

Las herramientas de NI mantienen a Ford en la vanguardia de la innovación

Artículo cedido por National Instruments



www.ni.com/spain



El reto

Desarrollar una unidad de control electrónico (ECU) para un sistema de pilas de combustible de automóviles capaz de demostrar un significativo progreso hacia el logro de un diseño comercialmente viable de un sistema de células de combustible que sea competitivo con los convencionales sistemas de tracción basados en combustión interna.

La solución

Diseñar e implementar un sistema de control embebido de tiempo real para el sistema de pilas de combustible de automóviles con los módulos NI LabVIEW Real-Time y LabVIEW FPGA y el controlador NI CompactRIO y verificar el sistema con LabVIEW y un sistema HIL (Hardware-In the-Loop) basado en el chasis PXI de tiempo real.

“Ford tiene una larga historia de colaboración con NI y hemos utilizado LabVIEW para desarrollar los diversos aspectos de cada vehículo eléctrico con pila de combustible que producimos y para diseñar e implementar con éxito un sistema de control embebido de tiempo real para automóviles FCS (Fuel Cell System)”.

Nuestro compromiso con la investigación del sistema de células de combustible (FCS) dio lugar a los vehículos tales como el primer vehículo de mundo con células de combustible (P2000) y el primer híbrido mundial con células de combustible enchufables (Ford Edge con “HySeries Drive”).

A la vanguardia de la innovación

Desde 1992, Ford Motor Company se ha dedicado a la investigación y desarrollo (I+D) de sistema de células de combustible (FCS). A pesar de nuestros significativos progresos, existen varias deficiencias que han impedido que los FCSs se conviertan en una tecnología comercialmente viable



que sea competitiva con las convencionales de tracción basada en combustión interna. Nuestro intento de eliminar estas deficiencias comenzó demostrando mejoras significativas en áreas tales como la duración y el arranque en frío del sistema.

Junto con el diseño de nuestro innovador FCS, hemos desarrollado un nuevo sistema de control utilizando un método de creación rápida de prototipos. Los cambios ocurrieron durante el desarrollo, al mismo tiempo que el equipo de diseño refinaba de forma iterativa el diseño mediante su verificación siguiendo el modelo-V de ingeniería de sistemas. Estos cambios de diseño afectaron a menudo a las interfaces entre los componentes de subsistemas tales como el módulo de control del compresor de aire y el módulo de control de la célula de combustible. A pesar de que las ECUs (Electronic Control Units) han tenido un amplio éxito para los vehículos en producción, existen mejores posibilidades de elección para la rápida creación de prototipos de los sistemas de control. En lugar de modificar la producción de los circuitos de E/S de las ECUs para adaptarse a los cambios de interfaz, hemos utilizado CompactRIO para crear rápidamente prototipos de nuestra unidad de control de combustible (FCU: Fuel Control Unit). Gracias a CompactRIO, nos

hemos adaptado rápidamente a los cambios de diseño y también hemos experimentado con nuevos sensores y actuadores para obtener soluciones novedosas de diseño.

Hemos implementado un sistema (HIL) compuesto de un controlador NI PXI-8186 en un chasis PXI/SCXI combinado con NI PXI-1010 y asociado con tarjetas de E/S de PXI y SCXI e incluyendo también un bus CAN para verificar la funcionalidad de la estrategia de control embebida en el controlador CompactRIO. Este sistema HIL, implementado con LabVIEW Real-Time, cuenta con una interfaz gráfica de usuario (GUI) que proporciona estímulos de entrada manuales y automáticos a la ECU para validar el funcionamiento de la estrategia de control al mismo tiempo que se muestra la realimentación de las E/S de CompactRIO en el monitor de HIL. La validación del sistema HIL tuvo mucho éxito y sólo tuvimos que hacer cambios menores en la estrategia una vez que CompactRIO comenzó a controlar la planta real de FCS.

Prestaciones cuando son necesarias

El control de la tracción de un automóvil exige prestaciones en tiempo real. Para proporcionar el determinismo necesario para la ejecución en tiempo real, el módulo LabVIEW

Real-Time ofrece un sistema operativo comercial en tiempo real (RTOS) para el controlador seleccionado. Cuando reemplazamos NI cRIO-9002 por un controlador embebido de tiempo real NI cRIO-9012 para mejorar el rendimiento, LabVIEW Real-Time cambió automáticamente de un RTOS Pharlap a un RTOS Vx Work. Gracias a que los productos de NI permiten dar soporte a la implementación de RTOS, nuestro equipo de trabajo se centró en lograr un sistema de control de células de combustible en lugar de perder tiempo en los detalles del RTOS.

