

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2015

MEMORIA DEL PROYECTO Nº 13

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Análisis de la eficiencia energética en carretera de un vehículo eléctrico.
Desarrollo e integración de un sistema de medidas “on-board”.

Investigador/a/es responsable/es: Juan Carlos Viera Pérez

Tfno: 985182424

E-mail: viera@uniovi.es

Otros investigadores: Pablo Luque Rodríguez, Manuela González Vega, Cecilio Blanco Viejo, Daniel Álvarez Mantaras, Juan Carlos Álvarez Antón

Empresas o instituciones colaboradoras:

- 1- Daisa Baterías Gijón. Distribuidora Acumuladores Importados, S.A.
- 2- Universidad de Cantabria. Grupo de Ingeniería Microelectrónica

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

Principales motivos que justifican la realización de este proyecto: Necesidad de conocer el comportamiento real de los sistemas de almacenamiento energético y la forma de gestionar de manera eficiente su energía en vehículos eléctricos partiendo de una serie de variables con influencia significativa (variables eléctricas, mecánicas, medioambientales, forma de conducción, etc.). Normalmente se hacen ensayos de laboratorio que no llegan a emular el efecto de todas las variables involucradas en perfiles reales de uso de vehículos eléctricos y en este proyecto se pretende acercar los ensayos de laboratorio al comportamiento real del vehículo. Una vez que se disponga de información real sobre el comportamiento del sistema de almacenamiento y de los requerimientos exigidos por el vehículo se diseñaran y programarán protocolos de ensayos aplicables a cualquier sistema de almacenamiento para facilitar su comparación y realizar estudios de eficiencia energética.

Posibles beneficiarios: Todas las empresas vinculadas al sector de la automoción y especialmente las vinculadas al sector del vehículo eléctrico, híbrido o micro-híbrido. Empresas e instituciones que se dedican a la investigación de la gestión energética en automoción y sectores similares con sistemas de almacenamiento embarcado, las que se dedican al desarrollo de convertidores de potencia para la gestión energética, a la instrumentación electrónica y el control. La propia Escuela de Ingenieros de Gijón que participa por primera vez en una competición entre estudiantes de universidades de todo el mundo que promueve la excelencia en ingeniería a través de una competición donde los miembros del equipo diseñan, construyen, desarrollan y compiten con un monopla de tracción eléctrica. También son beneficiarios directos de los resultados que aporte este

proyecto, grupos de trabajo de la Universidad de Oviedo que trabajan en la obtención de modelos de baterías para vehículos eléctricos (tanto en la fase de obtención de datos de campo como en la de validar los modelos que están desarrollando).

Objetivos específicos:

1. Identificación y análisis de las principales variables que afectan la eficiencia energética en el vehículo eléctrico.
2. Análisis de los requerimientos energéticos al sistema de almacenamiento.
3. Selección de los recorridos urbanos típicos que permitan el estudio energético.
4. Diseño de protocolos para bancos de ensayos partiendo de datos reales obtenidos en campo.

Metodología: Revisión de la literatura más actualizada sobre el tema que se investiga. Determinación de las variables con mayor influencia en la eficiencia energética del vehículo a través de pruebas de campo. En función de las variables escogidas se estudia y seleccionan diferentes circuitos de interés para evaluar dichas variables en campo. Finalmente, se diseñan protocolos para bancos de ensayo que emulen los requerimientos al sistema de almacenamiento del coche y faciliten su estudio en el laboratorio.

Resultados esperables: Identificación de las principales variables que afectan la eficiencia energética en el vehículo eléctrico. Identificación de los principales requerimientos energéticos de un sistema de almacenamiento en un vehículo eléctrico. Obtención de mapas de circuitos de conducción característicos para el estudio de la eficiencia energética. Obtención de protocolos de ensayo de sistemas de almacenamiento de vehículos eléctricos con incorporación de variables obtenidas en pruebas reales para su reproducción en cualquier otro sistema de almacenamiento en un laboratorio.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una metodología que permita evaluar baterías destinadas a vehículos eléctricos en un banco de ensayos en laboratorio, sometiendo a las baterías a perfiles de carga/descarga similares a los que son sometidas cuando están siendo utilizadas en un vehículo eléctrico. Se pretende diseñar una metodología que permita ensayar baterías destinadas a un vehículo sin necesidad de montarlas físicamente en el vehículo.

