

NUEVOS CONCEPTOS Y PROTOTIPOS DE VEHÍCULO ELÉCTRICO MODULAR PARA TRANSPORTE DE MERCANCÍAS, ADAPTABLE A DISTINTAS CONFIGURACIONES Y MODOS DE FUNCIONAMIENTO (como resultado del proyecto MODULE).

Autores del desarrollo tecnológico:

Miguel Sánchez Lozano
Francisco J. Simón Portillo
David Abellán López
Abel R. Navarro Arcas

Universidad Miguel Hernández de Elche. Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería (I3E)

1. Introducción y objetivo

El desarrollo tecnológico que se presenta consiste en el diseño de detalle y fabricación de prototipos funcionales para demostrar la viabilidad de un nuevo concepto modular de vehículo eléctrico, aplicable al transporte tanto de mercancías como colectivo de pasajeros en entorno urbano, y con diseño modular que permite adaptar su configuración a cada aplicación para optimizar su eficiencia y usabilidad.

El proyecto parte de la idea plasmada en el modelo de utilidad nº 201930158, titularidad de la UMH, para diseñar en detalle y construir un prototipo funcional de un vehículo modular a escala real en el que se reflejen los puntos clave de la tecnología, y que permita validarla en un entorno real, analizar los posibles problemas y optimizar las soluciones adoptadas.

El concepto propuesto es totalmente novedoso, al no existir actualmente en el mercado ninguna propuesta similar, que permita la fabricación modular de vehículos eléctricos, con configuración y zonas de carga adaptables a los requerimientos particulares de cada aplicación, aprovechando al máximo las posibilidades que ofrece la tracción eléctrica y la eliminación de parte de la cadena de transmisión mecánica.

Los objetivos particulares del proyecto, coinciden con la resolución de los principales riesgos tecnológicos asociados al mismo, que son:

- Demostrar que una configuración autoportante y modular como la propuesta puede ser suficientemente ligera para, aun teniendo en cuenta el peso de las baterías y otros componentes, permitir que el vehículo conserve una capacidad de carga elevada que haga rentable su explotación, con el valor añadido de ofrecer unas posibilidades mucho mayores de personalización, aprovechamiento de los volúmenes y adaptación a las tareas a realizar.
- Garantizar la adecuada resistencia y durabilidad de los módulos y las uniones entre ellos, asegurando su buen comportamiento en cualquiera de las configuraciones posibles de vehículo.
- Optimizar la integración de los componentes mecánicos y eléctricos en un espacio lo más reducido posible, en particular en los módulos donde se ubican los elementos de almacenamiento y tracción, permitiendo su operatividad y el adecuado funcionamiento mecánico y térmico de todos los sistemas.
- Comparar la viabilidad y la eficiencia de utilización en un vehículo comercial de bajo-medio tonelaje de diferentes tecnologías para la recarga, almacenamiento y uso de la energía y tracción. Aunque en el prediseño previo se consideró únicamente el uso de baterías, a la vista de la evolución tecnológica reciente y las tendencias actuales en las estrategias de sostenibilidad, se considerará ahora la introducción de otros modos de almacenamiento y recarga de energía, como el hidrógeno y las pilas de combustible. Y podrá valorarse también la posibilidad de combinación de diferentes tecnologías en un mismo vehículo, con el objetivo de dotarlo de una mayor flexibilidad de utilización y autonomía.

- Asegurar la compatibilidad electromagnética y seguridad eléctrica de los módulos donde se ubican los elementos de almacenamiento de energía, control y tracción eléctrica, de manera que puedan ser certificados y fabricados como unidades cerradas. Estos módulos deberán ser usados después como base, por el mismo u otro segundo fabricante, para completar el vehículo siguiendo un esquema de homologación multifásica. En esta segunda fase de fabricación, un carrocerero puede integrar los módulos destinados al transporte de carga, según la aplicación y configuración deseada en cada vehículo concreto, sin que ello suponga menoscabo alguno de las condiciones de seguridad ya probadas.

Una vez demostrada la viabilidad, el objetivo secundario del proyecto, pero no por ello menos importante, es hacer atractiva la tecnología a los fabricantes potencialmente interesados en adoptarla y desarrollarla. Y para ello se plantearán las oportunas acciones transferencia y de difusión en ámbitos industriales y empresariales.