El controlador de FCS recibe diversas entradas de sensores, actuadores y de otros controladores y sistemas dentro de un vehículo. Un bus CAN, que ahora se puede encontrar en todos los diseños de automóviles, transmite y recibe una mayoría significativa de E/S desde el interior y el exterior del FCS. Durante las pruebas de laboratorio, simulamos el control principal del vehículo mediante un amplio conjunto de pruebas basado en LabVIEW, que se comunicaba a través del bus CAN con el controlador esclavo del FCS. Por estas razones, el soporte del bus CAN de CompactRIO es fundamental para las aplicaciones FCS de automoción. Cuando tuvimos necesidad de un mayor rendimiento para nuestra implementación del bus CAN, NI nos proporcionó rápidamente un método recientemente desarrollado para obtener un soporte más rápido de este bus, las plataformas basadas en VxWorks, tal como cRIO-9012. Además de permitir el uso de la API (Application Programming Interface) de los canales del bus CAN, la nueva librería de conversión de los canales con tramas de datos del bus CAN fue incluso más rápida que antes, reduciendo por consiguiente nuestro tiempo de desarrollo.

Los productos de NI han sido siempre bien conocidos por soportar arquitecturas de sistemas abiertas. NI Measurement & Automation Explorer (MAX) importa fácilmente las bases de datos de los mensajes del bus CAN desarrollados con herramientas de otros fabricantes. Esta característica nos ha permitido el intercambio de bases de datos sin traducir o recodificar las bases de datos de mensajes del bus CAN.

Integración perfecta de la tecnología

En este proyecto hemos implementado la estrategia de control con LabVIEW Professional Development System junto con dos módulos adicionales. En primer lugar, hemos utilizado LabVIEW Real-Time Module para implementar software en tiempo real para programar el controlador en tiempo real. A continuación, se implementó el software basado en FPGA utilizando LabVIEW FPGA Module para llevar a cabo todas las E/S incluyendo las del bus CAN. Todos estos módulos adicionales de LabVIEW se integraron perfectamente en el entorno de desarrollo de LabVIEW y la diferenciación gráfica fue una de las características esenciales de LabVIEW que utilizamos.

Además, el software NI Real-Time Execution Trace Toolkit se convirtió rápidamente en una herramienta importante para ayudar a resolver los problemas de precisión temporal. Al utilizar este kit de herramientas, se consiguió encontrar áreas del código embebido de tiempo real que no estaban rindiendo como se esperaba y que tras ser optimizadas garantizaron la correcta ejecución en tiempo real. Sin un producto como NI Real-Time Execution Trace Toolkit, se habría necesitado un costoso equipo de prueba externo como emuladores de circuitos y analizadores lógicos.

Mientras que algunos desarrolladores experimentan dificultades cuando implementan el control de una versión, gracias a la excelente integración de LabVIEW con el programa de control de versiones Microsoft Visual SourceSafe, que se utiliza durante el desarrollo de software, conseguimos integrar con éxito y de forma perfecta el control de la versión. Con un simple clic en el botón derecho del ratón sobre el icono de la fuente del VI en la ventana de proyecto de LabVIEW, se puede mostrar una lista de funciones tales como la entrada y salida de archivos. Es fundamental disponer de un software fácil de utilizar para obtener el soporte del desarrollador en el caso del software de gestión de versiones.

LabVIEW en todas partes - Nuestra motivación para el uso de LabVIEW

Hemos desarrollado la estrategia de control para nuestro primer FCS diseñado internamente utilizando LabVIEW por varias razones adicionales. En primer lugar, porque el número de desarrolladores necesarios para implementar nuestro proceso estándar de desarrollo de software excedía los recursos disponibles. Sin embargo, al utilizar LabVIEW, tuvimos un mayor número de recursos; ya que, varios ingenieros tenían ya experiencia con LabVIEW y también se entrenó a otros. En segundo lugar, por la sinergia natural entre el software desarrollado para el controlador de creación rápida de prototipos y los bancos de prueba, los cuales habían sido ya desarrollados con LabVIEW, por ello, los VIs se podían compartir, los entornos de desarrollo eran los mismos y el hardware era similar.

En tercer lugar, debido a que los VIs modulares de LabVIEW eran compatibles con versiones anteriores, se reutilizaron VIs que se habían desarrollado hacía más de 10 años como base para nuestro sistema HIL. Además, nuestro sistema de pruebas del laboratorio, basado en el hardware y el software LabVIEW de NI, almacenaba fácilmente los datos de las pruebas en el formato de ficheros TDMS (Technical Data Management Streaming) para su análisis con el software de gestión de datos DIAdem de NI. Junto con la visualización normal de datos, se utilizó DIAdem para buscar rápida y automáticamente las anomalías del rendimiento en múltiples archivos de datos y representarlas gráficamente con anotaciones. Por último, el soporte técnico de NI - un criterio clave para el éxito - siempre ha sido el mejor de la industria.

Ford tiene una larga historia de colaboración con NI y hemos utilizado LabVIEW para desarrollar diversos aspectos de cada vehículo eléctrico con pila de combustible que producimos y para diseñar e implementar con éxito un sistema de control embebido de tiempo real para un automóvil FCS (Fuel Cell System). 