

# 2007 NI Technical Symposium

# **Acelere y Optimice su Proceso de Diseño con Nuevas Herramientas Gráficas y Textuales**

# Agenda

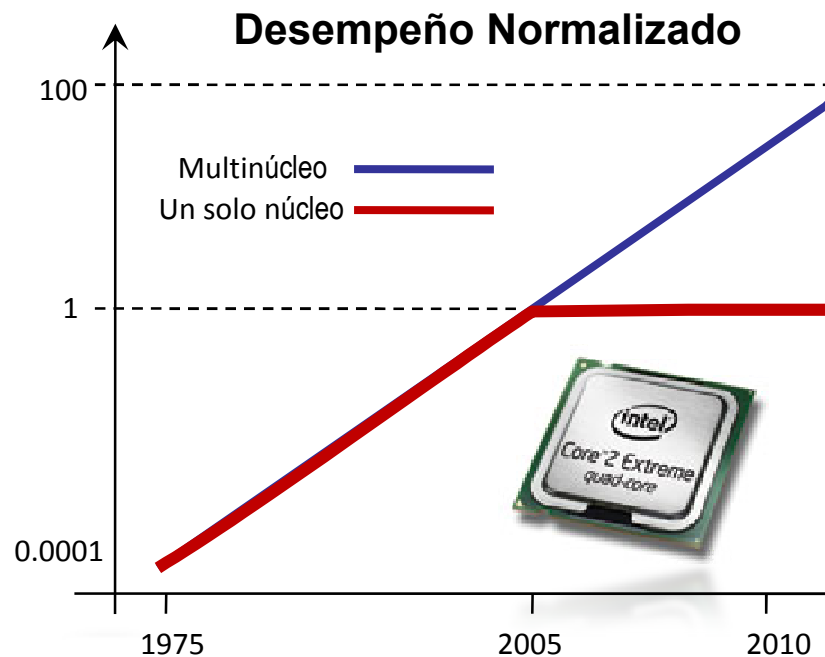
- Tendencias en Diseño de Algoritmos
- El Enfoque de Ingeniería de Algoritmos
- Áreas de Aplicación
  - Procesamiento de Señales
  - Diseño de Control
- Conclusión

# Tendencias en Diseño de Algoritmos



# Las Arquitecturas Paralelas Prometen Desempeño

La programación y desarrollo de software, complicará en un futuro la ejecución paralela, particularmente a expertos en la disciplina.



“Para explotar por completo el poder de procesadores trabajando en paralelo... software nuevo debe ocuparse del problema de concurrencia.”

– Bill Gates, Microsoft

“Pero un modelo de programación en paralelo... no emergerá de cinco a 10 años, de acuerdo a expertos de Microsoft Corp.”

– Rick Merritt, *EE Times*

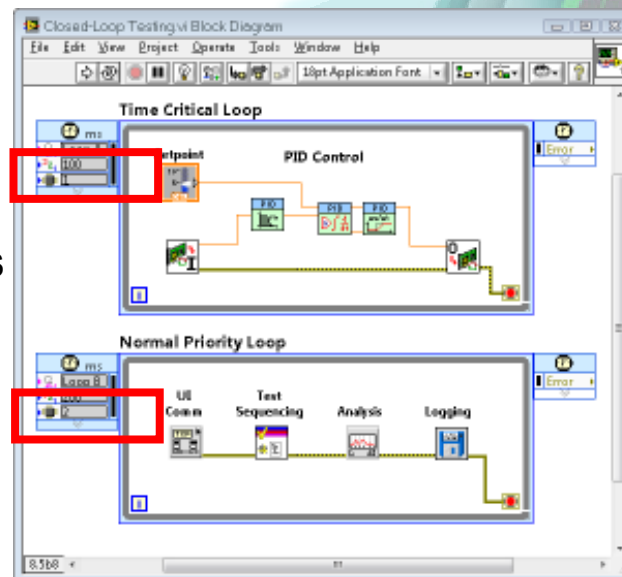
“La revolución de concurrencia será más impactante que la revolución de orientado a objetos...”

*The Free Lunch Is Over* - Herb Sutter, Microsoft



## Programación Multinúcleo Paralela y Fácil

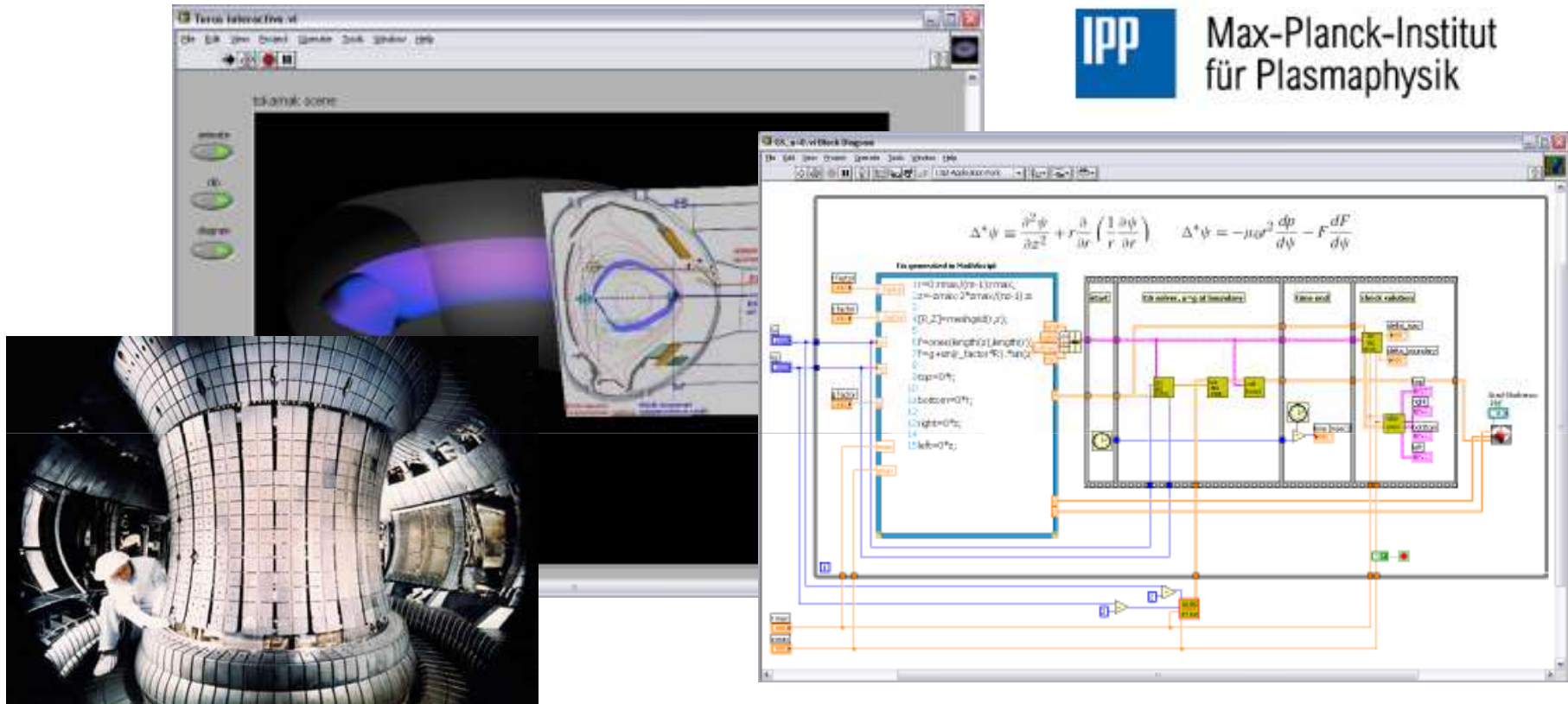
Asignación de núcleos específicos  
a ciclos temporizados