2. RESULTADOS

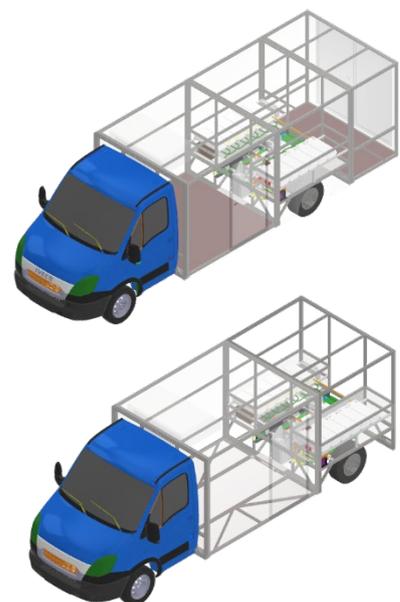
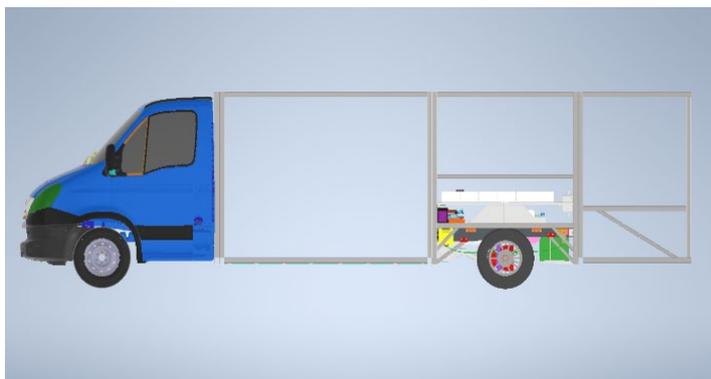
Se han desarrollado dos prototipos demostradores de dos de las versiones del concepto, que se describen en los siguientes puntos. Esta información puede ampliarse no obstante en el blog generado a partir del proyecto www.module.es

Se trata de prototipos funcionales que permiten su uso en circulación, y validar por tanto la viabilidad de la tecnología en entorno real. Se considera por tanto alcanzado un **nivel de madurez de la tecnología TRL7**.

No se han abordado las últimas etapas de industrialización y pruebas de homologación, que permitirían la matriculación y puesta en circulación de los vehículos. Esta última fase, que llevará la tecnología hasta un TRL9 requerirá del interés y participación de una entidad industrial, para lo que se han planificado las oportunas acciones de difusión.

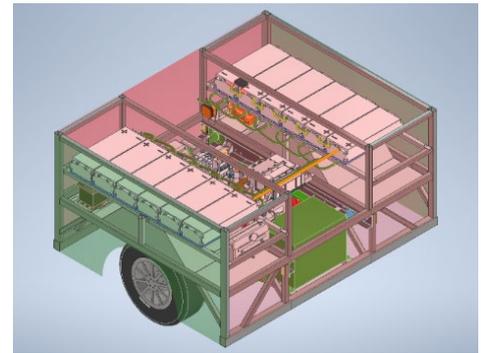
MODULE Concept

El primer prototipo se ha concebido como una estructura de demostración de las posibilidades de aplicación del concepto modular al esquema de fabricación multifásica de vehículos de transporte personalizados.

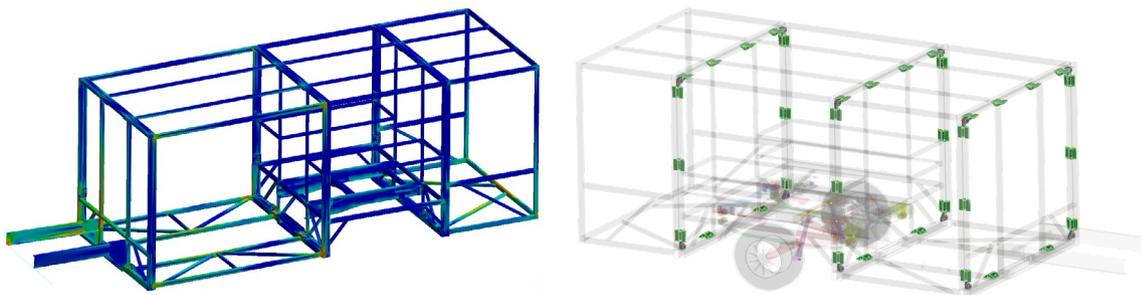


Las características principales son:

