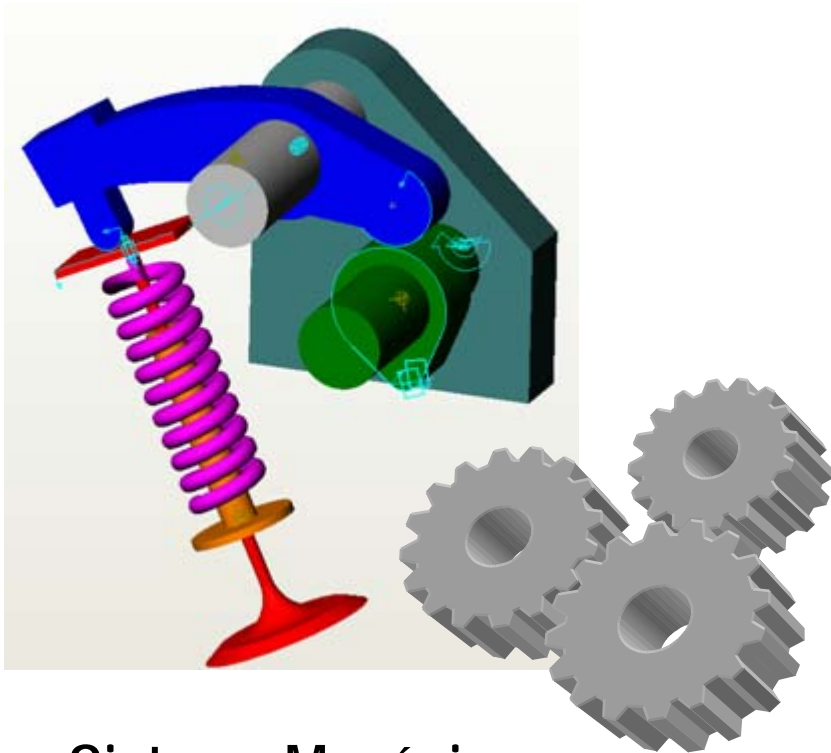




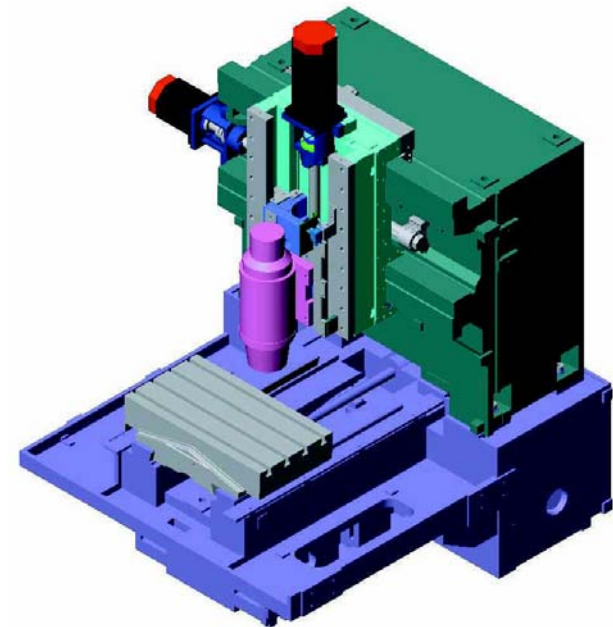
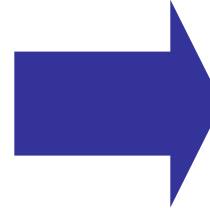
Introducción a Mecatrónica

La Evolución de las Máquinas



Sistema Mecánico

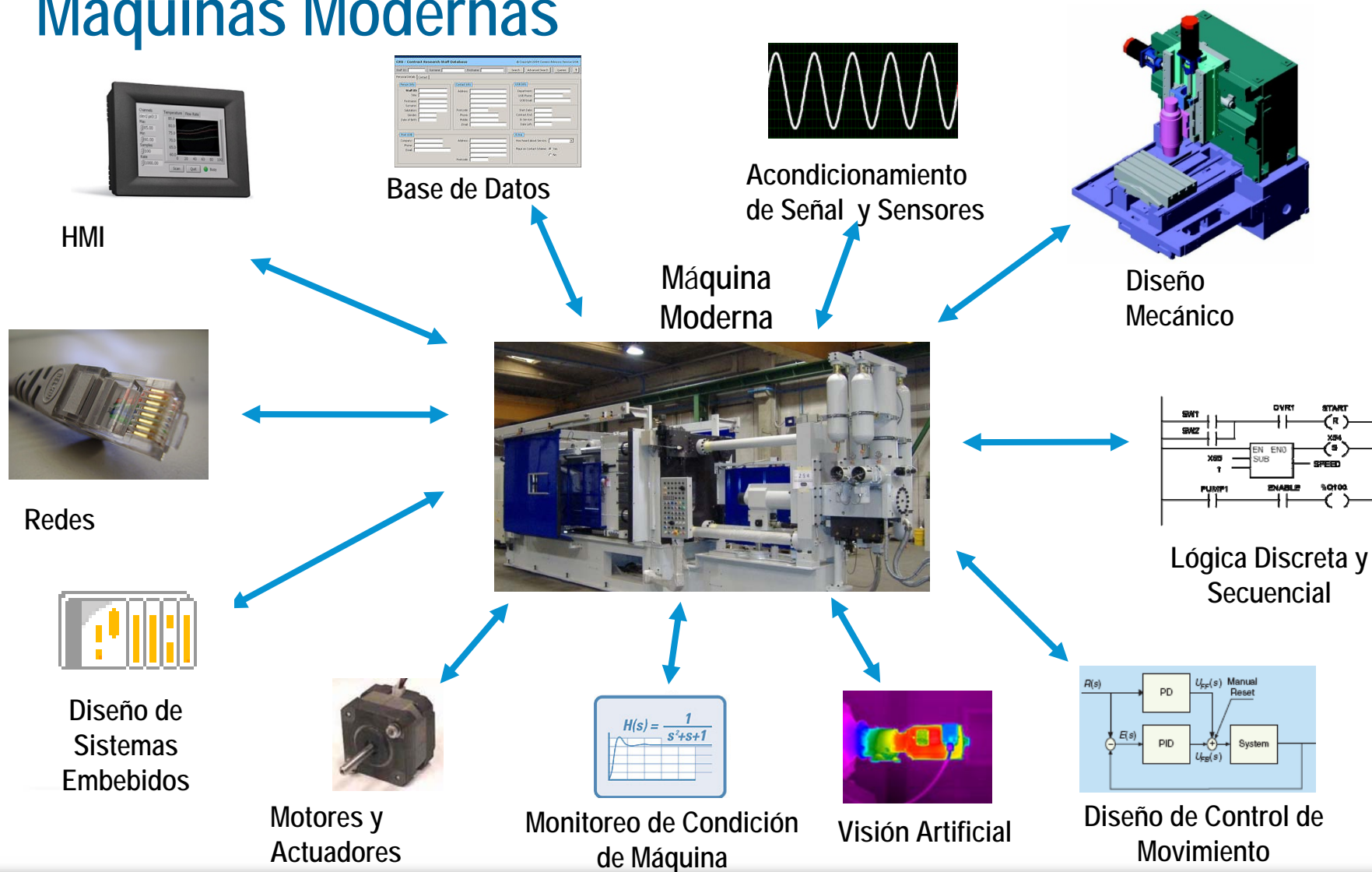
Engranajes e interruptores de límites



Sistema Electromecánico

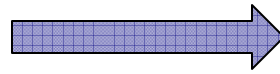
Controles electrónicos,
controladores de motores

