología de futuro, como es la relacionada con el vehículo eléctrico, mediante prácticas y actividades académicas dirigidas de carácter innovador, tanto por la temática, como por la metodología empleadas, basadas en el trabajo por competencias y con una clara transferencia del conocimiento teórico a la práctica, partiendo desde el diseño y concepción de cada una de las partes componentes de un vehículo eléctricos tipo kart. Y por otro, mejorar la capacitación y competencia profesional del alumnado, mediante la asimilación de estos conocimientos de forma práctica y aplicada. Todas estas acciones se encuadran claramente dentro de las líneas de acción prioritarias señaladas en la modalidad 1 de la presente convocatoria.

Así mismo, se espera que éste sea el primero de una serie de futuros proyectos, encaminados a la optimización de diferentes parámetros en el vehículo fabricado, bien en términos de eficiencia energética, controlabilidad, autonomía, abastecimiento energético, diferentes formas de recarga,

incorporación de sistemas de recarga basados en energías renovables, autopilotaje, etc., que se irán desarrollando en el tiempo, una vez consolidados los procedimientos y herramientas utilizadas.

Por último, se espera mejorar la motivación de los estudiantes del Grado en Ingeniería Eléctrica de la EPSC, que se traduzca en una reducción de la actual tasa de abandono en esta titulación, mejorando así las perspectivas de una óptima acreditación de la Titulación y mejora de la visibilidad de la Ingeniería Eléctrica entre los estudiantes de ciclos inferiores.

Estos objetivos generales se concretan a través de la consecución de otros más concisos, como son:

- Generar entre el alumnado la inquietud por profundizar en el conocimiento de materias propias de la especialidad, a través de la aplicación de contenidos y competencias adquiridos en asignaturas que les permitan llevar a cabo desarrollos y resolución de problemas tecnológicos prácticos, como es la fabricación de un vehículo eléctrico tipo kart.
- Poner en práctica el desarrollo de trabajos basados en proyectos, mediante el diseño e integración de las distintas partes y componentes de un vehículo eléctrico y del estudio de sus parámetros de control.
- Animar a la participación y trabajo en equipo, a través de los grupos de trabajo que se formarán para trabajar en las distintas partes que conforman al vehículo, como son: el chasis o estructura soporte, sistema de frenado, propulsión, baterías, electrónica de control y de potencia.
- Despertar el interés por el estudio de materias y temas de vanguardia relacionados con la Ingeniería Eléctrica.
- Reducir la tasa de abandono del alumnado del Grado en Ingeniería Eléctrica, a través del estímulo que supone el contacto con la aplicabilidad práctica de las materias cursadas en las asignaturas de la titulación.

### **3. Descripción de la experiencia**

En primer lugar, se ha de destacar la gran dificultad que entraña la realización de cualquier proyecto de ejecución material por varios motivos: el primero como es evidente es el económico, ya que al tratarse de un proyecto de carácter innovador y de aplicación a un vehículo real, los costes derivados de la adquisición de cualquier elemento o material son ampliamente mayores a los que una convocatoria como ésta es capaz de otorgar. No obstante, el gran apoyo recibido por parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Córdoba ha permitido salvar, en parte, algunos de los requerimientos económicos y materiales del proyecto.

Otro de los problemas encontrados es el de encontrar disponibilidad del profesorado implicado, en los términos requeridos por el proyecto, ya que para cumplir en plazo y forma es necesario contar con una compatibilidad horaria con el normal desarrollo de sus funciones, que difícilmente es asumible, máxime cuando se trata de proyectos con un escaso margen de materialización, teniendo en cuenta que desde que se formula la propuesta hasta que se recibe una respuesta positiva y el montante final concedido, el cual no siempre coincide con el solicitado, pasa algún tiempo y este margen se reduce aún más. En cualquier caso, es destacable la buena disposición del profesorado y la implicación y respaldo del Departamento de Ingeniería Eléctrica, como ya se ha comentado, el cuál no sólo ha brindado y ofrecido parte de sus instalaciones para el desarrollo del proyecto, sino que ha puesto al servicio de éste una plataforma tipo “buggie”, en la que este Departamento ya está trabajando para su adaptación a vehículo eléctrico. Gracias a ello se ha podido empezar a trabajar de forma práctica y con un dimensionamiento muy aproximado a los objetivos inicialmente planteados.

