

# Banco de Ensayo en Carga para Reductoros de Ferrocarril

Artículo cedido por National Instruments

Autor: Fulgencio Amora-  
ga Boigues  
Tecner Ingeniería, S.A.—  
Responsable Departa-  
mento Electrónica e  
Informática



www.ni.com/spain

## El reto

*Desarrollar un banco de ensayos para la validación del diseño y fabricación de prototipos de reductoros de ferrocarril. Los nuevos diseños deben cumplir con las especificaciones y requisitos del fabricante y se ensayan en el banco durante periodos de tiempo prolongados para garantizar que la transmisión responde con la fiabilidad exigida.*

## La solución

*La solución: Diseñar, implementar y verificar un sistema de control y adquisición embebido en tiempo real utilizando los módulos NI LabVIEW Real Time, el controlador NI PXI-8102 y sus tarjetas de adquisición y control de datos basados en el chasis PXI de tiempo real.*

## Síntesis del proyecto

Sector Industrial:

- Industrial Control / Device / Systems – Machines / Mechanics .

Tipo de Aplicación:

- Remote Monitoring / Control, Machine Condition Monitoring, Control and Simulation, Manufacturing Process Test

Productos utilizados:

Software:

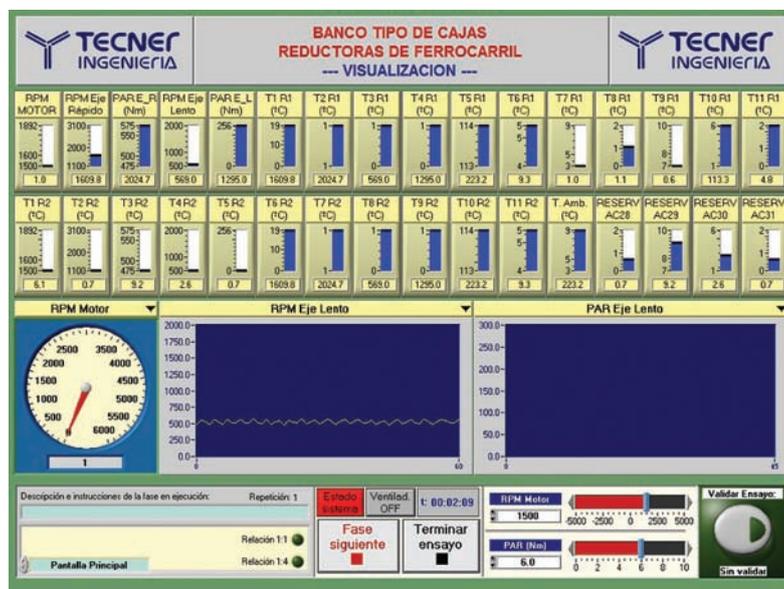
- LabVIEW RT

Hardware:

- NI PXI-1036
- NI PXI-8102
- NI PXI-6229
- NI PXI-6515
- NI PXI-8231

## Introducción

Tecner Ingeniería, S.A., es una compañía especializada en diseño y fabricación de Bancos de Ensayos, Instrumentación y Software para máquinas de pruebas y equipos de medida. Entre sus realizaciones dispone de equipos estándar para ensayos típicos de I+D, Control de Calidad, Homologaciones y Certificaciones, Mantenimiento, Enseñanza, etc., pero su característica diferenciadora es la capacidad de ofer-



tar equipos y sistemas especialmente adaptados a cada necesidad del cliente. Se trata de bancos de pruebas considerados como "trajes a medida", bajo especificaciones del cliente o en cumplimiento de normas particulares. Nuestra compañía puede ofrecer instalaciones completas "llave en mano" y dispone de Certificación de Calidad ISO 9001.

El caso de estudio que nos ocupa es la realización de un banco de ensayos para validación del diseño y fabricación de prototipos de reductoros de ferrocarril.