# Beneficios del Desempeño Multinúcleo de LabVIEW



Max-Planck-Institut  
für Plasmaphysik



*“...con LabVIEW, obtuvimos un aumento en procesamiento de 20 veces más con una máquina de ocho núcleos sobre una de un solo núcleo...”*

Dr. Louis Giannone  
Lead Researcher, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

# Agenda

- Tendencias en diseño de algoritmos
- **El Enfoque de Ingeniería de Algoritmos**
- Áreas de Aplicación
  - Procesamiento de Señales
  - Diseño de Control
- Conclusión

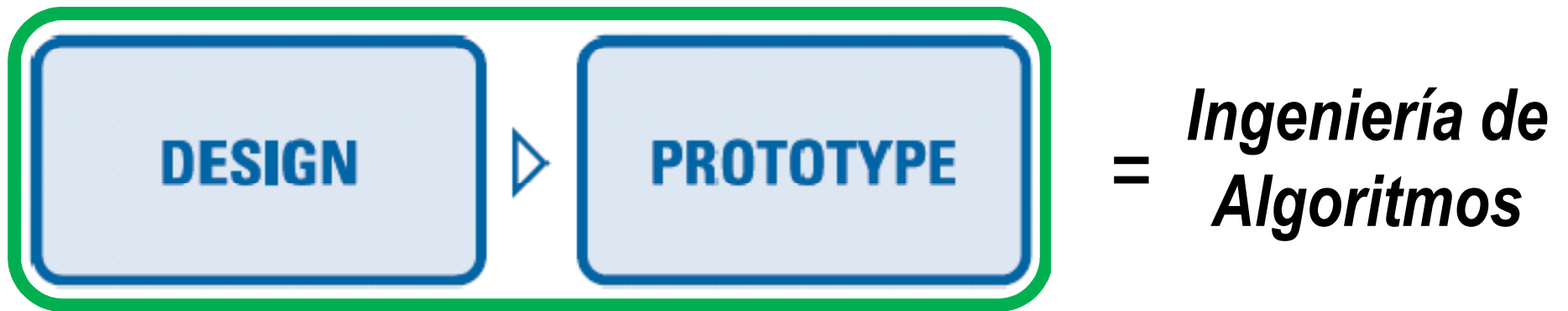


# Diseño Gráfico de Sistemas



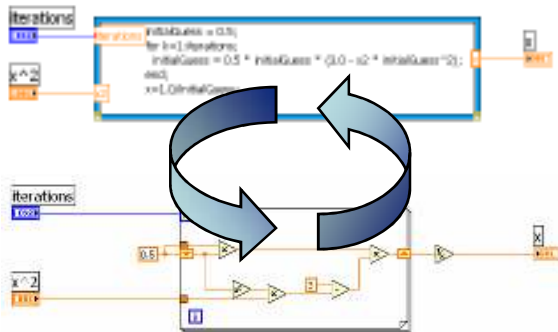
# ¿Qué es la Ingeniería de Algoritmos?

Diseño de Algoritmos + Implementación de Algoritmos (Prototipos)

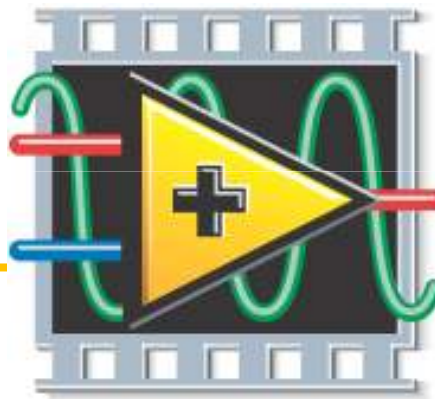


Diseñe, implemente, y pruebe sus  
algoritmos fácil y rápidamente

# Ingeniería de Algoritmos con LabVIEW



**Elección de Modelo Computacional**



## Mathematics

- Numeric
- Elementary and Special Functions
- BLAS/LAPAC-based Linear Algebra
- Curve Fitting
- Interpolation/ Extrapolation
- Probability and Statistics
- Optimization
- Ordinary Differential Equations
- Geometry
- Polynomial
- Formula Parsing
- 1D & 2D Evaluation
- Calculus
- Zeros

## Signal Processing & Analysis

- Waveform Generation
- Waveform Conditioning
- Waveform Monitoring
- Waveform Measurements
- Signal Generation
- Signal Operations
- Windows
- Digital Filters
- Spectral Analysis
- Transforms
- Point-by-Point