- Eliminación del chasis tradicional.
- Distribución de zonas de carga flexible y con gran accesibilidad
- Arquitectura configurable bajo demanda en un esquema de fabricación multifásica
- Módulo de tracción compacto, integrando motor, transmisión, baterías, cargador, refrigeración, etc.
- Seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética no afectadas por el carrozado en la 2ª fase de fabricación
- En esta última fase, los módulos de carga central y trasero pueden diseñarse dentro de un rango amplio de dimensiones, para adaptarse a la diferentes usos y necesidades.



Diseño estructural e integración de componentes



- Responsabilidad estructural en piso y techo
- Mejor relación rigidez/peso que el chasis cabina tradicional
- Diseño de uniones para soportar las cargas más desfavorables

Ingeniería de detalle y proyecto de ejecución

* A los elementos nº 5 se les suelda únicamente las diagonales inferiores y se atornilla a los largueros del chasis.
 † Los elementos nº 4 se atornilla a los largueros y se suelda al perfil correspondiente de estructura tubular.
 ‡ Los elementos nº 7 unen la estructura al chasis con dos pernos pasantes en la estructura, reforzada con chapales de acero (nº 6).
 § Los elementos nº 8 se unen al chasis con 3 pernos y se sueldan al perfil correspondiente de la estructura tubular. Uno de los pernos requiere de una arandela (nº 9) para un correcto apoyo en el chasis.

Los perfiles en diagonal situados por debajo del chasis se han de acoplar al resto de la estructura en último lugar, una vez la estructura ya está acoplada por la parte superior al chasis.

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	PLANO REF
1	4	Cartela refuerzo reductora	1
2	1	Perfil horizontal puente reductora	10
3	1	Estructura motor - reductora dicha	12

Nombre de Pieza:		Ensamblaje puente reductora dicha	
Materia:	ACERO S355J2H	Versión:	1
Fecha:	25/10/2023	Escala:	1:4
		Nº de Pieza:	15

Fabricación del prototipo

En las siguientes fotografías puede apreciarse el resultado final del montaje completo. En este primer prototipo, se ha decidido mantener la estructura desnuda, para permitir mostrar de manera más fácil los detalles constructivos de la misma.



PRESTACIONES

- Velocidad máxima en llano: 107 km/h
- Rampa máxima superable por motor: 25% (16% a 60 km/h)
- Consumo medio WLTP estimado: 45 kWh/100 km
- Consumos estimados sistemas auxiliares: 6,4 kWh / 100 km
- Autonomía estimada (basada en ciclo mixto WLTP): 160 km

RANGOS DE MASAS Y DIMENSIONES

- Ancho carrocería: 2200 mm
- Longitud módulo de carga central: 1,2 – 2,5 m
- Longitud módulo de carga trasero: 0 – 1,5 m
- Batalla: 3,4 – 4,7 m
- Longitud: 4,8 – 7,6 m
- MMTA: 5500 kg
- MOM: 2500 – 3000 kg

ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

- Capacidad: 82,2 kWh (baterías litio)
- Voltaje: 350 VDC
- Potencia máxima nominal 90 kW
- Recuperación de energía en frenada
- Refrigeración por agua