El último de los condicionantes y quizá la más importante de las dificultades que nos hemos encontrado es la disponibilidad e implicación del alumnado. Hay que, por un lado, realizar un análisis de cómo compatibilizar los formatos clásicos de las asignaturas, con nuevas fórmulas de impartición, mediante la realización de proyectos basados en la adquisición de competencias vinculadas a las distintas especialidades, que estimulen a los estudiantes a su implicación, ya que en muchas ocasiones una excesiva dedicación a este tipo de proyectos, aunque a priori puedan ser muy atractivos para ellos, supone una cierta desconexión del trabajo y estudio cotidiano, que puede perjudicar su currículum, al no poder superar o hacerlo con bajas calificaciones, asignaturas no estrechamente vinculadas a este tipo de proyectos. Por otro lado, hay que mencionar que el Grado hacia el que va dirigido este proyecto y los cursos en los que se entiende los alumnos están en disposición de aportar más al mismo, existe un número muy escaso de éstos, y que muchos de ellos o bien ya se encuentran en su fase final de estudios, en los que o bien se encuentran realizando prácticas de empresa, el trabajo fin de grado e incluso otros proyectos y actividades, lo que finalmente se traduce en una escasa participación. En este sentido, es de agradecer la colaboración de la empresa SGS Tecnos, S.A., quien ha acogido a parte del alumnado implicado en prácticas, ha ayudado en las labores de dirección de algunos de los Trabajos Fin de Grado relacionados con el proyecto y ha ayudado en la formación y documentación de este alumnado.

No obstante a todo lo anteriormente expuesto, se ha conseguido contar con un reducido número de alumnos que en el seno de algunas de las asignaturas y especialmente en el desarrollo de su trabajo fin de grado, ha colaborado en esta primera fase, a través de la cual se ha conseguido definir el dimensionamiento y selección del conjunto motor/controlador más adecuado, lo que no es baladí, ya que se trata de la elección más delicada, para asegurar un resultado óptimo que permita, mediante un sistema de abastecimiento energético razonable, el desplazamiento del vehículo con una autonomía suficiente.

#### **4. Materiales y Métodos**

Durante el primer cuatrimestre se ha contactado con el alumnado de las asignaturas ya mencionadas, así como alumnos en disposición de desarrollar su Trabajo Fin de Grado con el propósito de animarlos a participar en el proyecto y poder así formar los equipos de trabajo encargados de las distintas partes que integrarán al vehículo. Igualmente se hizo con el profesorado que participa del proyecto, así como con otros del Departamento de Ingeniería Eléctrica, que apoya plenamente la iniciativa, para que se involucrase y tutorizasen a los equipos de trabajo.

También se ha trabajado en el diseño de prácticas y actividades académicas orientadas a los distintos hitos que permitan el desarrollo de cada una de las partes del vehículo, desde su diseño/selección, montaje e integración. Especialmente en esta primera fase, se ha optado por animar a alumnos que se encontraban en fase de realización de Trabajos Fin de Grado, ya que la readaptación de prácticas o actividades en las asignaturas se entiende que es objeto de un mayor esfuerzo en el diseño y adaptación de éstas, para que encajen en tiempo y forma en los ya de por sí apretados programas que, por otra parte, también han de responder a los objetivos y metodologías descritos y emanados de los diferentes documentos y normativa, que a veces encorsetan en exceso y dificultan el desarrollo de nuevas metodologías compatibles con éstos.

Ya en el segundo cuatrimestre, se ha procedido a generar los recursos necesarios para poder llevar a cabo esos diseños programáticos, que permitan formar los equipos para conseguir un resultado preliminar positivo que sirvan como base documental, no sólo de los trabajos fin de grado involucrados, sino de futuras ampliaciones y mejoras, orientadas hacia los objetivos académicos y procedimentales inicialmente planteados. Se ha recurrido, entre otras herramientas, a la plataforma web creada por la Escuela Politécnica Superior de Córdoba para la oferta de Trabajos Fin de Grado y Máster.

