

OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO Y RENDIMIENTO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS MEDIANTE COMPETICIÓN DE PROTOTIPOS A ESCALA

ORNAMENTAL LIGHTING COMPETITION OF BUILDINGS FOR STUDENTS OF THE ELECTRICAL ENGINEERING DEGREE

José Luis Olivares Olmedilla / el1ololj@uco.es
Francisco Javier Jiménez Romero / fjimenez@uco.es
Manuel Cañas Ramírez / el1caram@uco.es
Tomás Morales Leal / el1molel@uco.es
Vicente Barranco López / el1balor@uco.es
Álvaro Domínguez López / alvaro.dominguez@uco.es
Alma Luisa Albuje Brotons / alma.albuje@uco.es

Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

Abstract

This activity is based on the development of a competition for electric vehicles scale radio-controlled type, in which the winning team must be able to optimize its electrical and energy parameters, by means of an adequate control of the autonomy and speed of the vehicle, according to the characteristics of the circuit and the race.

Thus, theoretical concepts taught in the subjects of the Degree in Electrical Engineering can be transferred to the real practice from the first courses of the degree, so as to increase the students' motivation for subjects related to their professional competences in a vanguard theme.

It is also intended to reduce the dropout rate in this degree and thus improve their accreditation prospects.

Keywords: Competition; Electric Vehicle; Energy Efficiency; Electrical Engineering.

Resumen

El proyecto se basa en el desarrollo de una competición de vehículos eléctricos a escala tipo radio-control, en la que el equipo ganador será aquél que haya sido capaz de optimizar parámetros eléctricos y energéticos de un vehículo, mediante un adecuado control de la autonomía y velocidad del mismo, en función de las características del circuito y de la propia carrera en sí.

Con ello se pretende transferir conceptos teóricos impartidos en las asignaturas propias del Grado en Ingeniería Eléctrica a la práctica real desde los primeros cursos de la titulación, de forma que se incremente la motivación del alumnado por temas relacionados con sus competencias profesionales en una

temática de vanguardia, ayudando a reducir la tasa de abandono en la titulación y por ende mejorar sus perspectivas de acreditación.

Palabras clave: Competición; Vehículo Eléctrico; Eficiencia Energética; Ingeniería Eléctrica

1. INTRODUCCIÓN

El indudable auge experimentado recientemente por el vehículo eléctrico, no sólo en el sector del transporte, sino incluso a escala deportiva o de competición, como la fórmula E (versión eléctrica de la fórmula 1), ha despertado gran interés en todos aquellos campos de desarrollo profesional relacionados con éste, a los que no es ajeno el Ingeniero Eléctrico.

Hay varios factores que hacen prever una gran demanda de este tipo de vehículos en un futuro inmediato (menor consumo, mayor rendimiento, menores costes de mantenimiento, mayores beneficios medioambientales,...). Además, la energía eléctrica necesaria para alimentar este tipo de vehículos está disponible prácticamente en cualquier lugar e incluso puede ser generada de manera fácil y autónoma mediante el uso de sistemas de generación conocidos como “renovables”.

No cabe duda, por tanto, que éste será uno de los principales campos de aplicación profesional de los futuros Graduados en Ingeniería Eléctrica y que hasta ahora no han sido lo suficientemente estimulados u orientados a través de los contenidos tradicionales impartidos en sus estudios. Este hecho es aún más relevante en los primeros cursos, en donde recae un alto contenido de materias básicas, no siempre ligadas a la aplicación práctica o profesional de las competencias propias de la especialidad. Por tanto, sería muy interesante llevar a cabo actividades y programas formativos extracurriculares, que paralela y transversalmente a las materias “tradicionales”, ayuden a despertar el interés entre los estudiantes de esta especialidad en profundizar o al menos iniciarse, en este prometedor sector en auge, ampliando así sus posibilidades de empleabilidad futuras.

Por otro lado, en los últimos años se viene observando un preocupante aumento de la tasa de abandono entre el alumnado de la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (en adelante EPSC), hallándose entre las más elevadas de las titulaciones impartidas en dicho Centro. Si bien no debe ser la única causa, no es menos cierto que parte de estos motivos pueden residir en la baja motivación del alumnado de los primeros cursos de la titulación, en los que como ya se ha comentado aún no es evidente la conexión entre las materias propias de estos cursos y la aplicación de

estos conocimientos a la práctica técnica o profesional propia de la Ingeniería Eléctrica.

Por tanto, se considera de especial interés el poder introducir actividades como la desarrollada en este proyecto, que permitan de una forma natural y transversal, conectar desde los primeros instantes los conceptos y contenidos impartidos en las materias propias de la titulación con las competencias y capacitación como futuros Ingenieros Eléctricos, o cuando menos a campos de aplicación profesional de su formación en esta especialidad industrial.