Diversos Requerimientos de Construcción para Máquinas Modernas



Tendencia para Reducir Tiempo de Desarrollo

Diseño Secuencial



Diseño Concurrente

Primer Prototipo
Físico



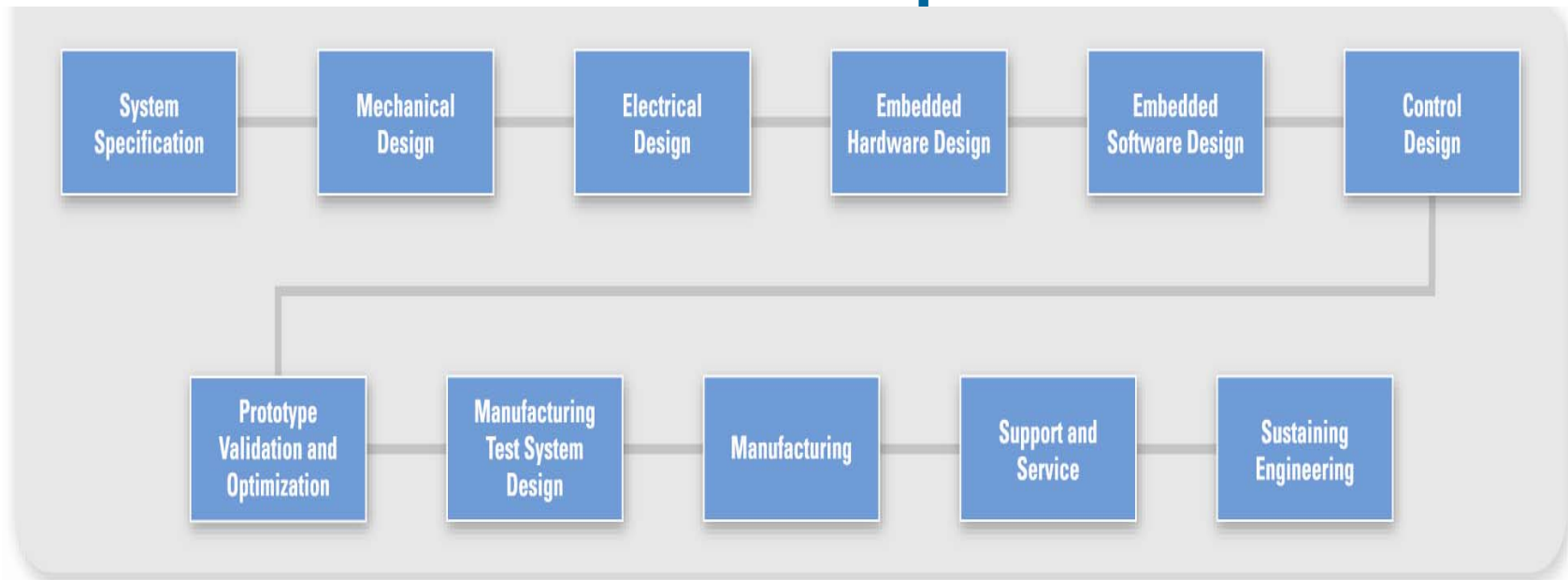
Primer Prototipo Virtual

Herramientas de
Diseño Separadas



Herramientas de Diseño
Integradas

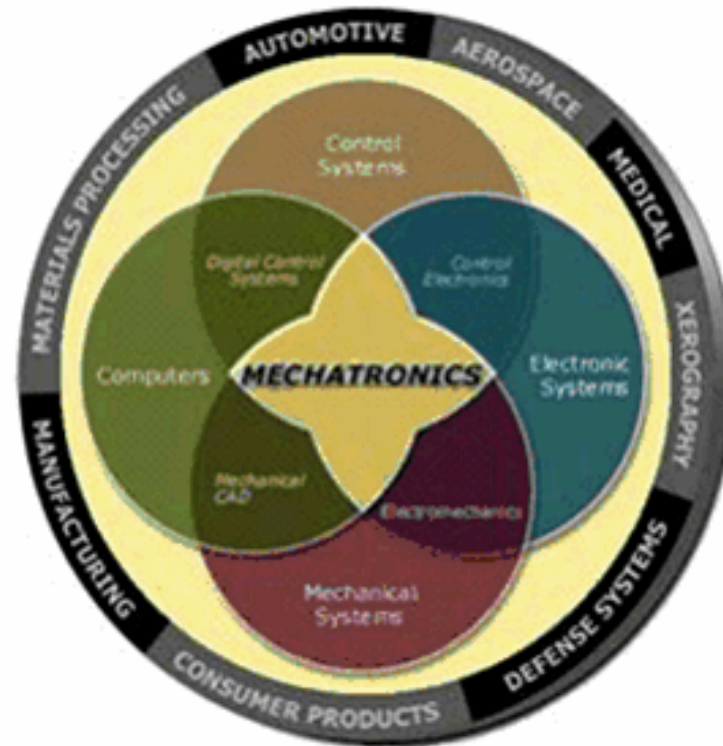
Enfoque Tradicional al Diseño Electromecánico de Máquinas



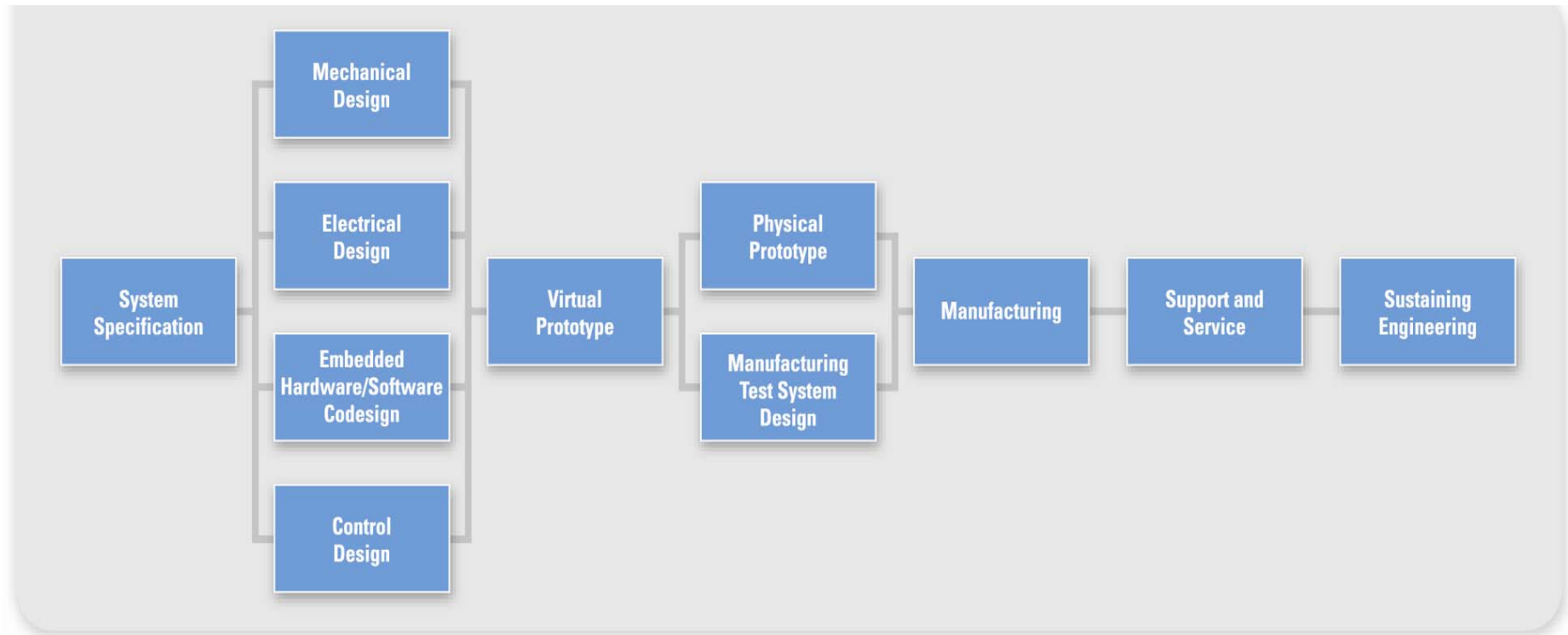
- Comunicación deficiente entre grupos de diseño
- Largo tiempo de desarrollo con alto riesgo
- Diseño poco optimizado

Mecatrónica

- La mecatrónica es un acercamiento al diseño de máquinas que combina mecánica, electrónica, control y software embebido



Enfoque de la Mecatrónica al Diseño Electromecánico de la Máquina



- Ciclos de desarrollo cortos y de bajo costo
- Mejora calidad, confiabilidad y desempeño