Paralelamente, con recursos del Departamento de Ingeniería Eléctrica, se ha trabajado en el análisis de la plataforma de desarrollo de hardware a utilizar, común a todos los sistemas electrónicos, que permita la recopilación de un repositorio de librerías y protocolos, que sirvan de base para los trabajos futuros, así como para homogeneizar y compatibilizar todos los diseños y desarrollos presentes y futuros. Para ello se ha recurrido a hardware libre de licencias, basado en kits de desarrollo compatibles, tipo Arduino y Raspberry pi, compuestos por 3 kits Raspberry pi vx, 1 Shield Arduino XBee y 1 placa XBee 2mW Serie 2(ZB) con Antena.

En cuanto al motor y baterías, así como controlador a utilizar, se han estudiado alternativas comerciales y se ha adquirido de forma conjunta el dúo motor-controlador, con objeto de asegurar la compatibilidad, lo cual ha consumido el 100% de los recursos económicos obtenidos por la ayuda de la convocatoria. Ello ha supuesto un gran esfuerzo por parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica, que ha tenido que sufragar con recursos propios, gran parte de los gastos necesarios para llevar a cabo el proyecto y que ha sido en gran medida, la parte más limitante para la consecución de los objetivos inicialmente planteados. Esta ayuda se ha materializado en la puesta a disposición del proyecto de una plataforma buggie propiedad del Departamento y que ha servido de base y soporte mecánico para el estudio del dimensionamiento del motor y controlador encargado de su propulsión.

## **5. Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos se adecúan en gran parte a los inicialmente trazados, aunque con las limitaciones que ya se han comentado, y que ha dificultado en gran medida la consecución de éstos. Estos resultados se pueden resumir en:

- Se ha tratado de implicar al alumnado del Grado en Ingeniería Eléctrica de la EPSC, para que éste perciba, a través de actividades académicas integradas en sus estudios, una conexión directa entre las materias y contenidos teóricos impartidos en algunas de las asignaturas, así como de los Trabajos in de Grado, mejorando las competencias de carácter técnico y profesional en un campo de vanguardia propio de esta especialidad industrial y ampliando sus futuras perspectivas laborales.
- Se ha trabajado en el estímulo de los estudiantes a trabajar en equipo, así como premiar el esfuerzo e ingenio desarrollado a través del trabajo basado en un proyecto.
- Se ha conseguido, gracias a la implicación del Departamento de Ingeniería Eléctrica, contar con una plataforma de trabajo sobre la que estudiar y desarrollar nuevos y futuros proyectos relacionados con el vehículo eléctrico, así como a la empresa SGS, quien ha colaborado desinteresadamente en la formación de parte del personal implicado en el proyecto.
- Se ha trabajado en la reducción de la actual tasa de abandono en esta titulación, una de las más elevadas a día de hoy en la EPSC.

## **6. Utilidad**

Si bien la utilidad del proyecto se deriva de la consecución de parte de los objetivos planteados, se antoja que paralelamente se han conseguido otros que también pueden ser considerados como útiles, de cara a la consecución de éstos.

Por un lado, se ha conseguido generar una línea de actividad duradera en el tiempo y de largo recorrido, tanto por la actualidad de la temática, como por las posibilidades que ésta genera, al ser susceptible de la implicación de otras especialidades impartidas en la EPSC. En especial en etapas superiores, como puede ser en el máster de Ingeniería Industrial, donde la multidisciplinariedad del alumnado permite abracar actividades y crear grupos de trabajo más heterogéneos y enriquecedores.

Se estima también como muy positivo el vínculo creado entre el Departamento de Ingeniería Eléctrica y la empresa SGS, que sin duda dará origen a nuevas colaboraciones y desarrollo de nuevos proyectos en el ámbito del vehículo eléctrico, lo que sin duda permitirá que el alumnado de la EPSC se beneficie de ello.

También se considera muy útil la visibilidad que este tipo de actividades puede generar para la Titulación objeto de éstas, tan necesaria para originar nuevas vocaciones que mejoren sus tasas y ratios, tanto de éxito y abandono, como de elección entre estudiantes de etapas inferiores. Para ello se piensa en el uso de recursos y medios de difusión apropiados.