**Funcionalidad Extensiva Incluida**



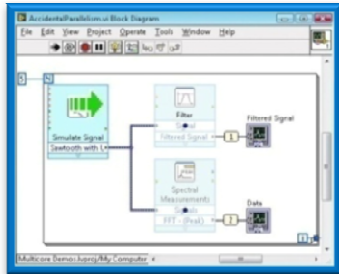
**Interactividad Simplificada**



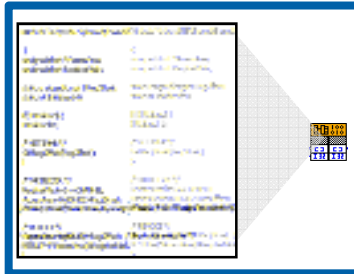
**Integración con HW**

# Modelos de Diseño de Alto Nivel

Flujo de Datos



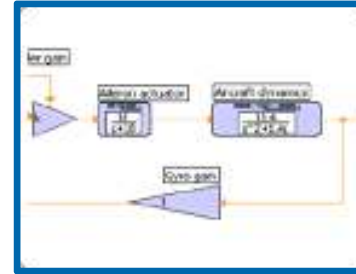
Código C



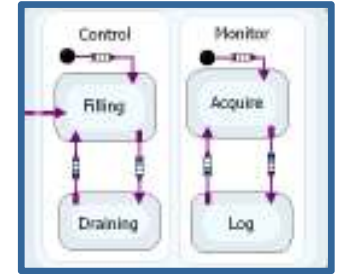
Matemáticas  
Textual

```
1 c = 0.285 + 0.013i;  
2 [X Y] = meshgrid(x, y);  
3 z = X + i*Y;  
4 for k=1:30  
5   z = z.^2 + c;  
6 end
```

Simulación



Diagramas de  
Estados



NATIONAL INSTRUMENTS

# LabVIEW™

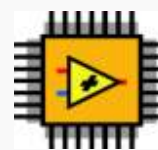
Escritorio



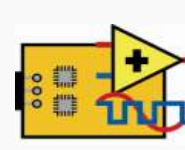
Real-Time



FPGA

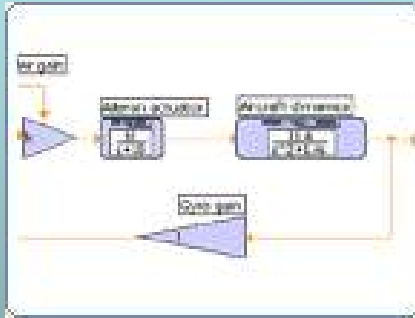


Microprocesadores

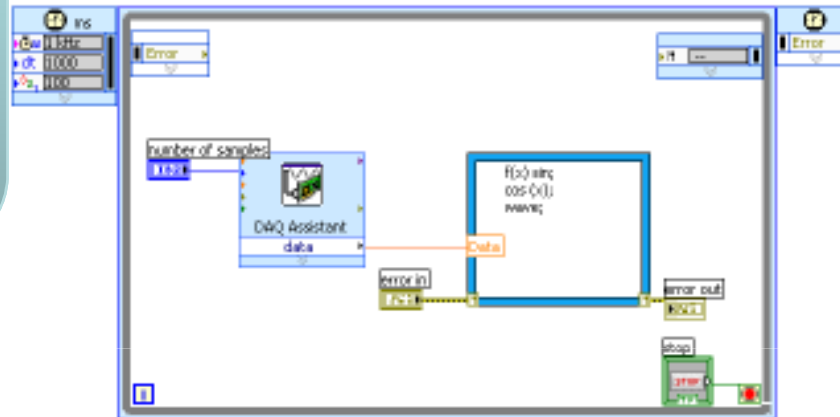


# Beneficios del Diseño Gráfico de Sistemas de LabVIEW

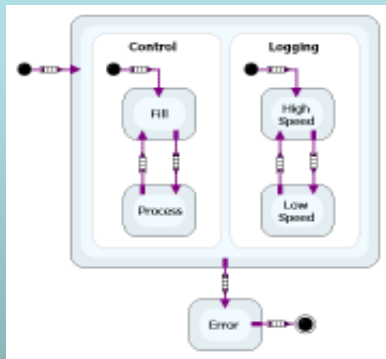
## Simulación



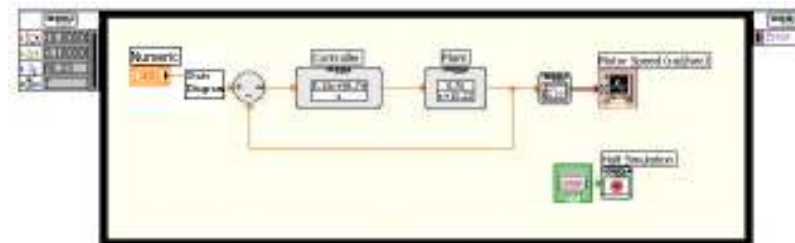
## Flujo de Datos Gráfico



## Configuración



## Diagramas de Estados



## MathScript Node

```
tic;  
Y=fft(X);  
PowerY=abs(Y).^2;  
t=toc;
```

## MathScript

# Herramientas Gráficas (VIs) Incluidas para Procesamiento de Señales, Análisis y Matemáticas

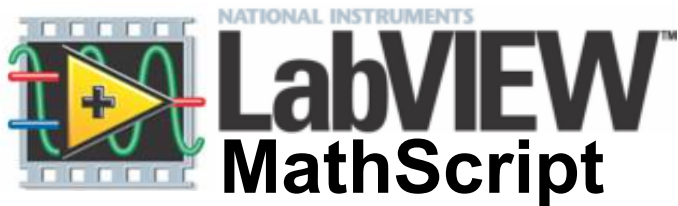
- **Procesamiento de Señales y Análisis**

- Generación de Formas de Onda
- Acondicionamiento de Formas de Onda
- Monitoreo de Formas de Onda
- Mediciones de Formas de Onda
- Generación de Señales
- Operaciones de Señales
- Ventanas
- Filtros Digitales
- Análisis Espectral
- Transformadas
- Punto por Punto

- **Matemáticas**

- Numérico
- Funciones Elementales y Especiales
- Álgebra Lineal basada en BLAS/LAPAC
- Ajuste de Curvas
- Interpolación / Extrapolación
- Probabilidad y Estadística
- Optimización
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
- Geometría
- Polinomio
- Conversión de Fórmulas
- Evaluación de 1D y 2D
- Cálculo
- Ceros