El proyecto se resume en la consecución de los siguientes objetivos:

Objetivo 1: Estudio de la eficiencia energética de un vehículo eléctrico en recorrido urbano

Objetivo 2: Diseño de protocolos para bancos de ensayo en laboratorio basado en datos reales de recorridos urbanos

2.3 Tareas realizadas

Se realizaron diferentes tareas con la misión de cumplir con cada uno de los objetivos del proyecto:

- **Tarea 1.1:** Análisis de los principales requerimientos al sistema de almacenamiento de energía del vehículo eléctrico.

Se utilizó un vehículo eléctrico *Bombardier NV2000 Sport-E* equipado con un sistema de adquisición de datos, el cual cuenta con diferentes sensores para medir parámetros del sistema de propulsión y de almacenamiento del vehículo, tales como sensores de tensión,

corriente y temperatura en las baterías, así como un sensor de velocidad. Para medir la posición se cuenta con un sistema GPS externo al sistema de adquisición de datos.

El análisis de recorridos realizados con el vehículo eléctrico de pruebas permitió cuantificar la demanda energética del vehículo y posibilitó elegir una serie de baterías potencialmente adecuadas para ser utilizadas.



Figura 1: Vehículo eléctrico utilizado en el proyecto

- **Tarea 1.2:** Selección del sistema de almacenamiento a utilizar.

Se realizó un modelo matemático del vehículo para determinar la demanda energética del mismo para cualquier recorrido que se desee. Se simularon varios recorridos y se obtuvo el perfil de potencias que demanda el vehículo en cada uno de dichos recorridos. Los perfiles generados fueron aplicados a diferentes baterías para evaluar su respuesta e identificar qué modelos de batería son más adecuados para el vehículo.

- **Tarea 1.3:** Identificación y análisis de las principales variables que afectan la eficiencia energética.

Los datos obtenidos en recorridos reales realizados con el vehículo eléctrico de pruebas permitieron obtener un modelo matemático del vehículo. Dicho modelo se utilizó para determinar la potencia demandada por las baterías del vehículo en función de diferentes variables tales como velocidad, aceleración o pendiente del recorrido. Se comprobó cómo afectan las diferentes variables evaluadas a la demanda energética del vehículo.

- **Tarea 1.4:** Análisis y selección de los recorridos urbanos representativos para el estudio.

Se propusieron varios recorridos a lo largo de la ciudad de Gijón, tanto circuitos cerrados como posibles trayectos de un punto *A* a un punto *B*. A su vez, cada recorrido puede evaluarse en función de diferentes variables tales como el estilo de conducción (conservador o agresivo) y las condiciones de tráfico (con un mayor o menor número de paradas).

- **Tarea 1.5:** Selección de sensores y diseño de la instrumentación electrónica necesaria para la medida de las variables (tensión y corriente demandada al sistema de almacenamiento, temperatura de las baterías, velocidad, etc.)

El vehículo eléctrico a ensayar cuenta con una instrumentación equipada que permite la medición de diferentes variables de importancia, tales como temperatura, tensión y corriente en las baterías y la velocidad a la que circula el vehículo. Se cuenta con un sistema de adquisición de datos para registrar todas las variables medidas y generar archivos informáticos con los datos de un recorrido realizado con el vehículo.

- **Tarea 1.6:** Adaptación de medidas de posición utilizando GPS para su incorporación en el sistema de medidas.

Se posee un sistema GPS externo al sistema de adquisición de datos para registrar latitud, longitud y altitud geográfica del vehículo con una frecuencia de 1 Hz. No obstante la medición de altitud geográfica a través de GPS no es precisa por lo que se utilizaron datos de satélite (*Google Earth*).

- **Tarea 1.7:** Diseño e integración de un sistema de adquisición de datos (se valorará la integración utilizando un ordenador, una tarjeta de adquisición de datos y el software de programación gráfica LabVIEW® del que se dispone Licencia de Software Corporativa)

Los datos del vehículo se registraron a través de un sistema de adquisición de datos Graphtec GL800, el cual permite la medición de al menos 20 canales y cuenta con una memoria flash interna para almacenar datos, los cuales pueden ser extraídos a través de una memoria USB. Los datos se encuentran en formato .csv y son tratados a través de *Microsoft Excel*.



Figura 2: Equipo de adquisición de datos Graphtec GL800

- **Tarea 1.8:** Realización de pruebas de campo.

Se realizaron diversos recorridos en el Campus de Viesques en Gijón. En dichos recorridos se realizaron diferentes pruebas, tales como comprobar la autonomía del vehículo y la evaluación de su consumo energético. También se realizaron pruebas a velocidades constantes de cara a facilitar el desarrollo del modelo matemático del vehículo.