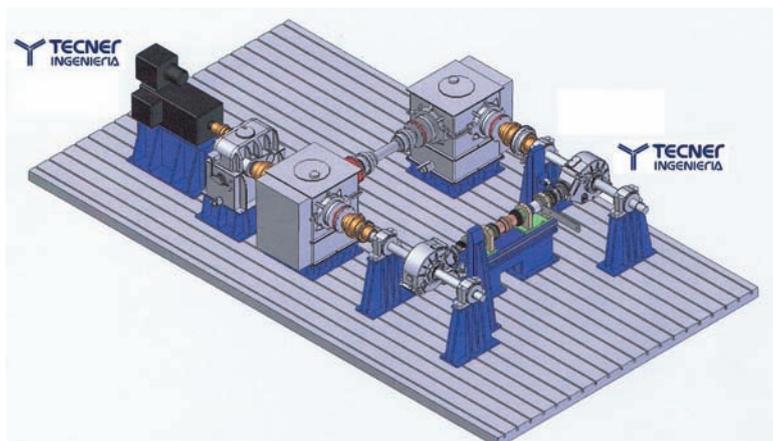
Dada la gran variedad de reductoros que en principio es posible ensayar, se diseña un banco de ensayos muy genérico, donde pueden montarse diferentes configuraciones y realizarse gran variedad de ciclos de trabajo combinados de regimenes (controlando en velocidad el motor eléctrico que hace girar el sistema) y de pares (controlando en par el sistema torsionador que introduce la carga en el sistema), verificando todos los parámetros requeridos en el protocolo de ensayo. Mediante sensores convenientemente dispuestos, se monitoriza el comportamiento del reductor y se establecen los rangos de trabajo óptimos en los que deben moverse los futuros reductoros a fabricar.

Las especificaciones del ensayo requieren la adquisición de múltiples señales para la correcta evaluación de las reductoros a prueba, a saber, 48 sondas de temperatura de 0 a 200°C mediante RTDs tipo Pt-1000 y Pt-100, 1 régimen de motor mediante encoder, 1 régimen de par en el eje rápido (6000rpm / 10kN) y 1 régimen de par en el eje lento (3000rpm / 70kN) mediante torsímetros de fuerza, así como información del estado del sistema motor eléctrico - variador de velocidad con lectura de datos (Intensidad, Frecuencia, Tensión de Bus de Continua) mediante protocolo de comunicación ModBus. De igual forma se implementan las señales de control de varios parámetros para la realización del ensayo en carga, a saber, consigna de velocidad del motor eléctrico (introducida mediante ModBus al variador) y consigna de par al torsionador (introducida mediante señal de salida analógica en tensión).

La diversidad en el tipo de señales, la larga duración de los ensayos y la exigencia en las prestaciones de determinismo orientaron la elección del sistema hacia los equipos modulares de National Instruments. En concreto hacia el sistema en chasis PXI de tiempo real donde se han instalado módulos

de entradas / salidas analógicas (NI PXI 6229), de entradas / salidas digitales (NI PXI 6515) y de controlador Ethernet (NI PXI 8231) junto con el controlador embebido (NI PXI 8102). Existen 2 configuraciones principales de ensayo según el tipo de reductora a ensayar, Ejes Perpendiculares y Ejes Paralelos.

### Ejes Perpendiculares.



Para ensayar estas máquinas, con potencias de arrastre contenidas, se recurre a una composición llamada "FOUR SQUARE". El sistema permite el ensayo simultáneo de dos reductoras interconectadas, enfrentadas por sus ejes rápidos (back to back).

Estas dos reductoras se montan en dos esquinas de un cuadrilátero y, en las dos esquinas restantes, se montan sendos grupos cónicos, unidos también por sus ejes rápidos.

Los ejes lentos de cada reductora se unen a los ejes lentos de los correspondientes grupos cónicos, cerrando así un circuito cinemático, de manera que al girar cualquier eje, giran el resto ligados mecánicamente.