2. OBJETIVOS

El objeto del proyecto es la organización de una competición de vehículos eléctricos a escala, a través de una serie de actividades coordinadas, conformando un esquema de trabajo basado en un proyecto de tipo colaborativo, en el que se tratarían de optimizar ciertos parámetros de un vehículo prototipo, tales como la autonomía, velocidad, diseño. ,... y que finalmente serían testados en una carrera en un circuito diseñado al efecto

Con ello se pretendía cubrir de forma general un doble objetivo: por un lado introducir, estimular y ampliar los conocimientos curriculares del alumnado del Grado en Ingeniería Eléctrica en una tecnología de vanguardia, como es la relacionada con el control de los parámetros básicos que optimicen el abastecimiento energético de vehículos eléctricos. Por otro, mejorar la motivación de los estudiantes de esta titulación desde los primeros instantes, que se traduzca en una reducción de la actual tasa de abandono de la misma. Ello, a través de la consecución de otros más concretos, como son:

- Estimular al alumnado en la profundización de conocimientos de materias propias de la especialidad, a través de la aplicación de contenidos y competencias adquiridos en asignaturas básicas, que les permitan llevar a cabo desarrollos y resolución de problemas tecnológicos prácticos, como es la optimización de parámetros eléctricos que garanticen la autonomía y velocidad óptimas de un vehículo eléctrico para cubrir un determinado recorrido en el menor tiempo posible.

- Poner en práctica el desarrollo de trabajos basados en proyectos, mediante el estudio de los parámetros de control sobre sistemas de abastecimiento eléctrico, en términos de potencia, tiempo y velocidad, y su aplicación a un vehículo eléctrico.

- Animar a la participación y trabajo en equipo, mediante la conformación de los equipos que participarían en la competición.

- Valorar el esfuerzo y talento a través de recompensa, obtenida en el reconocimiento de los equipos que consigan los mejores resultados en la competición en los reglajes y configuración de los sistemas comunes a todos los equipos participantes.

- Estimular el ingenio a través de actividades de competición, con objeto de obtener el máximo rendimiento y provecho de los materiales y kits entregados a los equipos.
- Despertar el interés por el estudio de materias y temas de vanguardia relacionados con la Ingeniería Eléctrica.
- Reducir la tasa de abandono del alumnado de primeros cursos del Grado en Ingeniería Eléctrica, a través del estímulo que supone el contacto con la aplicabilidad práctica de las materias cursadas desde asignaturas básicas.

3. METODOLOGÍA

El proyecto comprendía varias fases de desarrollo:

- Una primera fase de información y difusión del proyecto entre el alumnado de primer y segundo curso de la titulación con el propósito de animarlo a participar. Dicha difusión se realizó, tanto de forma presencial a través del profesorado participante en sus clases, como mediante la plataforma Moodle, dando a conocer las bases de la competición, así como las diferentes etapas y reglas que deberían respetarse para la participación y conformación de los equipos.
 - Una segunda fase centrada en la formación básica sobre los diferentes componentes y elementos en los que se podría actuar para mejorar ciertas características y parámetros relacionados con la autonomía y control de los vehículos.
 - Una tercera fase, en la que los equipos deberían configurar los elementos de control y reglajes de los vehículos para la competición, así como de entrenamiento y familiarización en la conducción del vehículo.
 - Una cuarta fase de competición en sí misma, en la que a través de una carrera se pondría en evidencia si los ajustes realizados en los vehículos y el trabajo desarrollado serían o no los adecuados.
 - Una quinta y última de difusión de los resultados.
- Excepto la quinta fase, todas las demás han sido desarrolladas y en el siguiente epígrafe se describen los diferentes hitos y acontecimientos acaecidos, así como los condicionantes que han rodeados cada una de las actividades.

4. DESCRIPCIÓN

4.1 FASE DE INFORMACIÓN

Durante el primer cuatrimestre se realizó una campaña de información entre el alumnado de primer y segundo curso de la titulación de grado en Ingeniería Eléctrica. Dicha campaña consistió en

visitas y pequeñas charlas en aula, así como información escrita a través de la plataforma Moodle, con indicaciones sobre los objetivos, metodología, reglas, etc. En principio se consideró la posibilidad de crear equipos de hasta cuatro participantes, con objeto de que pudiesen dar cabida al mayor número de participantes, ya que por la cuantía finalmente concedida para el desarrollo del proyecto, sólo pudieron adquirirse seis unidades.