- **Tarea 2.1:** Análisis de los resultados obtenidos de los recorridos urbanos realizados con el vehículo y adaptación a los requerimientos del banco de ensayo disponible PEC SBT 100-50.

Los resultados de las pruebas fueron utilizados para desarrollar protocolos de ensayo representativos de la demanda real en las baterías del vehículo. Se valoraron las tensiones y corrientes registradas en el vehículo real, así como las potencias registradas, teniendo en consideración las posibles regeneraciones que tienen lugar durante las frenadas.

Dado que el vehículo cuenta con seis baterías para su funcionamiento y que en el banco de ensayos solamente se probará una batería, cada una fue sometida a una sexta parte de la potencia predicha por el modelo, el cual indica la potencia demandada a todo el conjunto de baterías.

- **Tarea 2.2:** Definición de protocolos de ensayo para realizar en laboratorio y aplicable a cualquier tipo de sistema de almacenamiento.

Se desarrolló un protocolo básico para simular la demanda energética del vehículo para cualquier recorrido (realizado realmente con el vehículo o no) utilizándose el software de programación específico del banco de ensayos. Además del protocolo básico se realizaron diversas variantes del mismo en función del tipo de batería a utilizar (por ejemplo es necesario aportar la capacidad de la batería a ensayar antes de arrancar el protocolo).

- **Tarea 2.3:** Programación de protocolos para equipo PEC SBT-10050
 - a) Preparación del hardware necesario para la realización de ensayos en equipo PEC SBT-100-50
 - b) Siguiendo el método de programación del equipo PEC SBT-10050 se le introducirán y depurarán los protocolos definidos en la Tarea 2.2.
 - c) Ejecución de ensayos en laboratorio utilizando los protocolos programados y depurados en la tarea 2.2

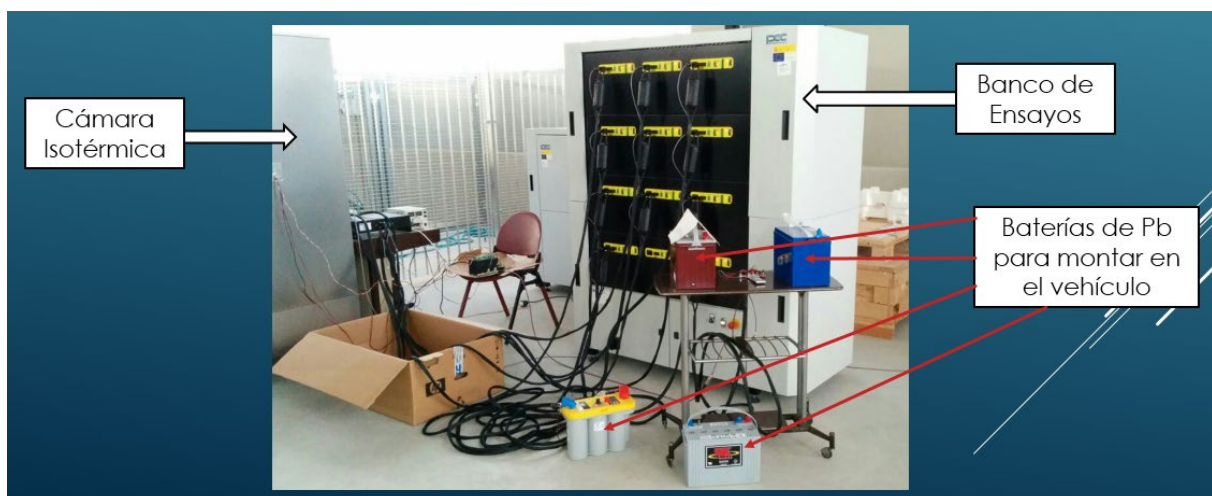


Figura 3: Banco de ensayos PEC SBT 100-50, con las baterías a ensayar, aportadas por la empresa colaboradora del Proyecto

2.4 Resultados obtenidos

Las pruebas de campo realizadas con el vehículo eléctrico permitieron obtener datos reales del vehículo durante su funcionamiento normal, con los que se realizó un modelo matemático del vehículo en el software de programación Matlab®. El modelo desarrollado permite conocer la potencia que demandaría el vehículo en cualquier recorrido que se desee y con diferentes estilos de conducción (con aceleraciones más o menos intensas y con diferentes velocidades).