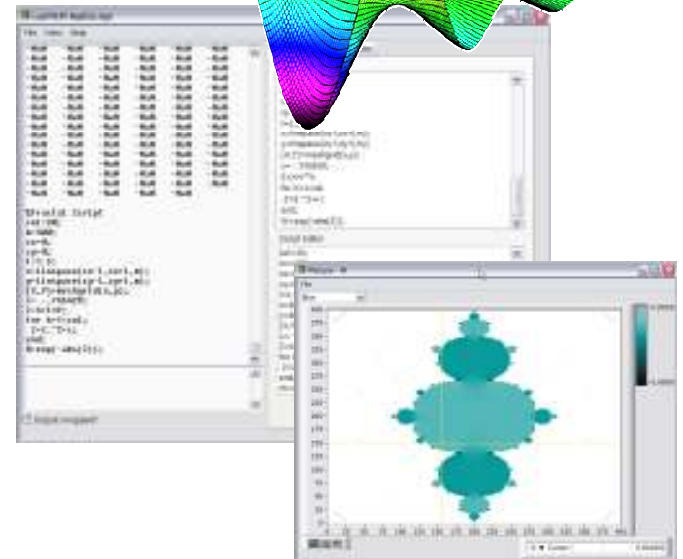
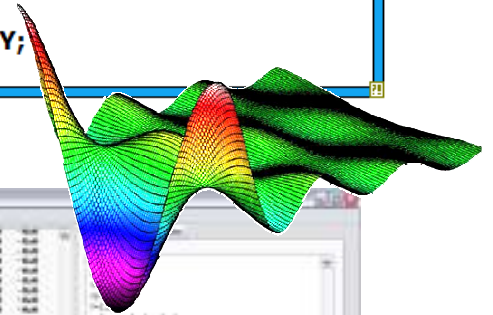


- Procesamiento de Señales, Diseño de Control y Matemáticas basado en Texto en LabVIEW
  - Más de 700 funciones incluidas
  - Reutilice sus archivos .m creados en MATLAB® de The MathWorks, Inc.
  - Basado en Matemáticas de MATRIXx
- Una solución nativa de LabVIEW
  - Interfaces programables e interactivas
  - No requiere software de terceros

MathScript Node

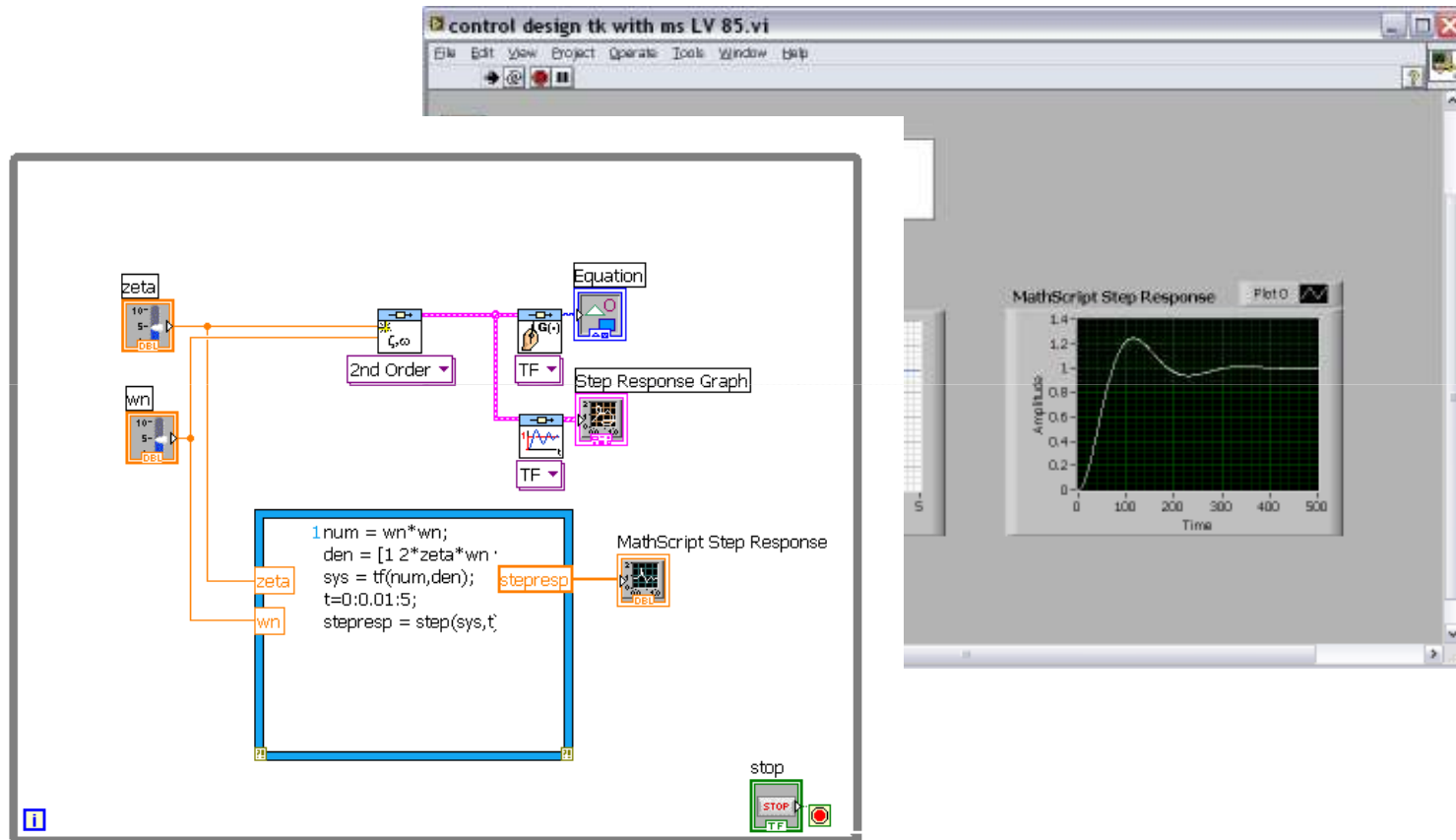
```

1 % Fractal Script
2
3 % Create complex matrix with
4 % grid of linearly spaced points
5
6 x=linspace(cx-l,cx+l,m);
7 y=linspace(cy-l,cy+l,m);
8
9 [X,Y]=meshgrid(x,y);
10
11 Z=X+i*Y;
  
```



MATLAB® is a registered trademark of The MathWorks, Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.

