



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Contratación de un vehículo eléctrico autónomo basado en pila de combustible

Presupuesto máximo licitación (IVA excluido): 85.715€

DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

Se trata de un vehículo eléctrico para el transporte de personas con capacidad de realizar movimientos y navegar de forma autónoma. El vehículo debe ser un sistema completamente abierto y flexible que permita la investigación con aspectos relacionados con la navegación automática y la gestión de la energía, por lo que debe permitir probar y desarrollar diversas configuraciones de control.

Las características básicas del sistema que se deben cumplir son las siguientes:

- a) Sistema equipado con toda la instrumentación adecuada para medir y actuar sobre las variables más importantes del vehículo, como son la dirección, la velocidad y aceleración y el frenado.
- b) Debe disponer de una arquitectura de control completamente abierta que permita desarrollar, implementar y ejecutar cualquier algoritmo nuevo de control del vehículo.
- c) Debe ser un vehículo basado en una pila de combustible de hidrógeno.
- d) Debe incorporar sensorización avanzada que permita la navegación autónoma de dicho equipo.

Las condiciones técnicas mínimas que debe reunir el equipo son las siguientes:

- **Unidad mecánica del vehículo**

- i) La capacidad de carga del vehículo debe ser de al menos 2 personas.
- ii) La configuración cinemática del vehículo debe ser una configuración de Ackerman con suspensión.
- iii) Sería deseable que el vehículo esté homologado para su utilización en vías públicas en todos los países miembros de la UE.
- iv) La velocidad máxima a la que puede funcionar el vehículo será como mínimo de 20km/h.


12/06/14
Inv. Responsable



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

- v) La capacidad máxima de carga del vehículo será 160kg. como mínimo.
- vi) La inclinación máxima a la que puede funcionar deberá ser como mínimo una pendiente del 15%.
- vii) El sistema de tracción del vehículo debe ser un equipo diferencial con servomotor, reductor y freno.
- viii) El sistema de dirección del vehículo debe tener un servomotor de dirección. Este sistema estará equipado con finales de carrera y/o codificadores absolutos para verificar su correcto funcionamiento.
- ix) Los sistemas de tracción y de dirección deberán estar completamente instrumentalizados para que se pueda establecer el control total y automático del movimiento del vehículo a partir de la unidad de control.
- x) La respuesta de los sistemas automáticos de tracción y dirección deberán ser lo suficientemente rápidos como para poder establecer adecuadamente el control del vehículo, considerándose para ello la velocidad máxima de éste.
- xi) El vehículo deberá disponer de codificadores para la medición odométrica.
- xii) Aunque se utilizará habitualmente la conducción automática, el sistema deberá permitir también la conducción manual realizada por un operario humano.

- **Sistema de control**

- i) El control del vehículo y de todo el sistema de sensorización externa se deberá realizar mediante un PC. Éste se encargará de controlar el movimiento y la navegación autónoma del vehículo y tendrá como mínimo: procesador i5, disco duro SSD de 256GB y 4GB de RAM
- ii) Para poder acceder a los sensores y actuadores del vehículo, el PC deberá proveer interfaces RS232, mínimo 4 puertos USB, Bus CAN y 4 slots libres PCI.
- iii) El sistema de control deberá incorporar un circuito de paro de emergencia, preparado para actuar en casos de emergencia.
- iv) El vehículo deberá incorporar un router AP para conexiones Wi-Fi.
- v) El sistema de control del sistema deberá estar desarrollado en la arquitectura middleware *Robot Operating System* (ROS: www.ros.org).



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

- vi) Para el funcionamiento con ROS, se deberán ofrecer las pilas (stacks) de control ya implementadas para la integración con paquetes estándares de ROS como *navigation* o *gmapping*. Estas pilas deberán permitir tanto el control simulado como el control real del vehículo
- vii) Para trabajar con el vehículo real, se deberán proporcionar los drivers para acceder a los distintos sensores electrónicos y a los sistemas de control de tracción y dirección, así como los paquetes necesarios que permitan poder establecer el control global del vehículo.
- viii) El sistema de simulación deberá estar integrado y modelado perfectamente en el middleware de control de ROS (modelo *urdf* y *xacro*) para *gazebo* o *rviz*, con herramientas como *V-REP* (modelo en formato *ttm*) y con el estándar *stl*.
- ix) El equipo deberá disponer de una pantalla táctil conectada al PC de control.

- **Pila de combustible**

- i) La energía eléctrica para propulsar el vehículo y operar todo el equipamiento auxiliar y de control deberá obtenerse a partir de una pila de combustible o celda de hidrógeno de al menos 5kW.
- ii) La pila deberá tener unas dimensiones reducidas y un peso inferior a los 40kg.
- iii) El rango de salida deberá estar entre los 20 y los 40voltios, y la corriente máxima 250A.
- iv) El sistema de refrigeración de la pila de combustible deberá estar hecho íntegramente con materiales compatibles con los requisitos del fabricantes de la pila, incluyendo:
 1. Intercambiador de calor por ventilación forzada.
 2. Tuberías, válvulas regulables accionadas eléctricamente.
 3. Bomba regulable accionadas eléctricamente.
 4. Sensores de caudal, temperatura a la entrada y salida de la pila y del intercambiador de calor, sensor de presión.