## **7. Observaciones y comentarios**

Las observaciones que realizar se derivan de las dificultades ya comentadas y que se centran en la escasez de tiempo y limitación de recursos para llevar a cabo este tipo de actividades, en los que es necesaria la adquisición de equipos y materiales, así como una compleja ejecución material. Se estima que en este caso sería conveniente alargar los plazos de realización del proyecto, como mínimo a dos cursos académicos, ya que no es sencillo, como ya se ha descrito anteriormente, la adecuación de los programas, la búsqueda de recursos humanos y la implicación del alumnado en tan corto espacio de tiempo.

También sería deseable una mayor dotación en aquellos proyectos que sea necesario un desembolso considerable de recursos materiales, ya que de lo contrario se pone en riesgo la consecución de los objetivos planteados.

Por último, es destacable la desinteresada implicación del profesorado en este tipo de iniciativas y la colaboración de agentes externos, como la empresa SGS, que han puesto a disposición del proyecto parte de sus recursos, al menos humanos, y los conocimientos previos para el buen desarrollo del mismo.

## **8. Bibliografía**

- <https://www.electricmotorsport.com/> (web distribuidora de motores y kits para karting)
- <https://www.openmotors.co/> (web para desarrollo de vehículos eléctricos tipo B2B)
- <https://www.trexa.com/> (web de empresa dedicada a la comercialización y desarrollo de vehículos eléctricos)

## **9. Mecanismos de difusión**

Se espera que la web de la propia Universidad, de la EPSC, del Departamento de Ingeniería Eléctrica, y de la empresa colaboradora SGS, puedan dar testimonio del trabajo desarrollado e inciten y generen nuevas inquietudes entre el alumnado y profesorado de la EPSC, con objeto de dar continuidad al proyecto ahora iniciado y que pueda mantenerse e incluso ampliarse a otros campos del conocimiento aplicado al vehículo eléctrico, sus infraestructuras de recarga, las comunicaciones y cualquier otro campo de actividad relacionada con éste.

## **10. Relación de evidencias que se anexan a la memoria**

A continuación, se muestran algunas fotografías realizadas sobre la plataforma de desarrollo, así como de parte del material puesto a disposición del proyecto y adquirido con cargo a la ayuda concedida.



Fig.1: Vistas de la plataforma cedida por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Córdoba



Fig. 2: Alumnos trabajando sobre la plataforma



Fig. 3: Motor eléctrico seleccionado para utilización en plataforma



Fig. 4: Controlador electrónico adquirido para control del motor eléctrico

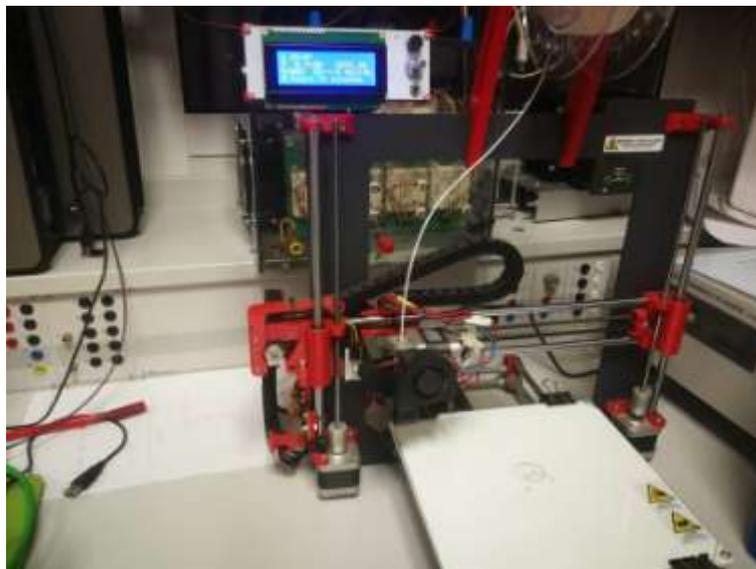


Fig. 5: Impresora 3D del Grupo de Investigación de Ingeniería Eléctrica para fabricación de elementos auxiliares y fijación

**En Córdoba 28 a de junio de 2019**

**SRA. VICERRECTORA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**