# Demo 1: El Enfoque de Combinación Gráfico y Textual



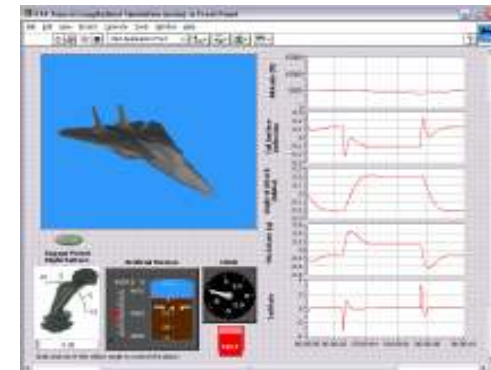
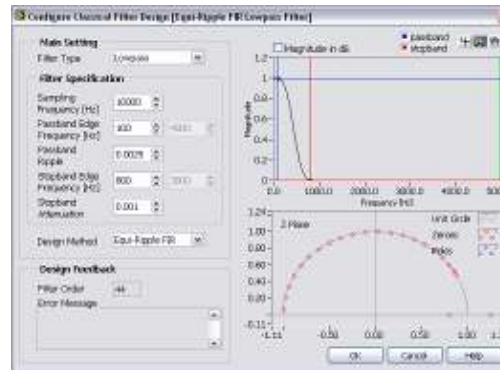
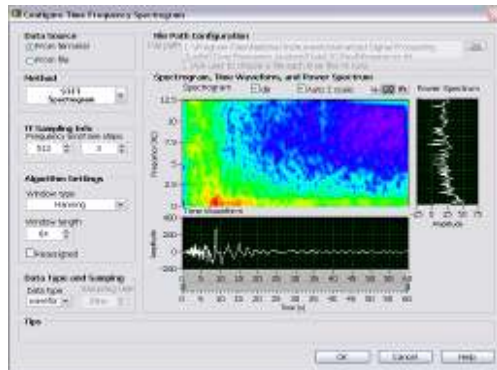


# Funciones Incluidas en LabVIEW MathScript

## (Lista Abreviada)

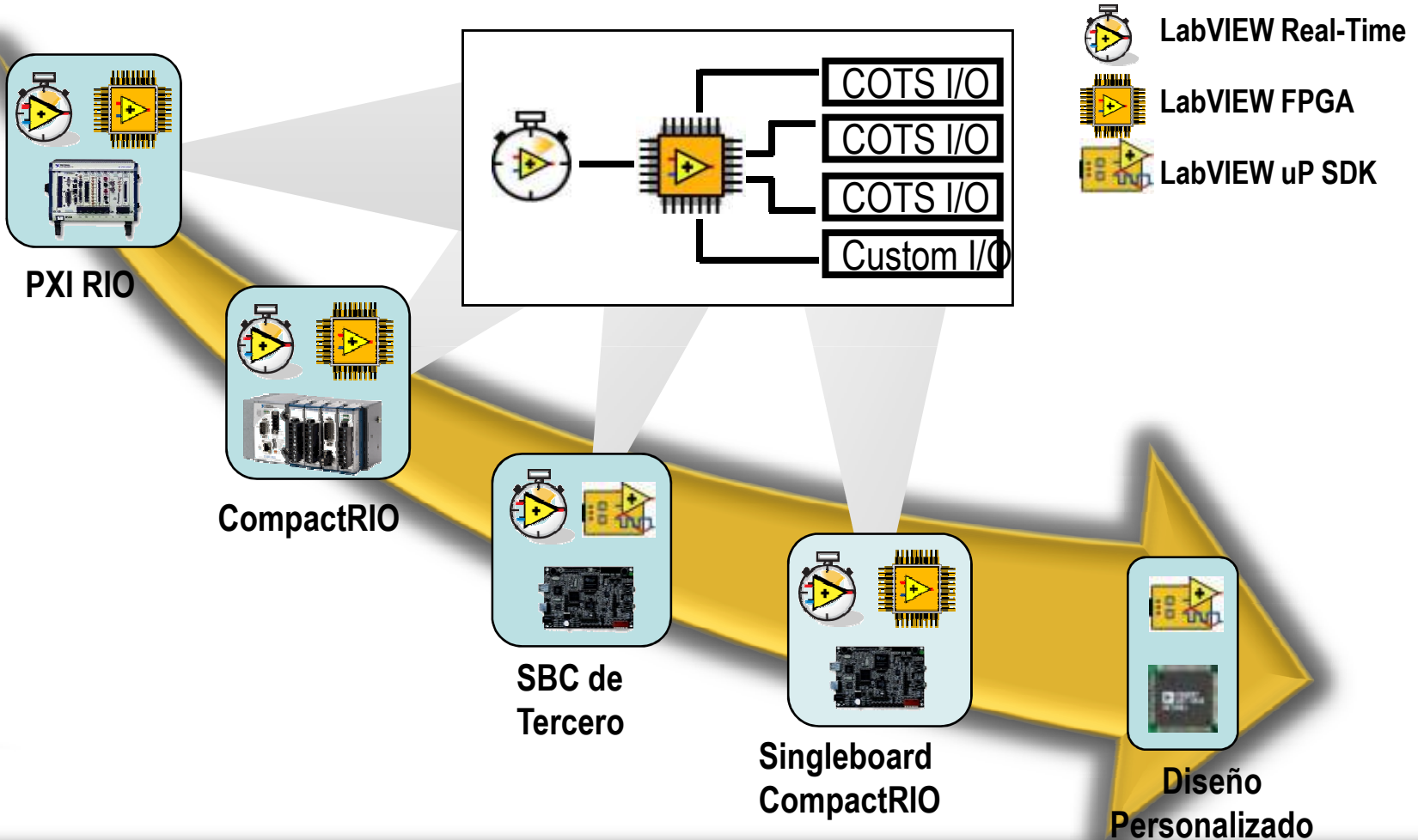
- **Graficado en 2D y 3D**  
**Graficas** X-Y, graficas 3D, graficas de superficie, graficas de contorno, subgraficas, graficas de escalera, graficas logarítmicas, graficas “stem”, graficas de campos vectoriales, graficas de árbol y más
- **Probabilidad y Estadística**  
Media, mediana, Poisson, Rayleigh, chi-cuadrada, Weibull, T, distribuciones gamma, covalencia; valencia; desviación estándar; correlación cruzada; histograma; distribución de ruido blanco y otras funciones
- **Procesamiento Digital de Señales (DSP)**  
Síntesis de Señales; Butterworth, Chebyshev, Parks-McClellan, ventanas FIR, elíptico (Cauer), lattice y otros diseños de filtros; FFT (1D/2D), FFT inversa (1D/2D), Hilbert, y otras transformadas; Hamming, Hanning, Kaiser-Bessel y otras ventanas; graficas de polos/ceros y otras
- **Optimización**  
Quasi-Newton, cuadrático, métodos Simplex y más
- **Aproximación (Ajuste de Curvas/ Interpolación)**  
Hermite cubico e interpolación lineal; exponencial, lineal, y ajuste de potencia; aproximación racional y más
- **Funciones Avanzadas**  
Bessel, Bessel esférico, Psi, Airy, Legendre, funciones Jacobi; trapezoidal, funciones de integración exponencial elíptica
- **Ecuaciones Diferenciales Ordinarias**  
Adams-Moulton, Runge-Kutta, Rosenbrock, y otras funciones para ecuaciones diferenciales ordinarias
- **Operaciones Básicas**  
Valor absoluto conversión de coordenadas cartesianas a polar y esféricas, modulo, exponenciales, funciones logarítmicas, conjugados complejos y más
- **Operación Polinomial**  
Convolucion, deconvolucion, ajuste polinomial, expansión de fracciones parciales
- **Trigonómicas**  
Coseno, seno and tangente, Coseno hiperbólico inverso, cotangente, cosecante, secante, seno y tangente; Coseno hiperbólico tangente, cosecante, secante, seno, y tangente; exponencial, logaritmo natural
- **Algebra Lineal**  
LU, QR, QZ, Cholesky, descomposición Schur, SVD, determinante, inversa, transpuesta, solución a matrices especiales; series de Taylor; eigenvalues y eigenvectores reales / complejos; eigenvalues polinomiales y más
- **Operación Booleana y de Bits**  
AND, OR, NOT, y otras operaciones lógicas; corrimientos,.
- **Operaciones de Matrices**  
Hankel, Hilbert, Rosser, matrices especiales Vandermonde; inverso; multiplicación; división; operaciones unarias y otras
- **Adquisición de Datos / Generacion**  
E/S Análoga y Digital utilizando dispositivos de National Instruments
- **Operaciones de Vectores**  
Producto cruz; velocidad angular; gradiente; producto tensor Kronecker y otras
- **Otras**  
Programación primitiva como funciones “if”, “for”, y ciclos “while”; conversión de datos; E/S de archivos; funciones de temporización; operaciones de cadenas de caracteres