1. Integración de Herramientas de Diseño

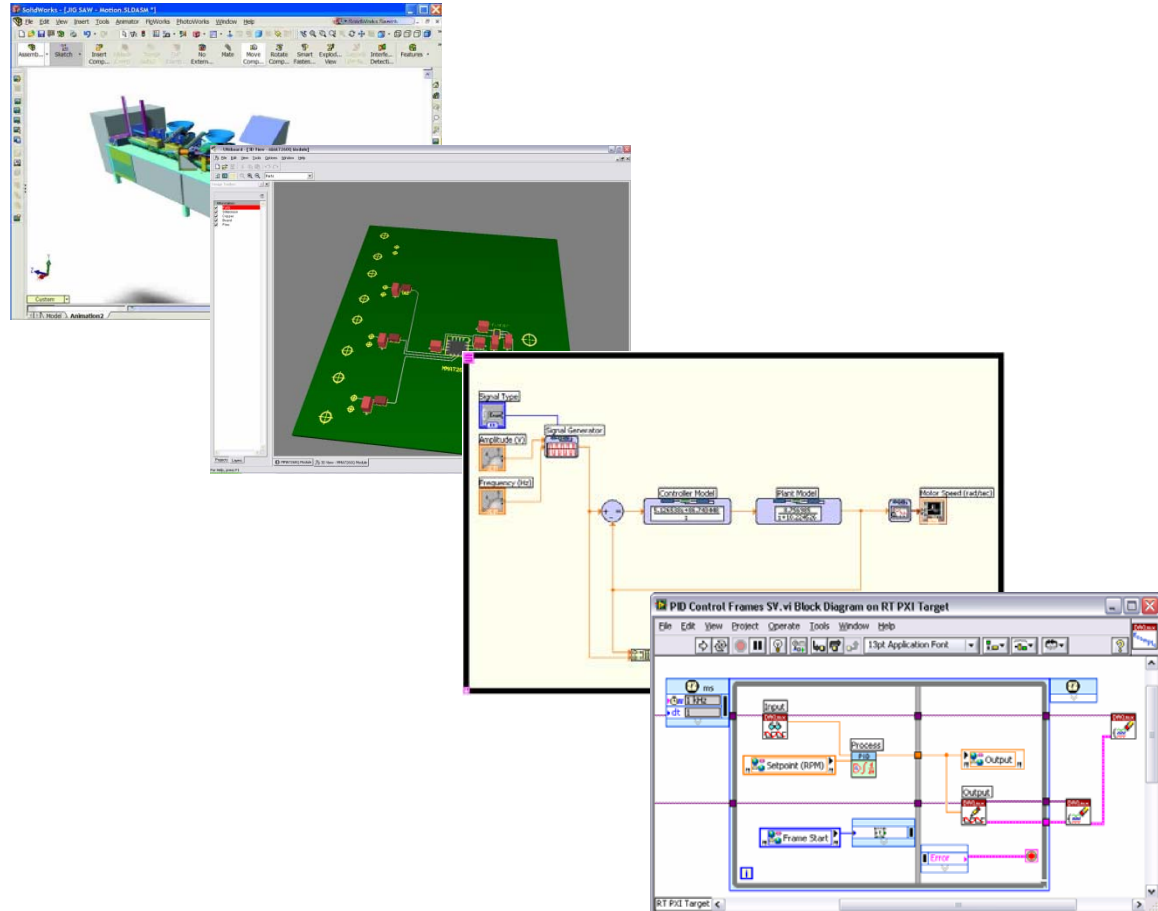
Diseño
Mecánico

Diseño
Electrónico

Diseño de
Control

Diseño
Embebido

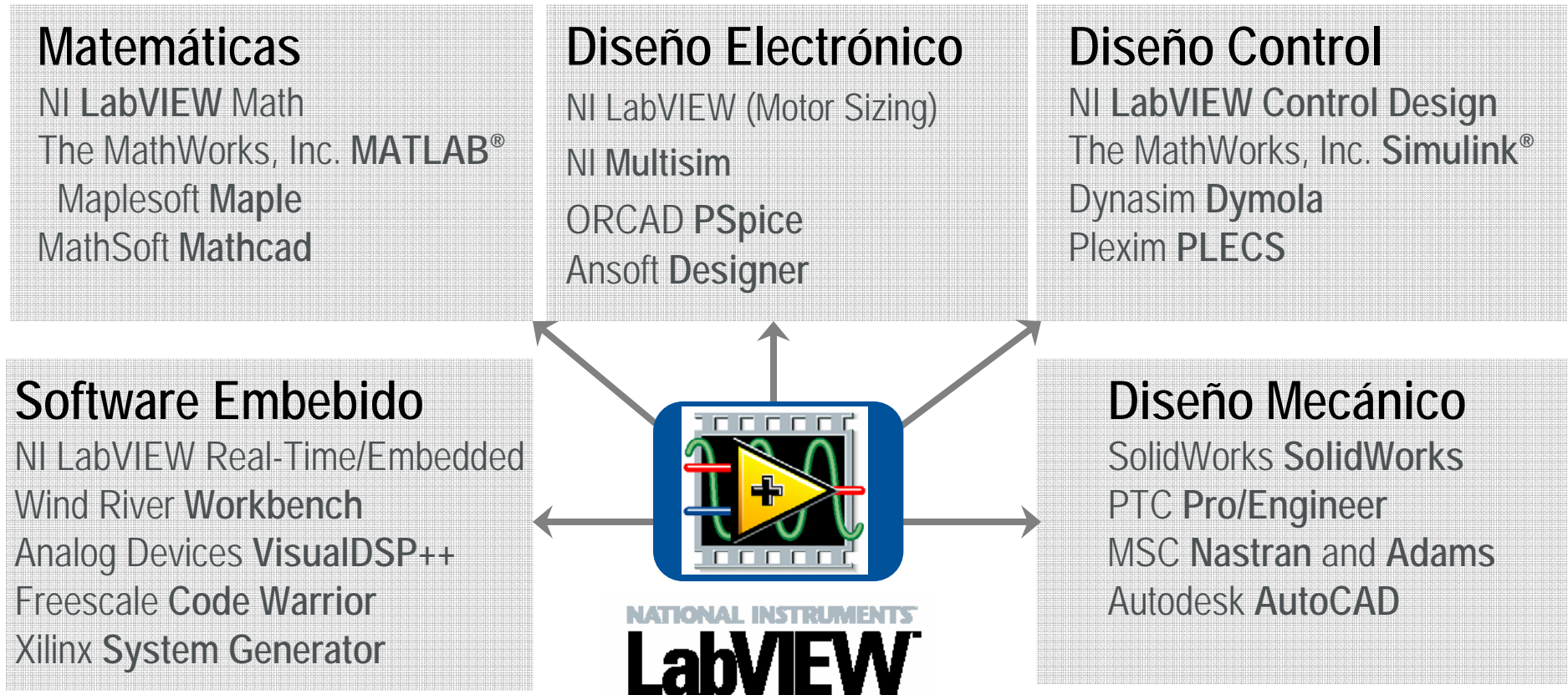
Prototipo
visual
(Simulación)



Nivel de Integración de Herramientas de Diseño

- *Mejor – Una herramienta de diseño para toda las disciplinas*
- Manual – Pasar datos manualmente entre las herramientas
- Básico – Datos transferidos en archivos de formato estándar
 - Perfil de movimiento de CSV a CAD
- Avanzado – Automatización completa de las herramientas
 - NI LabVIEW automatizando SolidWorks por medio de ActiveX

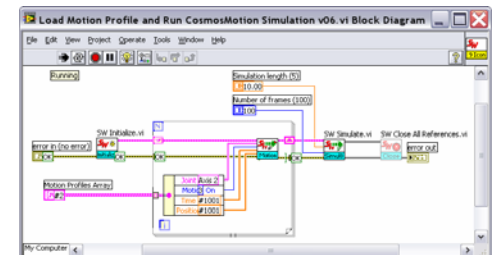
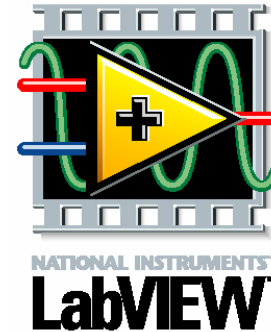
Conectividad Abierta a Herramientas de Diseño