12/06/14

Invest Responsable



5. Tanto los accionadores (válvulas, bomba y ventilador) como los sensores se deben poder conectar al sistema de adquisición de señales y control del dispositivo mediante conexión 4-20mA o excepcionalmente mediante tensiones 0-10V. La alimentación de todos los dispositivos será a 24V.
- v) El sistema de gases debe satisfacer los requerimientos de funcionamiento de la pila (caudales, humedades, presiones y temperaturas) así como los requerimientos de materiales utilizables. Los equipos generales que componen este sistema son:
1. Bombona de hidrógeno de al menos 20 litros a 200 bares con manoreductores y válvula de cierre. Tuberías para conexión a la pila.
 2. Sensor de hidrógeno para la detección de fugas.
 3. Compresor/soplador compatible con los requerimientos de la pila,
 4. Humidificadores (calefactados) por membrana de nafion dimensionados para los requerimientos de la pila.
 5. Sensores de caudal, temperatura, humedad y presión en todos los flujos.
 6. Válvulas regulables accionadas eléctricamente, tuberías y filtros antigota. El número y configuración de la distribución de las válvulas debe ser el suficiente para permitir el control de presiones, caudales y humedades en los dos flujos (aire e hidrógeno).
 7. Tanto los accionadores (válvulas y soplador) como sensores se deben poder conectar al sistema de adquisición de señales y control del dispositivo mediante conexión 4-20mA o excepcionalmente mediante tensiones 0-10V. La alimentación de todos los dispositivos deberá ser a 24V.
- vi) El sistema potencia deberá estar compuesto por:
1. Conversor DC/DC 5KW compatible con las especificaciones técnicas de la pila (rango de tensiones y corrientes) que permita control de corriente de salida y tensión, las señales de control deben ser compatibles con el sistema de monitorización y control (4-20mA, 0-10V).



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

2. Cableado adecuado para el bus de continua (24 V), batería y convertor DC/DC y/o DC/AC para suministro de la energía del bus al sistema de tracción del vehículo y a los elementos auxiliares.
 3. Elementos de protección contra sobrecorrientes.
 4. Los sensores de corriente y tensión en el bus de continua se deben poder conectar al sistema de adquisición de señales y control del dispositivo mediante conexión 4-20mA o excepcionalmente mediante tensiones 0-10V. La alimentación de todos los dispositivos deberá ser a 24V.
- vii) Sistema de monitorización de las tensiones de membrana: se deberá tener un dispositivo para tomar medidas de las tensiones en cada membrana que permita el envío de la información a sistema de monitorización y control.
- viii) Sistema de monitorización y control: deberá ser una plataforma hardware de tiempo real para la implementación del control y gestión de todos los subsistemas con capacidad para almacenamiento de información proveniente de los sensores, implementación de algoritmos complejos de control programables en lenguajes de desarrollo comunes y posibilidad de conexión de todos los sensores y actuadores del sistema de propulsión. Para ello el sistema deberá cumplir las siguientes especificaciones:
1. La arquitectura del sistema de monitorización y control será modular, incluyendo sobre un bastidor un chasis para albergar los diferentes módulos:
 - a. fuente de alimentación
 - b. módulo CPU con SO en tiempo real embebido (tipo LabVIEW-RT, VxWorks o similar)
 - c. módulo FPGA reconfigurable
 - d. módulos de E/S digitales y analógicas
 - e. módulos de comunicación ethernet y RS232.
 2. El sistema deberá ofrecer la posibilidad de programarse con herramientas de programación gráfica.
- **Sistema de sensorización externa**
- i) El sistema de sensorización externa estará compuesto por un sistema de visión 3D y un sensor de rango láser
 - ii) El sistema de visión 3D deberá estar formado por dos cámaras de alta velocidad. Las cámaras deberán tener las características siguientes:
 1. Deben ser pequeñas y ligeras para que se puedan embarcar en el vehículo

12/06/14

Shu-Responsable



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

2. La resolución mínima debe ser 640x480 píxeles (VGA) y 8-bits (en monocromo)
 3. El número de frames será de al menos 1,000 fps (en resolución VGA)
 4. Las cámaras deberán tener conexión a PC para el procesado de las imágenes. La conexión se realizará mediante 2 tarjetas Gigabit Ethernet.
- ii. Las especificaciones del sensor láser de rango debe ser:
1. Alcance mínimo: 30 metros
 2. Rango de barrido: 270°
 3. Resolución angular mínima: 0.25°
 4. Interface USB para la conexión con el sistema de control

Valencia a 12 de junio de 2014,

Investigador Responsable

Pedro Albertos Pérez