# Herramientas de Procesamiento de Señales, Análisis y Control en LabVIEW



Procesamiento de Señales Avanzados	Diseño de Filtros Digitales	Diseño de Control y Módulo de Simulación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wavelets</li> <li>• Análisis de Series de Tiempo (Análisis de Componentes, Análisis de Componentes Principales, Análisis Espectral Basado en Modelo...)</li> <li>• Análisis de Tiempo-Frecuencia (Gabor, STFT, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis y Diseño de filtros FIR / IIR , Cuantización</li> <li>• Modelado de Punto-fijo, Simulación de Punto-fijo, Generación de Código (FPGA / ANSI C), ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de modelos, conversión, y reducción</li> <li>• Respuesta en Tiempo y Frecuencia</li> <li>• Características Dinámicas</li> <li>• Diseño de Control Clásico                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>root locus</i>, <i>PID</i>, <i>lead/lag</i> ...</li> </ul> </li> <li>• State-space control / estimación                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>LQR</i>, <i>LQG</i>, <i>posicionamiento de polos</i>, <i>Kalman</i> ...</li> </ul> </li> </ul>

# Arquitectura Embebida Estándar, Herramienta de Diseño Estándar



# Enfoque Híbrido para el Desarrollo de un Sistema de Monitoreo de Defectos para Ruedas de Ferrocarril en India

- Mediciones de esfuerzo sobre la pista para detección y monitoreo de defectos
- Prototipos exitosos basados en CompactRIO desarrollados en LabVIEW con MathScript
- Más de 250 equipos a instalar en la India.
- Colaboración de:
  - Instituto de Tecnología de la India, Kanpur
  - Ferrocarriles de la India
  - Organización de Investigación, Diseño y Estándares



THE  HINDU

# Agenda

- Tendencias en diseño de algoritmos
- El enfoque de Ingeniería de Algoritmos
- Áreas de Aplicación
  - **Procesamiento de Señales**
  - Diseño de Control
- Conclusión

# Plataforma de Procesamiento de Señales de NI

## Ambiente de Desarrollo de LabVIEW

Procesamiento de Señales y Análisis  
Textual (MathScript)

Procesamiento de Señales y Análisis  
Gráfico (Flujo de Datos)

Conectividad a Software  
De Terceros de Matemáticas

Toolkit de Procesamiento de  
Señales Avanzado

Toolkit de  
Diseño de Filtros Digitales

Toolkits  
(Comunicaciones, S&V)

LabVIEW Real-Time

LabVIEW FPGA

LV  $\mu$ Processor SDK

## Objetivos



PC/Mac



PXI



cRIO, cDAQ



Dispositivos RIO/DAQ



32-Bit  $\mu$ p



## La UIUC Desarrolla una Interfaz Mente-Computadora con NI LabVIEW

**Aplicación:** Los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign (UIUC) desarrollaron un dispositivo que traduce pensamientos a voz o comandos para controlar una silla de ruedas u otros dispositivos. Utilizaron LabVIEW para desarrollar los algoritmos de procesamiento de señales, traducción e implementar prototipos.