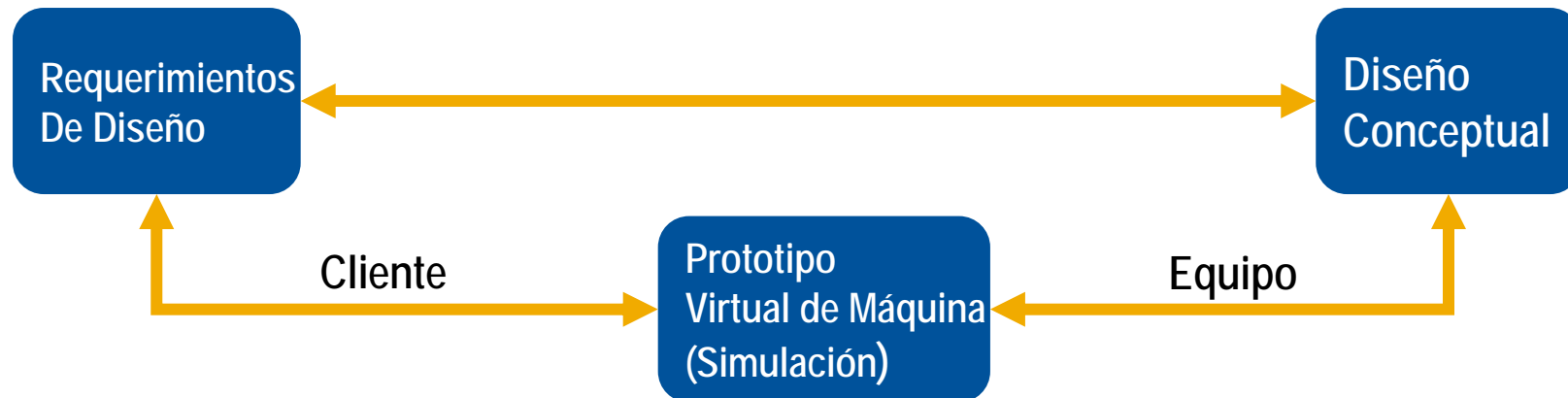
MATLAB® and Simulink® are registered trademarks of The MathWorks, Inc.

LabVIEW: Plataforma para Prototipos Virtuales

- Herramientas gráficas intuitivas para los expertos en su área
- Construcción de diseño de control y simulación
- Integración de herramientas de diseño
- Arquitectura abierta y flexible
- Habilidad de ejecutarse en múltiples plataformas de hardware industrial



Prototipo Virtual de Máquinas



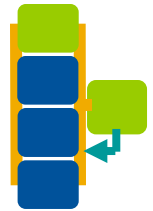
Mecánico: *Visualización de diseño*

Eléctrico: *Tamaño del motor*

Control: *Verificar la lógica del control*

Software Embebido: *Implementación sencilla*

Retos en el Diseño Mecánico



El Reto: Comprender los requerimientos

Solución: Simulación electromecánica

- *Utilizar lógica de control para visualizar a la máquina trabajando*

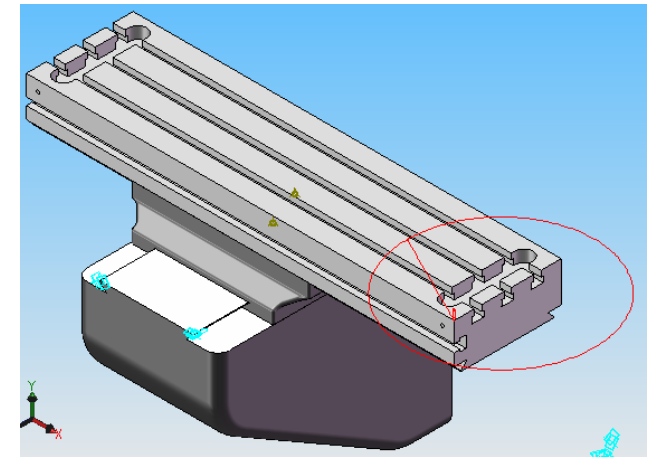
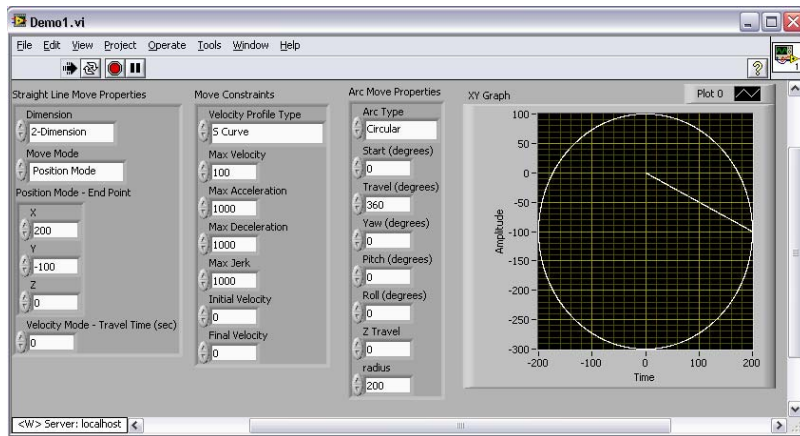
Beneficios:

- ✓ Comunicación mejorada con el cliente
 - Aumentando la confianza: enseñando pruebas de concepto
 - Ventajas competitivas en el proceso de licitación
- ✓ Mejoras en la comunicación del equipo de diseño
 - Redefiniendo especificaciones de diseño
 - Evaluar el diseño de la arquitectura a alto nivel

Pasos de Simulación Electromecánica

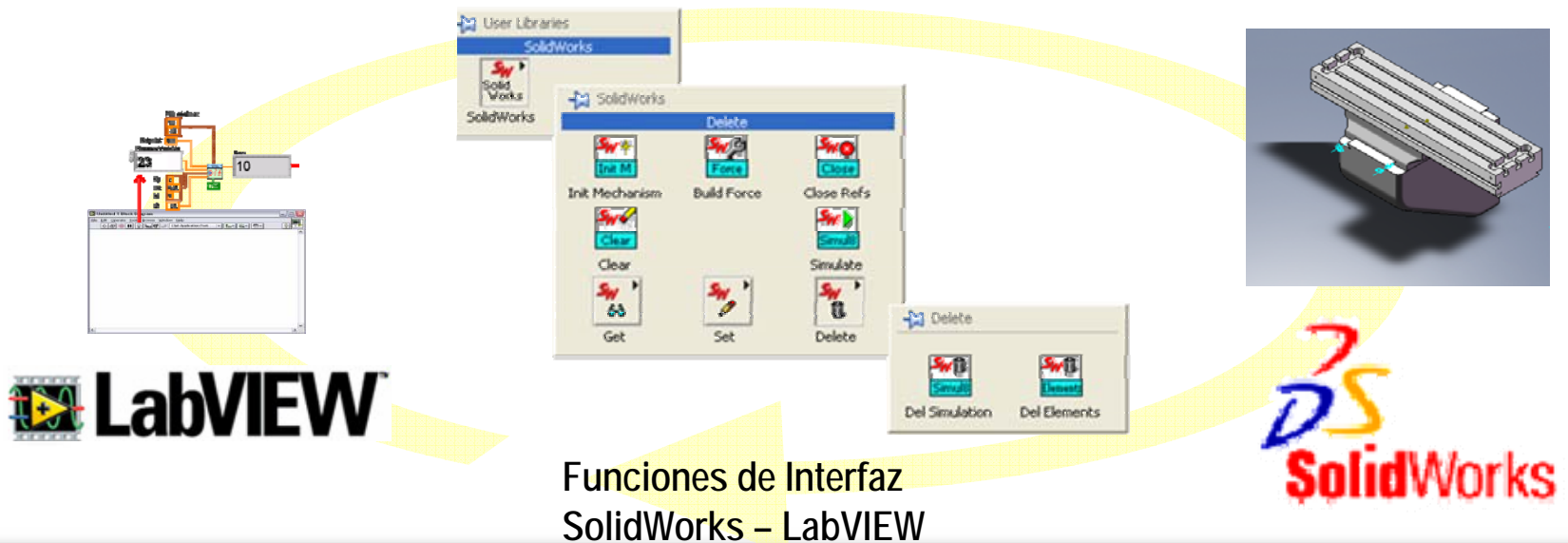


1. Determinar la lógica de la máquina
2. Generar el perfil de datos con software de prototipos virtuales
3. Enviar a herramienta de diseño en 3D
4. Use una herramienta CAD para animar la funcionalidad de la máquina