Se definieron diversos recorridos para poner en práctica el modelo, evaluando diferentes trayectos principalmente a lo largo de la ciudad de Gijón. Para validar el modelo se utilizó un recorrido que se realizó en las pruebas de campo, un circuito a lo largo del Campus de Viesques. Todos los recorridos fueron catalogados adecuadamente y resumidos en breves informes:

RECORRIDO 1: Campus Viesques 1



RESUMEN: Este recorrido es un trayecto a baja velocidad que tiene lugar a lo largo del campus universitario de Viesques (Gijón). Se trata de un circuito que reúne los trayectos más frecuentes que se realizan para desplazarse entre los diferentes edificios de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Parte de los garajes del bloque de Edificios Departamentales Oeste, pasando por el Aulario Sur y llegando hasta el Edificio Polivalente. La exigencia del recorrido es reducida, la mayoría de los tramos del mismo se realizan a 25 km/h con un único tramo a 40 km/h en la recta donde se encuentra la Escuela Superior de Marina Civil.

DATOS TÉCNICOS:

Duración: 5 minutos, 55 segundos
Distancia recorrida: 2,01 km
Número de detenciones: 3
Estilo de conducción: Conservador
Velocidad media: 20,3 km/h
Velocidad máxima: 40 km/h (limitada por el vehículo)
Pendiente media: 0% (circuito cerrado)
Pendiente máxima: 10,7%
Pico de potencia máxima: 8,6 kW (1,4 kW en cada batería)
Potencia media demandada: 2,14 kW (357 W en cada batería)

Figura 4: Resumen de uno de los recorridos analizados

Es posible definir un perfil de velocidades para cada recorrido, indicando la velocidad a la que se debe circular en cada tramo y dónde han de realizarse paradas. La información de velocidad, junto con los datos de altitud geográfica del terreno, se introducen en el modelo y

este obtiene la potencia demandada en cada instante. A continuación se muestra el resultado obtenido en Matlab al aplicar el modelo al recorrido de la figura anterior con un perfil de velocidades conservador. Las gráficas mostradas son, de arriba abajo: velocidad del vehículo, pendiente del terreno, aceleración y potencia calculada:

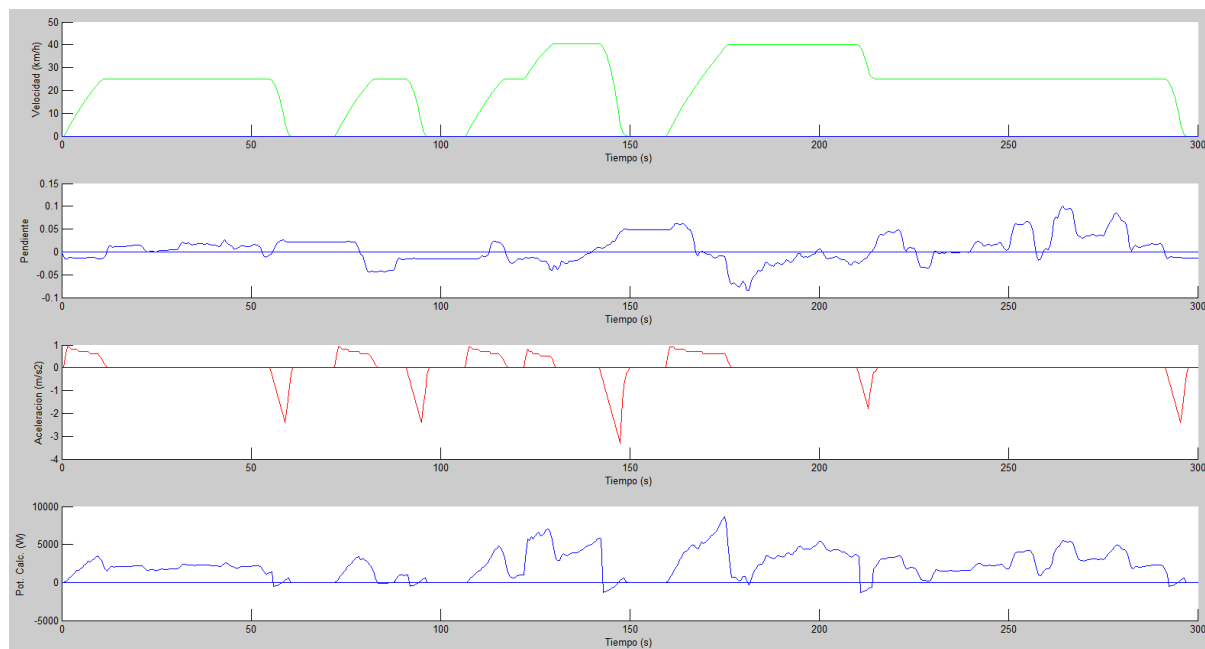


Figura 5: Aplicación del modelo matemático del vehículo eléctrico. Gráficas de velocidad, pendientes, aceleraciones y potencia calculada que se demanda al sistema de almacenamiento