**Productos de NI :** Procesamiento de Señales en LabVIEW, USB DAQ



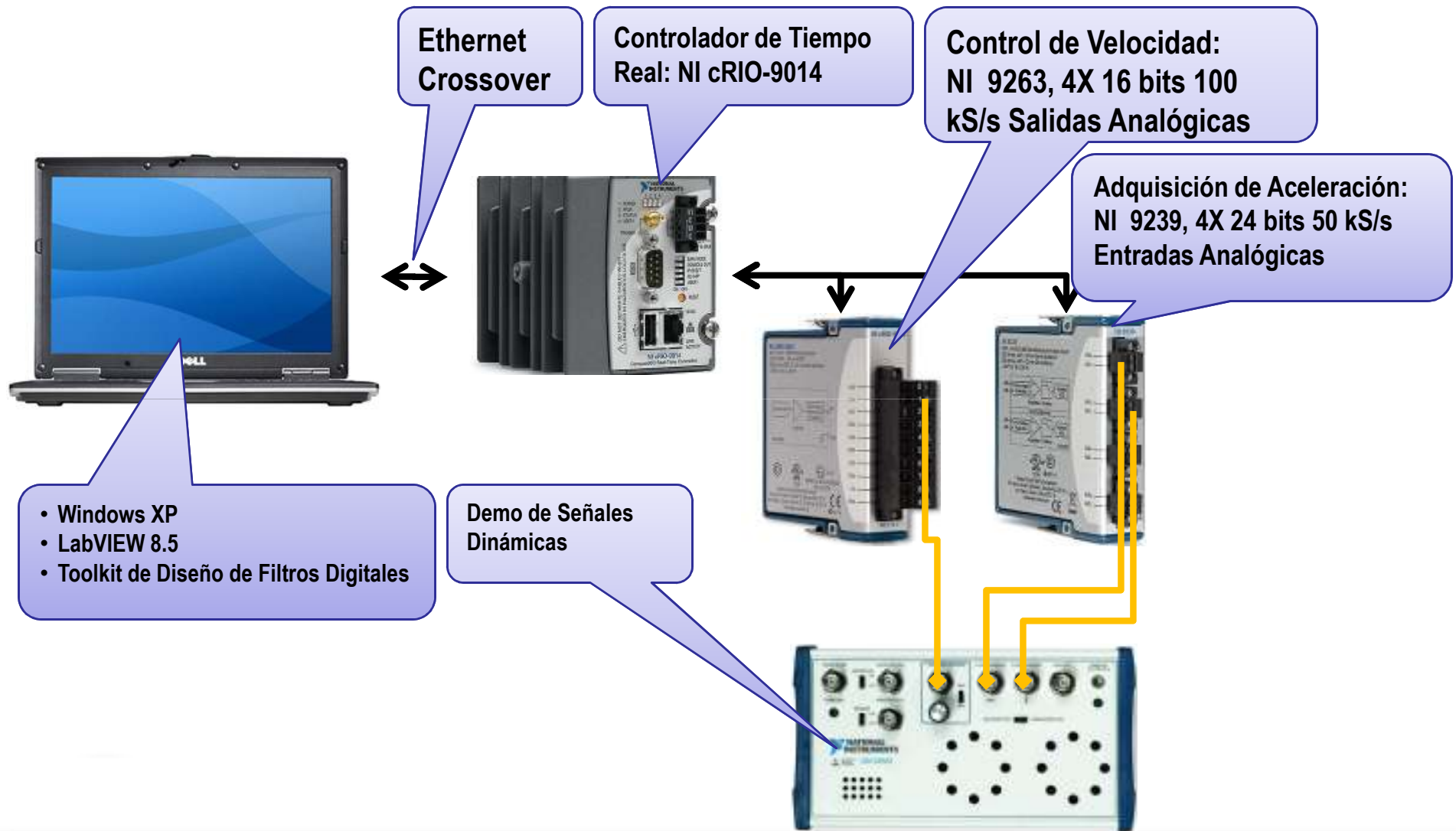
 ambient

[www.theaudeo.com](http://www.theaudeo.com)

“Trabajar con LabVIEW simplifico el desarrollo y motivó a innovar ofreciendo un enfoque de programación grafica que permite que te enfoques a innovar más no a detalles de programación.”