Herramientas de Software

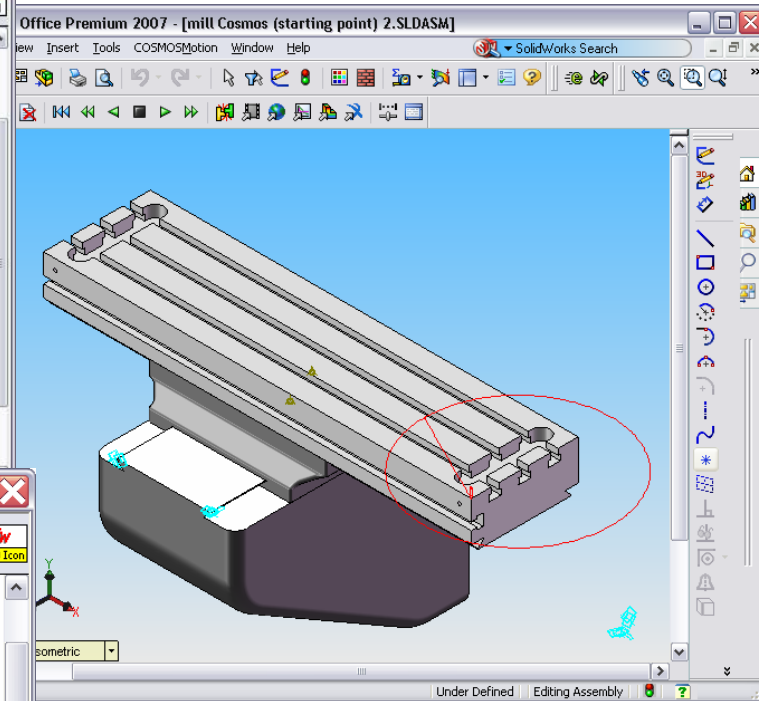
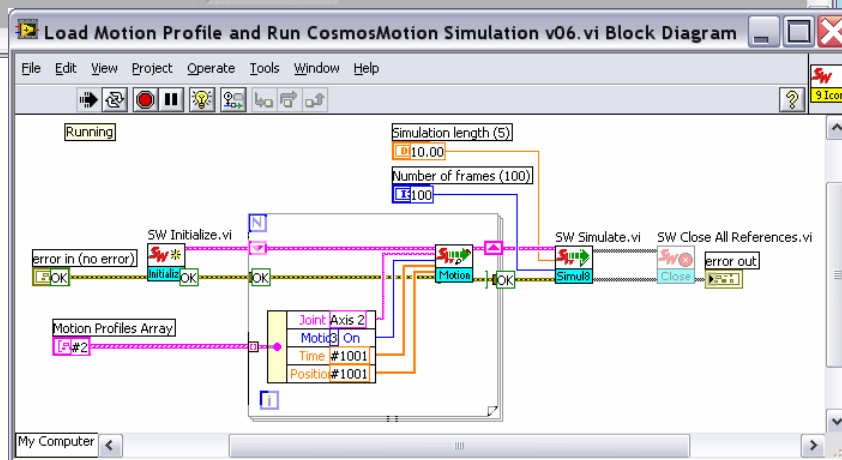
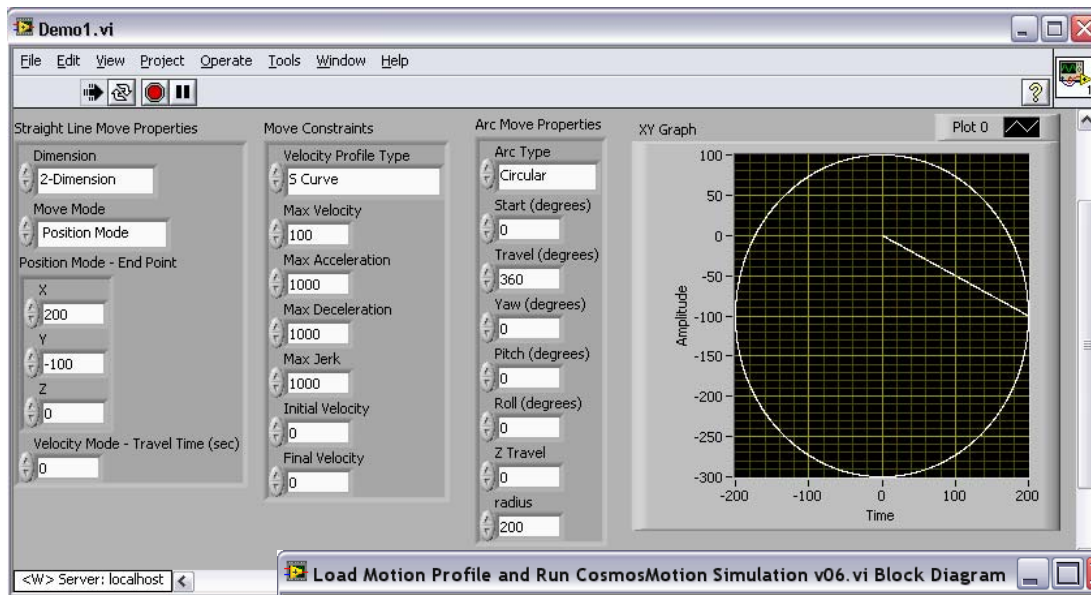
- SolidWorks Profesional
 - COSMOSMotion
- LabVIEW Professional
 - VIs de interfaz gratuitos por ActiveX para SolidWorks/LabVIEW
 - NI Motion Assistant



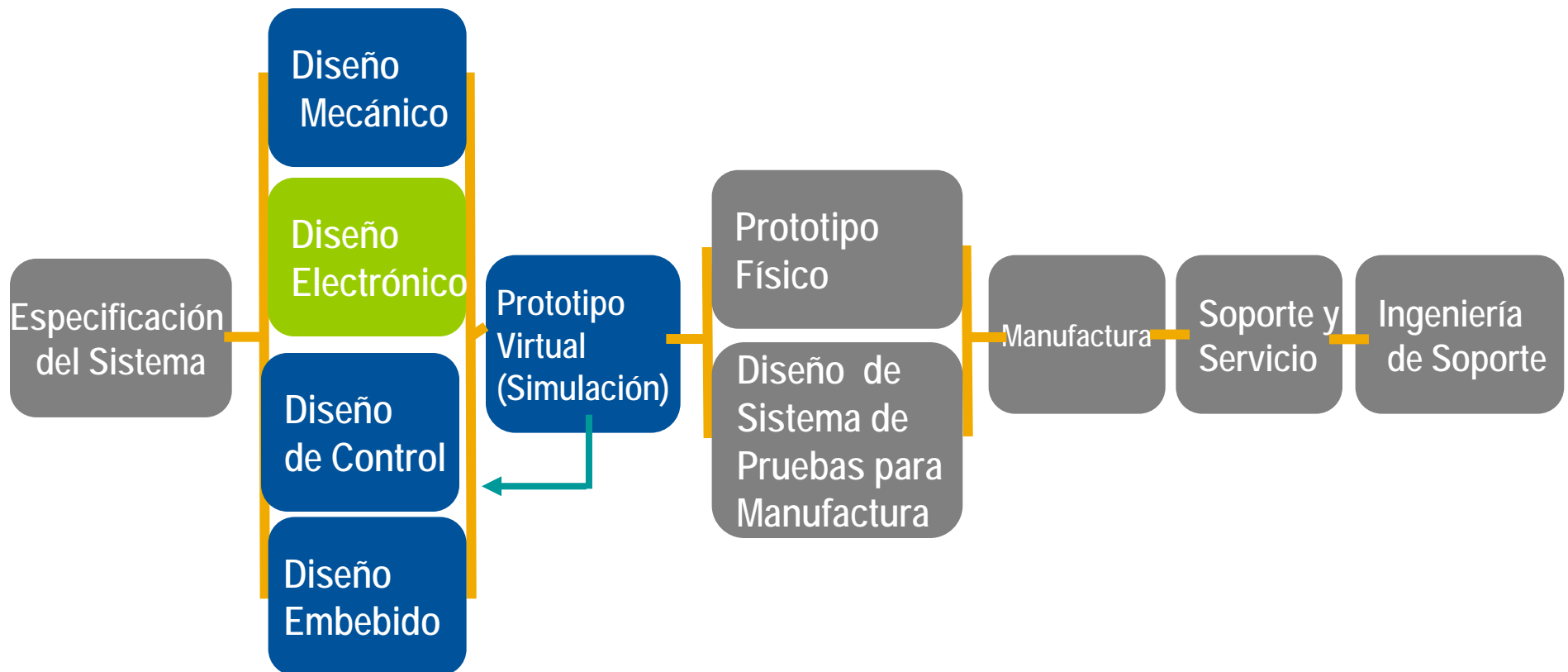
Demostración: LabVIEW Automatiza la Visualización del Diseño