Además del recorrido expuesto se han desarrollado algunos más para ser utilizados en futuras aplicaciones:

RECORRIDO	DISTANCIA	PTE. MEDIA	ELEVACIÓN
Campus Viesques	1,89 km	2,8%	0 m
La Calzada - El Molinón	6,16 km	1,8%	-10,1 m
Cimadevilla - Laboral	6,20 km	3,3%	36,5 m
Campus - Somió	5,65 km	4,0%	47 m
Centro - Campus	4,46 km	2,7%	-2,4 m
Porceyo - Viesques	6,65 km	3,4%	-60,3 m
Muros de Nalón	3,79 km	4,4%	0 m

Tabla 1: Recorridos desarrollados para evaluar la demanda energética del vehículo

Los perfiles de potencias generados a través del modelo fueron aplicados a diferentes baterías en un banco de ensayos PEC SBT 100-50. La gran ventaja que supone la aplicación del modelo radica en que permite ensayar baterías con perfiles de potencias prácticamente idénticos a los que se tendrían en condiciones reales, estando montadas en el vehículo. Además permite someter a las baterías a recorridos muy diferentes sin necesidad de montarlas en el vehículo y sin necesidad de utilizar un pack completo de baterías (por ejemplo, en el vehículo de pruebas son necesarias seis baterías mientras que el modelo puede

aplicarse a una única batería para evaluar el conjunto). Esto permite ahorrar costes y optimizar la elección de una batería adecuada para su utilización en el vehículo eléctrico.

A partir de los resultados de las pruebas de campo y de los perfiles generados con el modelo se diseñaron protocolos de ensayo para simular diferentes recorridos en varios modelos de baterías suministrados por la empresa colaboradora (*Daisa Baterías S.A.*). Los niveles de tensión fueron adaptados a las baterías a evaluar y la demanda de potencia fue adaptada para una única batería (el modelo aporta la potencia demandada por un conjunto de seis baterías, luego cada batería soporta una sexta parte de la potencia total).

El protocolo básico de ensayo consiste en los siguientes procesos de carga/descarga:

1. Descarga inicial de la batería a razón de $C/5$ (dependiendo de la capacidad nominal de la batería).
2. Acondicionamiento de la batería: tres cargas a corriente inicial constante (en función de la variante del protocolo se carga con una corriente de 10, 15 o 20 A y tensión límite de 14,4V o 15V en función de la tecnología de batería), seguido de carga a tensión constante (14,4V o 15V) hasta que la corriente baje a 1A. Tras cada carga se procede a descargar la batería a razón de $C/5$.
3. Carga a corriente constante (según variante del protocolo) e introducción del perfil de potencias del recorrido a ensayar. El perfil se someterá repetidas veces a la batería hasta que el voltaje en la misma caiga por debajo de 10,5V, mínima tensión permitida para las baterías bajo estudio. Se repite dos veces más el paso 3 y se deja la batería cargada al final.