**Michael Callahan, CEO, Ambient Corporation**

# Demo de Procesamiento de Señales: Configuración de Hardware



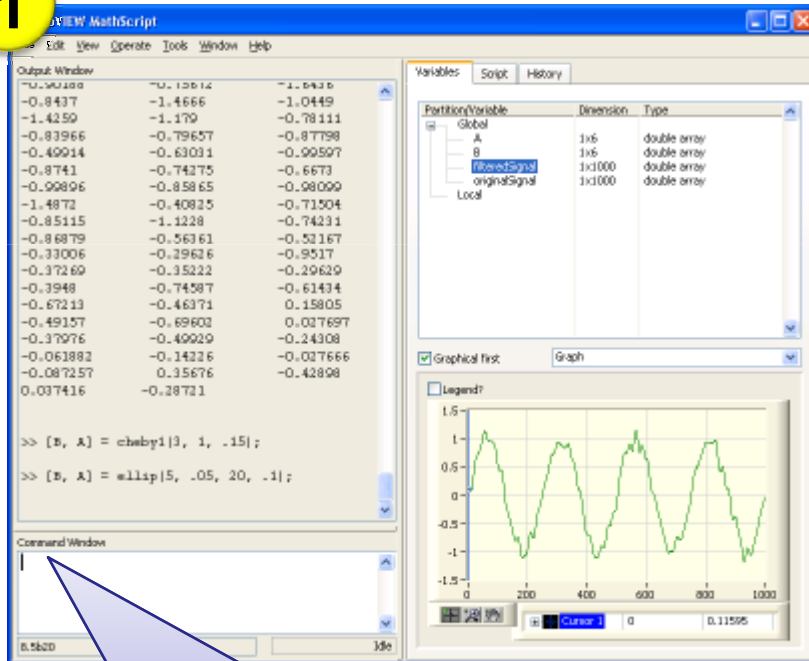


## Demo 2: Interactividad Flexible

1 Teclee comandos tipo archivos .m para definir el modelo

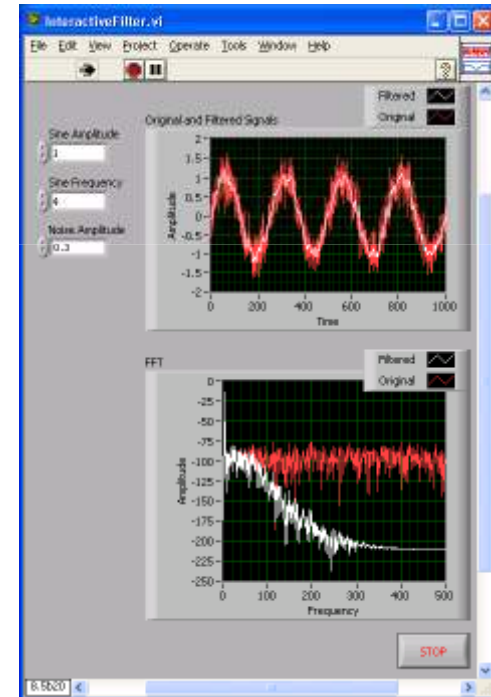
2 Ver resultados aplicando señales reales

1



[B, A] = butter(2, 0.15);

2



# Agenda

- Tendencias en diseño de algoritmos
- El enfoque de Ingeniería de Algoritmos
- Áreas de Aplicación
  - Procesamiento de Señales
  - **Diseño de Control**
- Conclusión

## **Caso de Estudio:** Desarrollando un Sistema DP Para Posicionar Automáticamente un Navío Split-Hopper

**Aplicación:** Construir un sistema de control que mantendrá al barco en una posición fija

**Reto:** Desarrollar un sistema de control avanzado alimentado con DGPS, viento, corriente, información de un giroscopio

**Productos:** PXI, CompactRIO, RT, Toolkit de Diseño de Control, LabVIEW Simulation

**Beneficio Clave:** Utilizar una plataforma en común para desarrollar el controlador e integrarlo con sistemas de terceros



*“Utilizamos herramientas de NI porque su software nos permite **reutilizar** el mismo código de **simulación a despliegue** y su hardware es confiable”*

# Proceso de Diseño del Controlador

## Desarrollo de Modelo de la Planta

- Parámetros de la planta
- Modelo matemático
- Identificación del sistema con E/S
- Identificación del sistema en simulación



## Análisis de Planta

- Observabilidad/ controlabilidad
- Estabilidad
- Respuesta en tiempo y frecuencia



## Diseño del Controlador

- Control clásico
- Control de estado-espacio y estimación
- Control de modelo predictivo
- Control híbrido, no-lineal, adaptivo



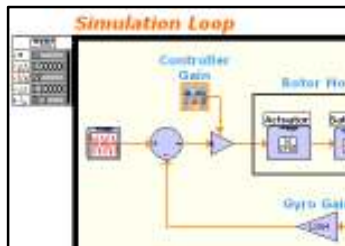
## Simulación y Validación del Controlador

- Optimización del Diseño
- Visualización en 3D
- Prototipos en Tiempo Real



## Implementación

- Portabilidad de código de simulación a despliegue
- Despliegue a RT, FPGA, uPC, SBC, PCs
- Cualquier bus, cualquier señal, cualquier E/S



# Plataforma de Control de NI



## Objetivos



PXI



cRIO, cFP



Dispositivos RIO/DAQ



32-Bit  $\mu$ p

## Demo: Control de Motor de DC

Módulo NI 9505  
para Motores



Ethernet  
Crossover

- Conexión directa del motor al módulo NI 9505
- Encoder de cuadratura incluido (512 CPR)



Motor DC  
MicroMotion 3242

# Agenda

- Tendencias en diseño de algoritmos
- El enfoque de Ingeniería de Algoritmos
- Áreas de Aplicación
  - Procesamiento de Señales
  - Diseño de Control
- **Conclusión**

# Tendencias en Diseño de Algoritmos

Procesador Más Rápido → Procesadores Multinúcleo

Secuencial → Paralelo

Programación Textual → Programación Híbrida

Personalidad Fija → Personalidad Reconfigurable

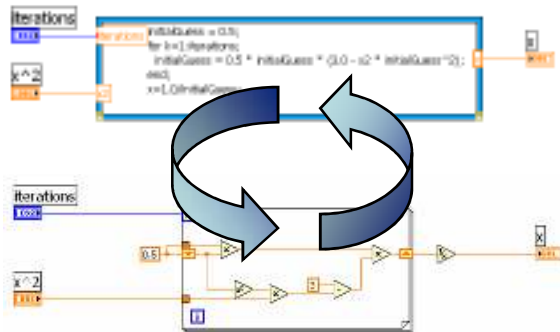
Procesamiento Homogéneo → Procesamiento Heterogéneo

Procesamiento Local → Procesamiento Distribuido

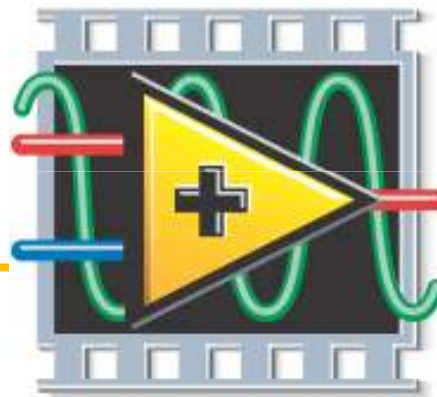
Herramientas de Bajo Nivel → Herramientas Basadas en  
Plataforma



# Ingeniería de Algoritmos con LabVIEW



# Elección de Modelo Computacional



## Mathematics

- Numeric
- Elementary and Special Functions
- BLAS/LAPAC-based Linear Algebra
- Curve Fitting
- Interpolation / Extrapolation
- Probability and Statistics
- Optimization
- Ordinary Differential Equations
- Geometry
- Polynomial
- Formula Parsing
- 1D & 2D Evaluation
- Calculus
- Zeros

## Signal Processing & Analysis

- Waveform Generation
- Waveform Conditioning
- Waveform Monitoring
- Waveform Measurements
- Signal Generation
- Signal Operations
- Windows
- Digital Filters
- Spectral Analysis
- Transforms
- Point-by-Point

## Funcionalidad Extensiva Incluida



## Interactividad Simplificada



## Integración con HW

# ¿Preguntas?