2. Control

1. Diseño Mecánico



Diseño Electrónico



Retos del Diseño Eléctrico



Reto: Especificación del tamaño del motor

- Tipo (AC/DC)
 - Torque contra requerimientos de velocidad
 - Disipación de calor de forma interactiva
- ✓ Prueba virtual en varios motores

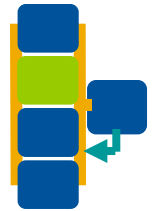
forma



I motor



Dimensión Virtual del Motor DC



1. Adquirir las especificaciones del motor de la hoja de datos
2. Simular la respuesta del motor a la velocidad y el perfil de torque del CAD

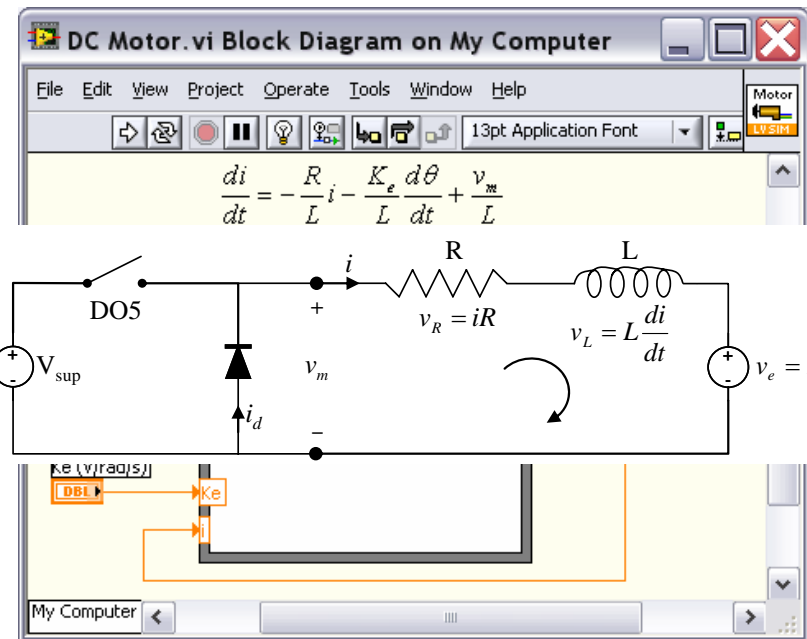


FAULHABER

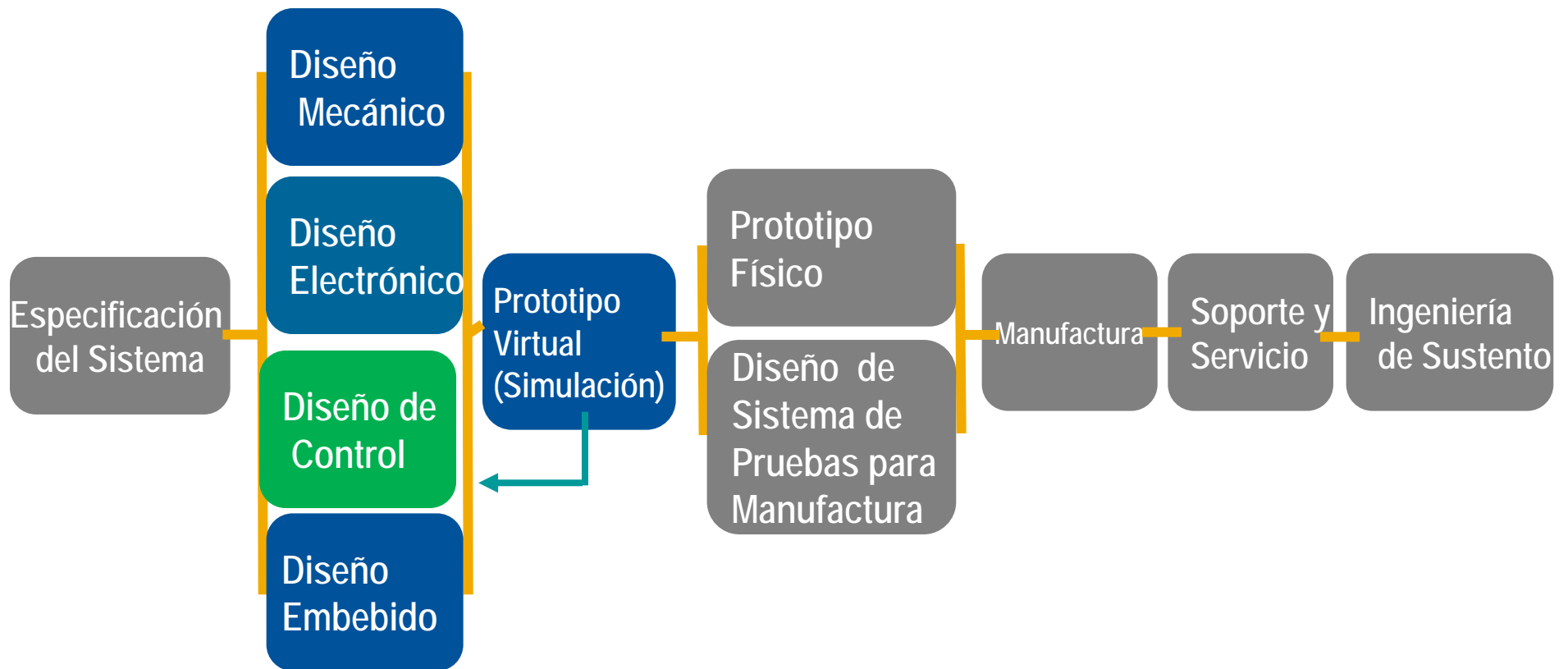
0,60 mNm

For combination with (overview on page 14-15)
Gearstage:
10/1, 12/1
Encoder:
306

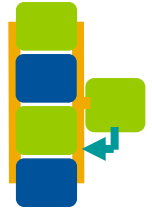
		1218 M	4.5 G	605 G	012 G	016 G	
1	Nominal voltage	U _N	4,5	6	12	16	Volt
2	Terminal resistance	R	10,7	17,6	86,0	131	Ω
3	Output power	P _{out}	0,46	0,40	0,50	0,41	W
4	Efficiency	η	74	73	72	70	%
5	No-load speed	n ₀	15 300	16 000	16 000	16 200	rpm
6	No-load current (with shaft ø 0,8 mm)	I ₀	0,008	0,007	0,004	0,003	A
7	Start torque	M _s	1,14	1,17	1,19	0,96	mNm
8	Friction torque	M _f	0,02	0,02	0,03	0,03	mNm
9	Speed constant	k _n	2 460	2 721	1 364	1 109	rpm/V
10	Back-EMF constant	k _e	0,289	0,288	0,733	0,902	mV/rpm
11	Torque constant	k _t	2,76	3,51	7,00	8,61	mNm/A
12	Current constant	k _i	0,362	0,285	0,143	0,116	A/mNm
13	Slope of n-M curve	Δn/ΔM	13 413	13 642	13 447	16 875	rpm/mNm
14	Motor inductance	L	150	300	1 200	1 600	μH
15	Mechanical time constant	τ _m	20	20	18	19	ms
16	Rotor inertia	J	0,14	0,14	0,13	0,11	gcm ²
17	Angular acceleration	α	81	84	92	87	10 ³ rad/s ²
18	Thermal resistance	R _{th} /R _{sa}	17/48				K/W
19	Thermal time constant	τ _{th} /τ _{sa}	3,5/386				s
20	Operating temperature range:						°C
	- motor		-30 ... +85 (optional -30 ... +125)				
	- rotor, max. permissible		+85 (optional +125)				
21	Shaft bearings:		interior bronze sleeves (standard)	ball bearings (optional)			
22	Shaft load max.:						
	- with shaft diameter		0,8	1,0			mm
	- radial at 3 000 rpm (1,5 mm from bearing)		0,5	5			N
	- axial at 3 000 rpm		0,1	0,5			N
	- axial at standstill		20	5			N
23	Shaft play:						
	- radial		0,09	0,02			mm
	- axial		0,2	0,2			mm
24	Housing material		steel, nickel plated				
25	Weight		11				g
26	Direction of rotation		clockwise, viewed from the front face				
Recommended values - mathematically independent of each other							
27	Speed up to:	n _{max}	12 000	12 000	12 000	12 000	rpm
28	Torque up to:	M _{max}	0,60	0,60	0,60	0,60	mNm
29	Current up to (thermal limits):	I _{max}	0,260	0,300	0,100	0,070	A



Diseño de Control



Retos en el Diseño de Control



Retos:

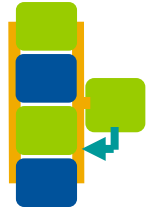
- Desarrollo de software en un componente crítico
- Necesita prototipo físico para la prueba del algoritmo de control

Solución: Desarrollar y probar el algoritmo de control en un modelo virtual

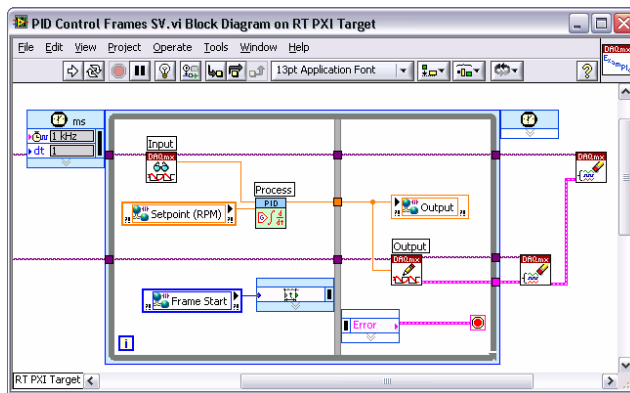
Beneficios:

- ✓ Comenzar de inmediato con el desarrollo del control
- ✓ Redefinir la estrategia de control antes de hacer prototipos físicos
- ✓ Detectar interferencias y resonancias