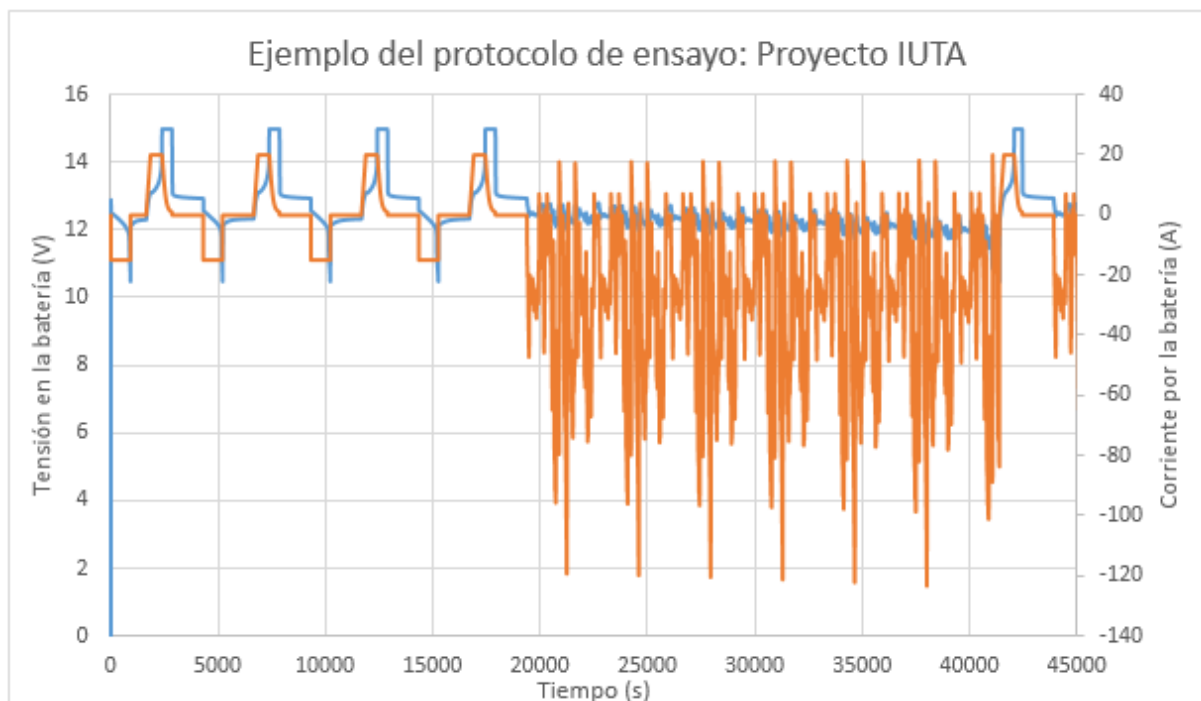


Figura 6: Ejemplo de aplicación del protocolo básico de ensayo para las baterías a evaluar

Durante el tiempo de desarrollo del proyecto se realizaron dos series de ensayos en dos recorridos diferentes. Para ello se seleccionó un recorrido de baja exigencia y un recorrido de alta exigencia, para contrastar el comportamiento de las baterías en diferentes condiciones.

El recorrido de baja exigencia es el denominado *Campus Viesques* en la tabla 1, un trayecto corto a través del Campus universitario con un estilo de conducción muy conservador. Por otro lado el recorrido de alta exigencia es el denominado *Muros de Nalón*, un trayecto a través de carreteras de poblado con fuertes pendientes y un estilo de conducción agresivo que busca maximizar la velocidad del vehículo.

A continuación se muestran los modelos de baterías ensayados, sus capacidades nominales y el número de repeticiones del ciclo de conducción que soportaron antes de descargarse por completo (las capacidades fueron aportadas por el fabricante y medidas a C/20):

MODELO	CAPACIDAD	CICLOS
Fullriver_DCG79	79 Ah	19-20
MK_8G27	88 Ah	20-21
Trojan 27-Gel	91 Ah	17-18

Tabla 2: Ciclos suaves completados por cada modelo de batería ensayado

Dados los resultados del ensayo, es notable que la batería Fullriver fue capaz de soportar prácticamente los mismos ciclos que la MK teniendo una capacidad inferior.

El análisis de la temperatura de las baterías indicó que estas no sufren un calentamiento importante durante la simulación del ciclo de conducción, en su lugar su temperatura aumenta durante los ciclos de carga a corriente constante. Las tres baterías sufrieron calentamientos similares durante las cargas, con un incremento de temperatura de entre 2 y 3 grados centígrados en todos los ensayos.

Para contrastar el resultado del análisis anterior se realizó un segundo conjunto de ensayos sobre las baterías, utilizándose un protocolo basado en un recorrido mucho más exigente que el empleado en el ensayo anterior. Se escogieron zonas con altas pendientes y un estilo de conducción agresivo, a las máximas velocidades que puede lograr el vehículo. En la figura 7 se muestra el recorrido seleccionado para la prueba de alta exigencia: un circuito cerrado a lo largo del pueblo Muros de Nalón con tramos de altas pendientes.