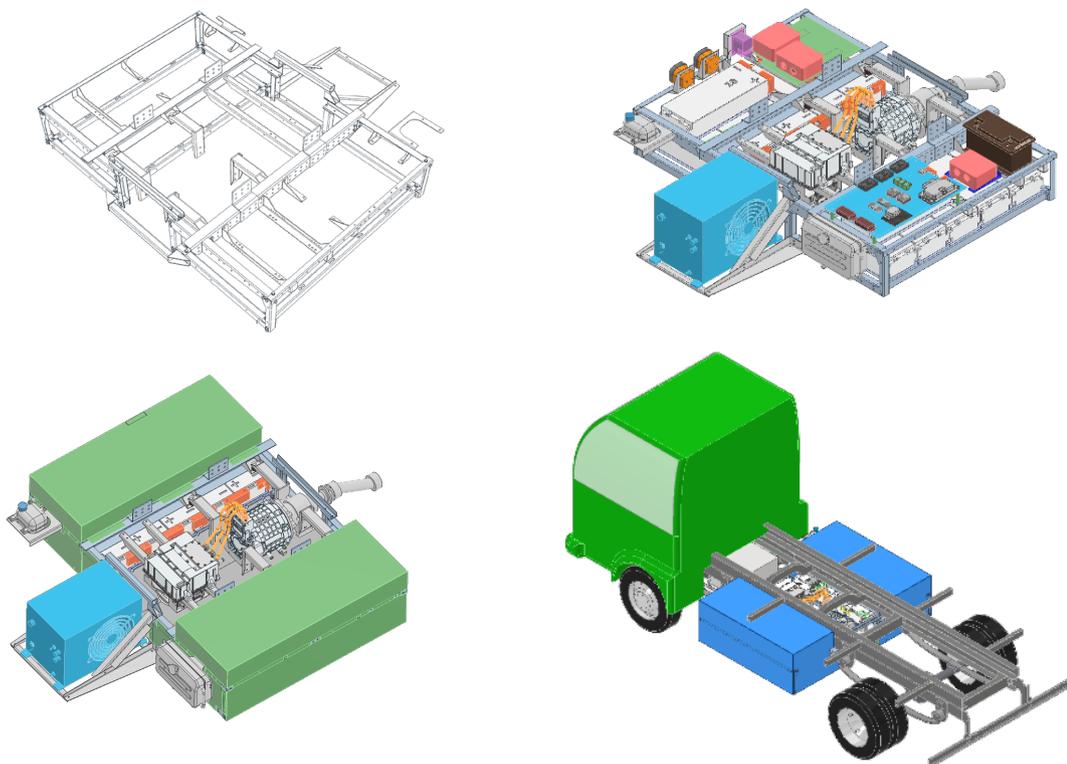
MODULE Retrofit

Como una variante del desarrollo anterior, se diseña ahora un módulo destinado a simplificar la electrificación de camiones de diseño tradicional, con chasis de largueros y motor térmico. El concepto resulta totalmente novedoso, y ha sido publicado como modelo de utilidad (nº de solicitud U202431482)

Se trata de un módulo compacto diseñado para acoplarse bajo los largueros del bastidor, una vez retirado el motor térmico, transmisión y depósitos de combustible originales.

En el módulo Retrofit se integran de manera compacta los mismos componentes incorporados en el diseño módulo de tracción MODULE, incluyendo baterías, motor, inversor, sistemas de control y de refrigeración.

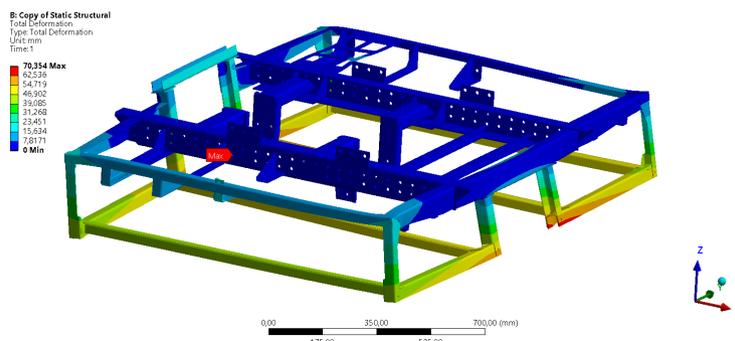
El árbol de transmisión de salida se conecta directamente al grupo diferencial del eje tractor trasero.



Diseño estructural

Estructura ligera, garantizando la resistencia a las solicitaciones exigidas por seguridad eléctrica y protección de las baterías.

Adaptable a diferentes dimensiones y anchos entre largueros.



Fabricación de prototipo

Se ha fabricado un primer prototipo demostrador, que se ha montado sobre un vehículo Nissan Cabstar inicialmente carrozado como grúa de arrastre de vehículos, con 5500 kg de MMTA.

En las siguientes fotografías se muestra sucesivamente el chasis de partida y una fase del montaje de la estructura básica de soporte del módulo de tracción:



El montaje del prototipo, se completa con la integración de todos los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos, y con instalación de las envolventes y carcasa, como se muestra en las siguientes fotografías.