Integrando Control y Diseño Mecánico



Software de Control



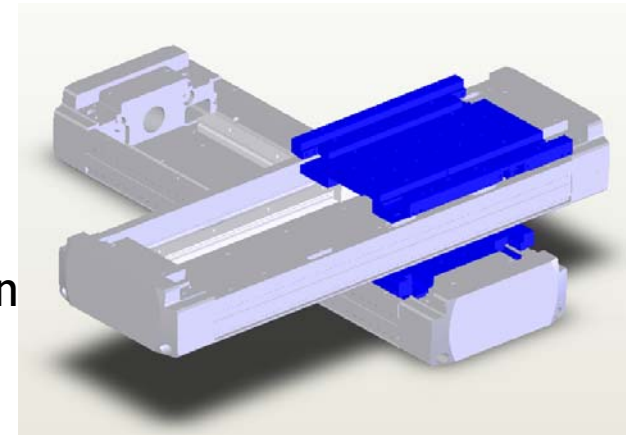
Comando



Retroalimentación



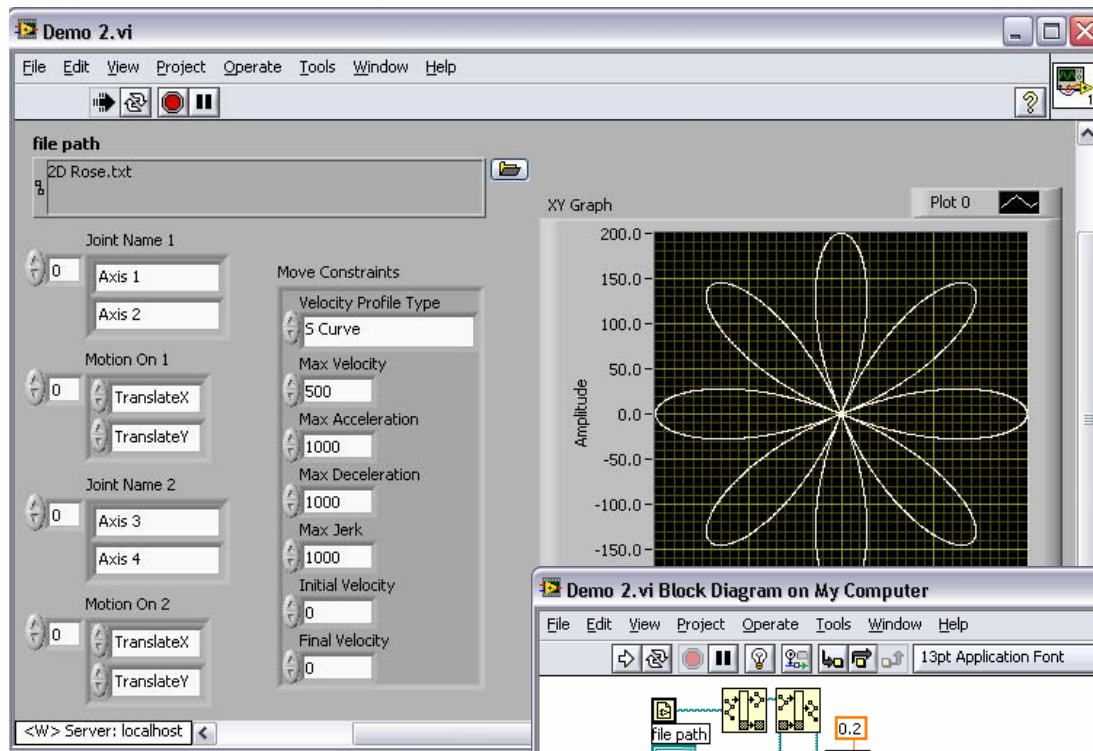
Simulación



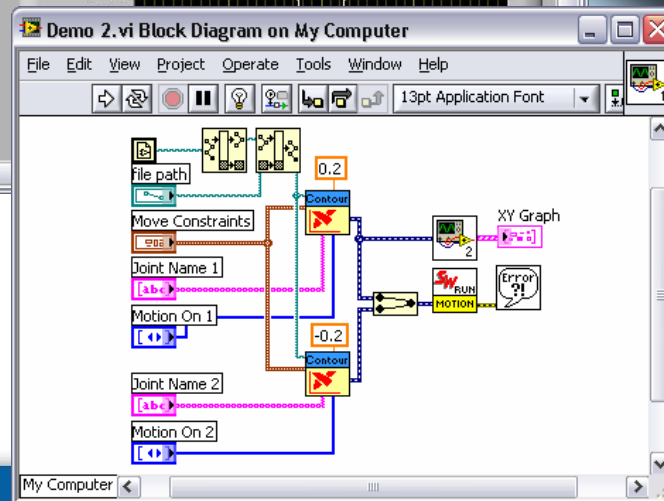
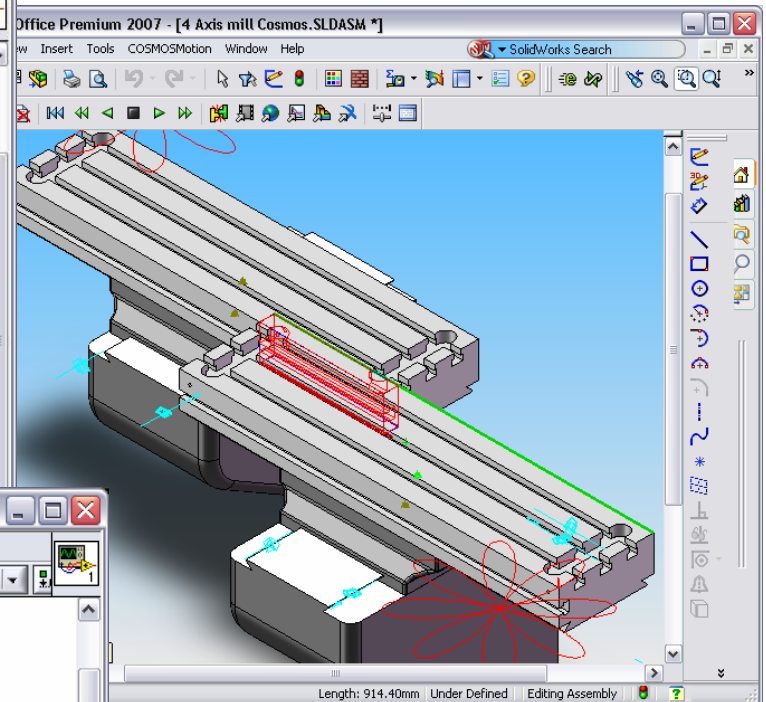
1. Desarrollar la lógica de control de la máquina
2. Animar el modelo e identificar problemas potenciales

Demostración: Detección de Interferencia

1. Perfil de Movimiento



2. Detección de Interferencia



Retos en el Diseño de Control



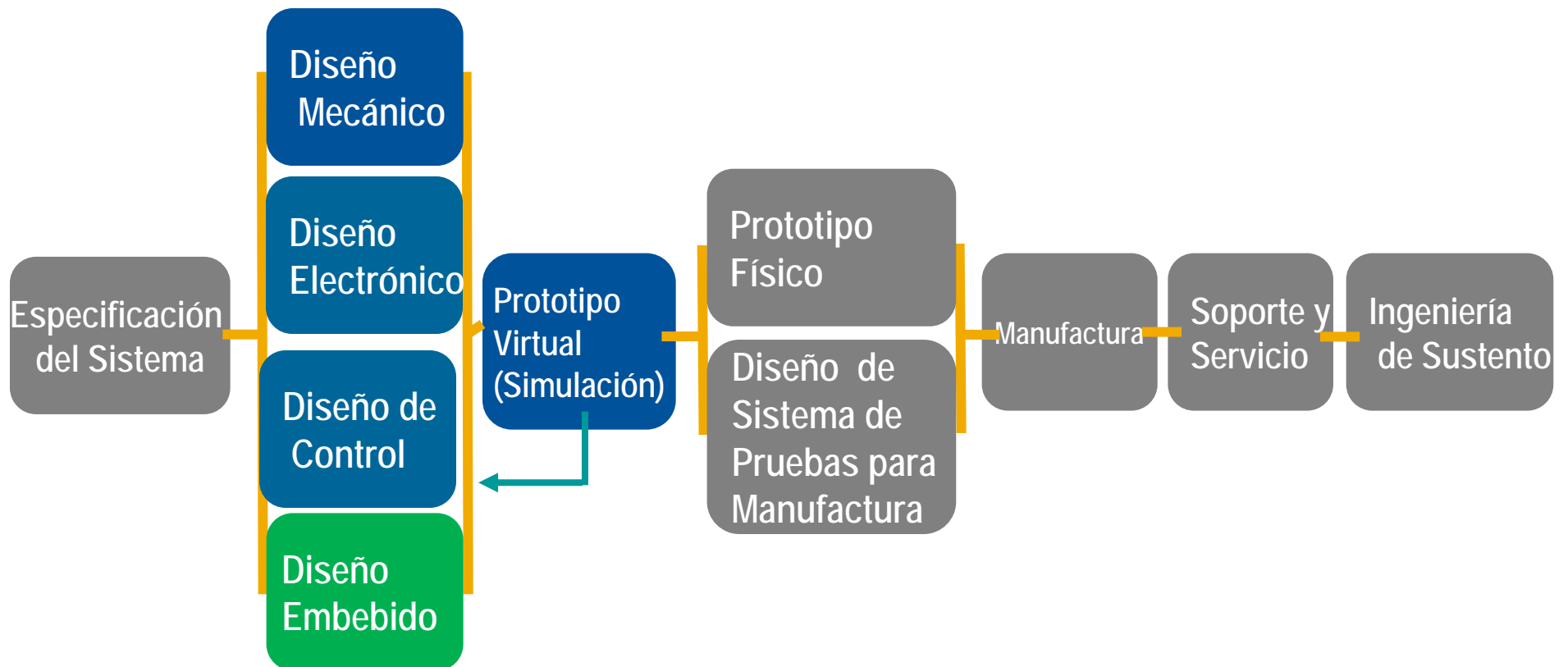
Reto: Encontrar una alternativa para un PID convencional, el cual no está sintonizado para todos los estados de la máquina