Todos los equipos contarían con un profesor/tutor del Departamento de Ingeniería Eléctrica, participante en esta propuesta, que les orientaría y aconsejará sobre las operaciones y reglajes que deberían realizar sobre los vehículos.

También se contó con la participación de alumnos de cursos superiores, quienes podrían actuar como mentores de los equipos, así como en el diseño del circuito e incluso jueces o árbitros durante el día de la competición.

4.2 FASE DE FORMACIÓN

Una vez constituidos los equipos, y debido a la escasa participación obtenida a pesar de la reincidencia en los mensajes enviados al alumnado, se decidió que cada equipo estuviese formado por un máximo de dos integrantes, aumentando así la participación directa en la actividades diseñadas.

Durante esta fase se formó a los equipos en aspectos básicos para la programación de los microprocesadores, con objeto de que pudieran realizar los reglajes oportunos en el sentido de seleccionar la velocidad más apropiada para la competición, así como para el mejor control del servo de dirección y la comunicación inalámbrica entre las emisoras.

También hay que poner de manifiesto la escasa participación e interés mostrado por la mayoría de los equipos registrados.

4.3 FASE DE CONFIGURACIÓN

A todos los equipos se les asignó un mismo kit de materiales, que estarían custodiados por el profesorado participante en este proyecto. Se puso a disposición de los equipos un laboratorio para que pudieran trabajar sobre estos kits, siempre bajo la supervisión del profesorado encargado de coordinar la actividad.

Se asignaron unos determinados días y horas a la semana para que pudieran hacer uso de estas instalaciones y poner en marcha los kits de desarrollo que les fueron asignados. Dichos kits estaban compuestos básicamente de dos placas de desarrollo con microprocesador compatible con Arduino, dos emisoras/receptoras de radiofrecuencia, un mando para control de dirección y velocidad y claro está, un coche eléctrico a escala 1:10, con chasis, motor, servo de dirección y batería.

Al igual que en el caso anterior, la poca asistencia en el tiempo estipulado para configurar y actuar sobre los materiales obligó a diseñar una configuración básica con el fin de evitar que llegado el día de la competición, no fuese posible la puesta en marcha de los vehículos por parte de los participantes.

Por otro lado, con objeto de aumentar el número de participantes y dotar de mayor espectacularidad a la carrera, se contactó con una empresa que organiza talleres de robótica en colegios e institutos, con alumnos de secundaria. Se propuso que participasen en la carrera, para lo que tendrían que competir con los mismos elementos y vehículos que los alumnos de la EPSC. Dicha empresa (Robokids) se mostró en todo momento proactiva e interesada en participar, por lo que se consiguió aumentar en cinco equipos más el número de participantes.

Dicha participación facilitó el publicitar el nombre de la titulación en centros donde estudian posibles futuros alumnos, por lo que se pensó que era interesante facilitarles toda aquella información necesaria para que participasen en igualdad de condiciones que el resto.

4.4 FASE DE COMPETICIÓN

Para la competición, se diseñó el trazado del circuito en el que se llevaría a cabo la carrera y su ubicación. Esto se realizó por el personal participante en la actividad en conjunción con la coordinación del Campus de Rabanales. La prueba se desarrolló en fechas adecuadas que evitara colisiones con el calendario académico del alumnado participante, aunque en este aspecto hay que decir que debido a la amenaza de lluvia y dado que la carrera se desarrollaría al aire libre, hubo de posponerse una semana.

Las reglas diseñadas al efecto se resumen en el siguiente texto:

INSCRIPCIÓN OFICIAL

Para poder participar en la competición, todos los integrantes de cada uno de los equipos deberían firmar por duplicado un documento de aceptación de las reglas de participación. Una vez firmado quedarían oficialmente inscritos y podrán hacer uso de los materiales y recursos, así como de los espacios habilitados para la configuración y preparación de los vehículos puestos a disposición de la actividad, según las condiciones impuestas por la Organización.

RECURSOS MATERIALES

Una vez inscritos oficialmente, cada equipo recibió el kit de materiales ya descrito. Todos los elementos suministrados quedarán custodiados en las dependencias del Departamento de Ingeniería Eléctrica. Ningún equipo podría sustraer material del laboratorio sin permiso expreso del profesorado implicado en la actividad.

Los equipos se harían responsables del buen estado y conservación del material. Cualquier pérdida o deterioro pueden dar origen a su descalificación.

Un equipo formado por profesores del Departamento de Ingeniería Eléctrica, así como alumnos de últimos cursos del Grado en Ingeniería Eléctrica y Máster de Ingeniería Industrial formó, informó y apoyó técnicamente a los equipos en el manejo de los elementos, así como en la programación de los parámetros de control del vehículo. Todas las sesiones se desarrollaron en el laboratorio del Departamento de Ingeniería Eléctrica habilitado en la 1ª planta del edificio Leonardo da Vinci.