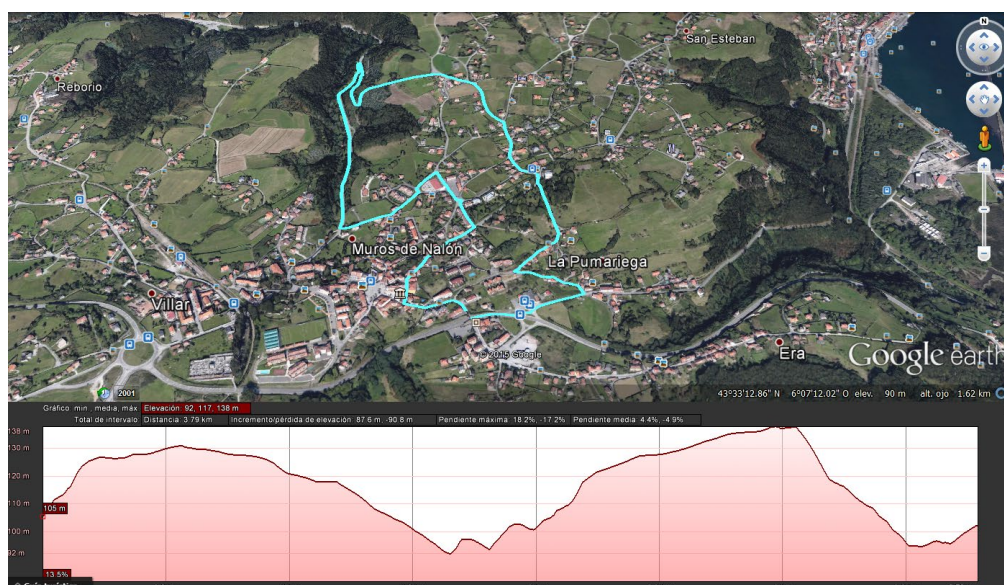


Figura 7: Recorrido duro aplicado a las baterías. (Muros de Nalón)

El resultado de la segunda serie de ensayos se muestra en la tabla 3:

MODELO	CAPACIDAD	CICLOS
Fullriver_DCG79	79 Ah	<1
MK_8G27	88 Ah	3-4
Trojan 27-Gel	91 Ah	2-3

Tabla 3: Ciclos duros completados por cada modelo de batería ensayado

Se comprueba que al someter a las baterías a un ciclo mucho más exigente su respuesta es totalmente diferente. El caso más notable es el de la batería Fullriver que pasa de exhibir una respuesta excelente en ciclos de conducción suaves, a prácticamente no poder completar ni siquiera un ciclo de conducción duro

La batería que se considera más adecuada para el vehículo eléctrico es la que mejor se comporta en ambos recorridos. En este caso se observa que la mejor batería es la MK_8G27 ya que es la que más ciclos completa en ambos ensayos. Aunque la Fullriver es más eficiente en ciclos de baja exigencia, se ha comprobado que no soporta adecuadamente un ciclo de alta exigencia. Por otro lado, el modelo Trojan 27-Gel analizado mostró una respuesta discreta en el recorrido suave y, aunque soportó correctamente el ciclo duro, también resultó ser menos eficiente que la MK.

Los resultados obtenidos son de interés de las empresas e instituciones colaboradoras ya que les permite en un caso estudiar los procesos de carga para ajustar el diseño de los cargadores de baterías que están desarrollando (Institución colaboradora Universidad de Cantabria) y en otros casos permite la evaluación de diferentes tecnologías de baterías en diferentes escenarios para dimensionarlas y adecuarlas de forma eficiente a las aplicaciones que se requieran (Empresa colaboradora Daisa).

2.5 Trabajos o necesidades futuras

El modelo obtenido en este proyecto puede ser mejorado, especialmente si se dispone de una mayor precisión de la instrumentación embarcada en el vehículo eléctrico. Además, existen algunas variables que no están concebidas en el sistema de medida del vehículo y que pudieran añadirse al mismo. Por tanto, de cara a futuros proyectos se han realizado las siguientes propuestas:

- Reducción del período de muestreo del sistema de adquisición de datos para reducir los errores y aumentar la precisión.
- Instalación de un sensor en el pedal de freno para estudiar el comportamiento regenerativo del vehículo, que en este proyecto fue supuesto bajo determinadas hipótesis. También se propone la instalación de un sensor en el acelerador para ayudar a la evaluación de diferentes estilos de conducción.

- Integración de un sistema de posicionamiento global en el sistema de adquisición de datos para simplificar los cálculos de la posición y reducir errores. Se debe instalar un sistema que pueda medir la altitud geográfica con precisión. Además se propone integrar dicho sistema en la unidad de adquisición de datos disponible en el vehículo ya que actualmente se cuenta con un GPS externo.
- Diseño e instalación de un robot de conducción que permita reproducir modos de conducción reales. Dicho sistema debe controlar los mandos del vehículo para lograr que este siga cualquier perfil de velocidades con precisión. De esta manera se puede garantizar la repetitividad de los ensayos.