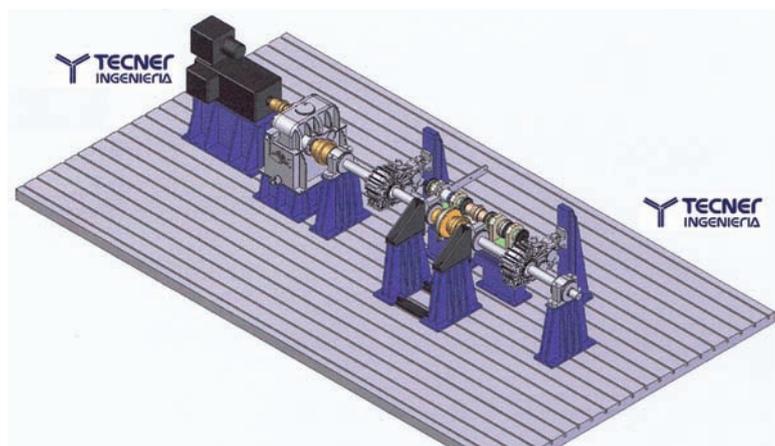
Uno de los ejes de uno de los grupos cónicos se conecta, a través de una caja de cambios de dos velocidades, a un motor eléctrico controlado electrónicamente y que se encarga de accionar el sistema. El motivo de intercalar un cambio de velocidades entre el motor y el sistema es para ampliar los rangos de accionamiento de Par y Régimen.

Para simular el par de trabajo de las reductoras, se torsiona el eje rápido que une los dos especímenes de ensayo mediante un actuador rotativo que introduce un ángulo de torsión, y por tanto un Par en dicho eje, y consecuentemente, y en su proporción, en el resto

de la cadena cinemática. De esta manera, controlando el Par de accionamiento con el torsionador y la velocidad de giro con el motor, es posible simular condiciones de altos Pares y Regímenes, simultáneamente, con unas potencias de arrastre relativamente bajas (en teoría, la potencia equivalente a las pérdidas mecánicas del sistema)

### Ejes Paralelos.

Se agrupan en dos rangos de pares y velocidades pero, a efectos de implantación, siguen el mismo esquema. Se trata de enfrentar dos especímenes de ensayos, uniendo sus respectivos ejes de la misma velocidad (lento con lento y rápido con rápido, "BACK to BACK") Los ejes lentos se comunican por un árbol articulado tipo cardan. Los ejes rápidos se comunican mediante acoplamientos, intercalando el torsionador entre ellos. Este torsionador introduce un par controlado en el sistema y el motor, a través del mismo cambio de velocidades, acciona el eje lento de una cualquiera de las reductoras.



La comunicación entre el sistema de monitorización (ordenador portátil) y el PXI se realiza a través de red inalámbrica WIFI desde donde se envían las consignas de régimen y par en cada momento (tanto en modo manual como a través de ciclos automáticos programables) y se visualizan todos los parámetros que intervienen en cada momento en la realización del ensayo. Desde el software, programado en LabVIEW RT, se va creando una Base de Datos con las especificaciones de cada una de las reductoras a ensayar (escalas, alarmas, avisos, ciclos automáticos a cumplir, validaciones, visualizaciones, etc.) Desde el portátil se lanza el ensayo a realizar y se guardan los datos de cada uno de estos. Estos resultados pueden ser visualizados en el propio software o exportados para su estudio. Existe una aplicación de Gráficas Comparativas para analizar, de forma gráfica, distintos parámetros dentro de los mismos o distintos ensayos.

### Conclusión

Conclusión: TECNER INGENIERIA, S.A. apostó hace casi 15 años por la implantación de LabVIEW como plataforma de software de adquisición y control para sus bancos de ensayo. Es por esto que en esta ocasión se ha optado de nuevo por la programación en LabVIEW en Tiempo Real y por el sistema modular en chasis PXI, por la experiencia que teníamos con este tipo de plataforma y por la facilidad de poder reutilizar múltiples VIs anteriores, ahorrando tiempo y recursos, al estar nuestros técnicos altamente especializados en este lenguaje y en este tipo de instrumentación. 📌