Las sesiones regulares inicialmente concertadas fueron las siguientes:

- Martes de 16:00 a 18:30 horas
- Viernes de 11.30 a 14:00 horas

Además, durante algunas jornadas previas a la carrera se habilitaron espacios para realizar pruebas de pilotaje. Se informó debidamente del lugar y horario.

DESARROLLO DE LA COMPETICIÓN

La competición se desarrolló en 2 fases:

- Fase de Reglajes en la que los equipos inscritos deberían optimizar la conducción del vehículo, en términos de autonomía, fiabilidad, velocidad, etc.

Para evaluar esta fase, un tribunal formado por profesores y alumnos de últimos cursos del Grado en Ingeniería Eléctrica puntuaron a cada equipo sobre los aspectos antes mencionado y la puntuación obtenida supuso un 30% del total.

- Fase de competición, en la que los equipos debían poner a prueba los logros conseguidos en la fase de Reglajes mediante varias pruebas de habilidad, así como su nivel de pilotaje en la carrera. De esta forma, esta fase estuvo a su vez dividida en otras dos:

- Una prueba de habilidad, la cual consistió en cubrir una serie de trazados en el menor tiempo y con el menor número de errores posible. Además esta prueba servirá para establecer el orden en la parrilla de salida en la carrera. La puntuación obtenida en ésta supuso otro 30% de la puntuación final.
- Carrera, en la que el objetivo era cubrir el mayor número de vueltas a un circuito diseñado al efecto en el menor tiempo posible. Se impondrá un número máximo de vueltas y el peso de la puntuación obtenida en la carrera supondrá un 40% de la puntuación final.

Esta fase se desarrolló en las instalaciones habilitadas en el campus de Rabanales.

La competición la ganaría el equipo que consiguiera mayor puntuación en el conjunto de pruebas, que se resumen en la siguiente tabla:

FASES	PRUEBAS	PESO EN LA PUNTUACIÓN FINAL
FASE PREVIA	Reglajes	30%
FASE DE COMPETICIÓN	Habilidad	30%
	Carrera	40%

PUNTUACIONES/PENALIZACIONES

Cada una de las pruebas sería puntuada en base a diferentes criterios o apartados, sumando entre todos ellos un máximo de 10 puntos por prueba. Posteriormente serían ponderadas según los pesos ya comentados. A su vez existía un régimen de penalizaciones por errores o fallos en cada una de las pruebas, que supondrá una merma en la puntuación obtenida. Las siguientes tablas recogen la puntuación máxima que se podrá obtener en cada una de las pruebas, así como el régimen sancionador y las puntuaciones que podrán ser restadas en función del tipo de fallo o error cometido.

FASES	PRUEBAS	APARTADOS/PRUEBAS PUNTUABLES	PUNTUACIÓN MÁXIMA
FASE PREVIA	Reglajes	OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE TRAYECTORIA	3
		OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE VELOCIDAD	3
		OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO	3
		OTROS	1
FASE DE COMPETICIÓN	Habilidad	PRUEBA DE CONTROL DE TRAYECTORIA	2
		PRUEBA DE HABILIDAD	3
		PRUEBA CRONOMETRADA	5
	Carrera	CARRERA	10

Las siguientes imágenes muestran dos instantes de la carrera:



2. Instante de la carrera (preparación de la parrilla de salida).



3. Instante de la carrera (toma rasante del circuito)

El desarrollo fue bastante accidentado, debido principalmente a la gran velocidad de los vehículos, la cual no fue lo suficientemente controlada por los participantes. Ello fue consecuencia sin duda de la escasa participación en las sesiones de formación y configuración, usando en su mayoría los vehículos con la configuración básica suministrada por el profesorado responsable de la actividad.

Aunque en las bases iniciales se contemplaban tres premios, realmente sólo uno de los equipos participantes fue merecedor de obtenerlo, por lo que fue sólo uno el que recibió el premio, consistente en el kit completo entregado durante las fases de formación y configuración. El resto recibió, eso sí, el correspondiente diploma acreditativo de participación.