Otros trabajos o necesidades futuras son:

- Aplicación de los perfiles obtenidos a baterías de tecnologías avanzadas de litio para su estudio y modelado. Actualmente se trabaja en la obtención de modelos de celdas de litio para su uso en sistemas de control de carga y descarga (Battery Management Systems – BMS). Para la obtención de dichos modelos se precisa del uso de perfiles de carga-descarga controlados y cercanos a los perfiles reales de vehículos eléctricos. Los perfiles de carga-descarga obtenidos y probados en baterías AGM en ese proyecto y basados en un modelo del comportamiento real del coche son perfectamente aplicables a otras celdas y baterías de tecnologías de Litio. Para hacerlo es necesario revisar los límites de las nuevas celdas y modificar los perfiles de carga-descarga con el objetivo de evitar deterioro de las celdas por sobrecarga o sobredescarga.
- Aplicación de la metodología desarrollada para modelar el vehículo eléctrico en el modelado de varios vehículos de tracción (sillas de ruedas eléctricas, scooter eléctrico, etc.). Esto permitiría escoger el sistema de almacenamiento adecuado para cada aplicación de forma específica, teniendo en cuenta hábitos de conducción, circuitos frecuentados, pendientes y otras características específicas del lugar donde se le hará uso del vehículo.
- Desarrollo de mapas de ciudades y pueblos donde se relacione la eficiencia energética con las características específicas del lugar y el tipo de vehículo que se utilice. Generalmente, cuando se adquiere un vehículo eléctrico de cualquier tipo se define por el fabricante una autonomía promedio medida en unas circunstancias muy específicas. Aplicando las metodologías desarrolladas en este proyecto podemos acercarnos a la verdadera autonomía del vehículo en función de la zona de uso y de los hábitos de conducción.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Relacionado con los resultados obtenidos y en colaboración con la Universidad de Cantabria (entidad colaboradora), se ha presentado una ponencia y está enviada otra pendiente de aceptación.

Título: Multiphase Resonant Converter for Battery Charger Applications

Congreso: ICIT 2015, IEEE International Conference on Industrial Technology 17-19 Marzo 2016. IEEE Industrial Electronics Society. Universidad de Sevilla

Publicación: Proceedings (ISBN: 978-1-4799-7799-4)

Título: Battery Charger Based on a Triple-LCp Resonant Converter

Congreso: PCIM 2016, Nuremberg, 10-12 Mayo 2016. Germany

Publicación: Proceedings (pendiente de aceptación)

Con los resultados obtenidos y los que se continúan generando se podrían realizar al menos dos artículos en revistas científicas. En estos momentos se trabaja en ello.

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-15-GIJÓN-1-13	2.250€			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato				
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Jorge Alonso del Valle			
	Tareas	Todas las tareas del proyecto			
	Período	01/03/2015 a fecha actual			

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	Aumento de la eficiencia energética en vehículos eléctricos determinando estados de carga y salud de la batería con un BMS basado en modelo adaptativo
Referencia	DPI2013-46541-R
Investigador/a/es principal/es	Cecilio Blanco Viejo
Equipo investigador	Manuela González Vega, Juan Carlos Viera, Juan Carlos Álvarez Antón, Víctor Manuel Fernández García
Periodo de vigencia	1-1-2014 a 31-12-2017
Entidad financiadora	Ministerio de Economía y Competitividad
Cantidad subvencionada	50000 € (y 10000 de costes indirectos de los cuales la universidad se queda con 9000) + IVA

Título del proyecto/contrato	INGENIERÍA DE DATOS APLICADA A LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA
Referencia	GRUPIN14-073
Investigador/a/es principal/es	Luciano Sánchez Ramos
Equipo investigador	Luciano Sánchez Ramos, Manuela González Vega, Inés Couso Blanco, Cecilio Blanco Viejo, Enrique A. de la Cal Marín, Víctor Manuel García Fernández, José Otero Rodríguez, Juan Carlos Viera Pérez, Juan Carlos Álvarez Antón, Ma. del Rosario Suárez
Periodo de vigencia	Desde: 01/01/2015 Hasta: 31/12/2017
Entidad financiadora	Consejería de Economía y Empleo del Principado de Asturias
Cantidad subvencionada	162.000 €