La siguiente imagen muestra el momento de la entrega de diplomas:



4. Instante de la entrega de diplomas

Por último, aunque se recopiló gran cantidad de material gráfico, queda aún pendiente su edición para su difusión en los canales adecuados, con objeto de generar interés por el estudio de esta especialidad entre alumnos de etapas inferiores. También entre los estudiantes de la misma titulación, animándoles a participar en futuras ediciones con objeto de reducir así la tasa de abandono, que era uno de los objetivos de esta iniciativa.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Como ya se ha comentado, aunque la actividad se desarrolló dentro de los plazos y objetivos iniciales, los resultados no fueron todo lo óptimos que se esperaron, especialmente debido a la falta de involucración e interés del alumnado. Se entiende que el nivel y cualificación de los estudiantes, en su totalidad de primer curso, fue un hándicap que hubo de superarse no sin un gran esfuerzo por parte del profesorado implicado.

Por otro lado, la incorporación de estudiantes de colegios e institutos se estima que fue todo un acierto, ya que se consiguió llegar a instancias y entornos en los que se puso nombre y dio visibilidad a la titulación de Ingeniería Eléctrica, lo cual era uno de los objetivos marcados en el proyecto.

Por último, la dependencia de la climatología también jugó en contra, ya que supuso tener que coordinar todo en dos ocasiones, con el consiguiente desajuste y problemática añadidos.

Se espera que la gran cantidad de material gráfico recopilado sirva para generar mayor inquietud e interés en futuras ediciones, ya que esta actividad constituye una magnífica oportunidad que persigue poner en práctica trabajos basados en proyectos, mediante el estudio de los parámetros y equipos de control de vehículos eléctricos, la estimulación del ingenio, así como el reconocimiento del talento a través de la competitividad para la mejora de resultados mediante una competencia y por supuesto, a través de la puesta en práctica de los conocimientos y

competencias adquiridos, tanto en sus estudios reglados, como en las actividades de formación desarrolladas.

6. UTILIDAD/ANÁLISIS

El trabajo desarrollado y el esquema utilizado cubre sin duda muchos de los objetivos marcados en el Plan de Innovación Docente en el que se enmarcó la actividad y descritos en sus bases reguladoras para el curso 2016/2017, como son:

- El desarrollo de acciones de innovación docente, generando una mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y de los resultados académicos del alumnado, participando activamente tanto en actividades formativas.

- El estímulo y repercusión generados entre el alumnado participante, así como el de su entorno, se entiende que constituyen una herramienta para la reducción de la elevada tasa de abandono de la titulación, lo que favorece la óptima acreditación del título de Grado en Ingeniería Eléctrica.

- Tanto por el contenido, como por el formato y resultado obtenido, el cual ha generado expectativas para su continuidad en el tiempo, se puede afirmar que esta actividad constituye en sí misma una práctica docente innovadora, referente en el entorno académico, tanto dentro de la titulación, como en etapas previas.

- El formato de la competición y la futura difusión del material recopilados se espera sirvan para fortalecer los puntos débiles encontrados en esta primera edición.

- Se ha potenciado en todo momento la puesta en práctica de metodologías docentes centradas en la actividad del alumnado, siempre vehiculado y supervisado por el profesorado participante.

- Los programas y metodologías empleadas durante la fase de formación, así como los protocolos y equipos de control empleados en la fase de configuración, han constituido una indudable apuesta por la incorporación de tecnologías de la información y comunicación, aplicadas a la enseñanza.

- Todo el material audiovisual recopilado, una vez editado, permitirán su difusión y publicación posterior, apostando por la producción y publicación de material digital propiedad de la UCO.

7. CONCLUSIONES/DISCUSIÓN

Por todo lo anteriormente expuesto, se concluye que, a pesar de las dificultades encontradas, se han puesto los medios y tomado las decisiones oportunas en el sentido de mejorar los resultados de esta

edición, y por supuesto, generar interés en el desarrollo de ediciones futuras.

Se puede decir que los objetivos iniciales se han cumplido en su gran mayoría, siendo conscientes que pueden ser optimizados en futuras ediciones, contando con la colaboración e implicación de alumnado de cursos superiores.

Queda ahora la tarea de poner en valor los resultados obtenidos, mediante una adecuada edición de la gran cantidad de material gráfico y documental recopilado, que permita generar la atención de colegios e institutos, que permitan la continuidad en el tiempo de esta competición, pasando a considerarse en poco tiempo como una actividad consolidada en el calendario de actividades desarrolladas en el seno de la Universidad de Córdoba, constituyéndose en un referente en el entorno académico de nuestra provincia y comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

EVANS, B. *Arduino Programming Notebook: A Beginners Reference*, 2008.

OLSON, T. , GAETANO, D., ODHNER, J., WIKLUND, S. *Open Software*, 2008.

BANZI, M. *Getting Started with Arduino*, 2009.

Página web de Arduino. Accesible en: <https://www.arduino.cc/> (último acceso 15 de junio de 2017)