Solución: Utilizar un PID avanzado u otro algoritmo de control

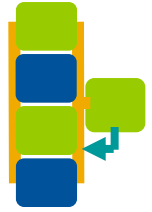
Beneficios:

- ✓ Lograr un control más preciso
- ✓ Seleccionar PID, PID avanzado, control basado en modelo o control predictivo de modelo
- ✓ Reducir el desgaste y destrozo en partes de la máquina

Diseño de Software Embebido



Retos en el Diseño de Software Embebido



Reto: Implementar algoritmos embebidos

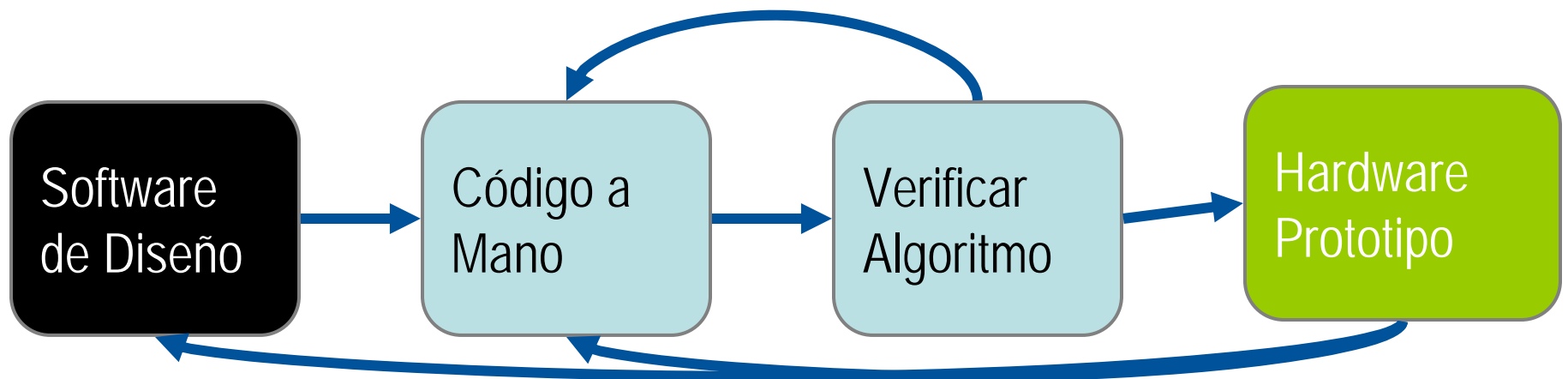
- Reescribir el código para plataforma de hardware
- Flexibilidad de implementar algoritmos avanzados

I que

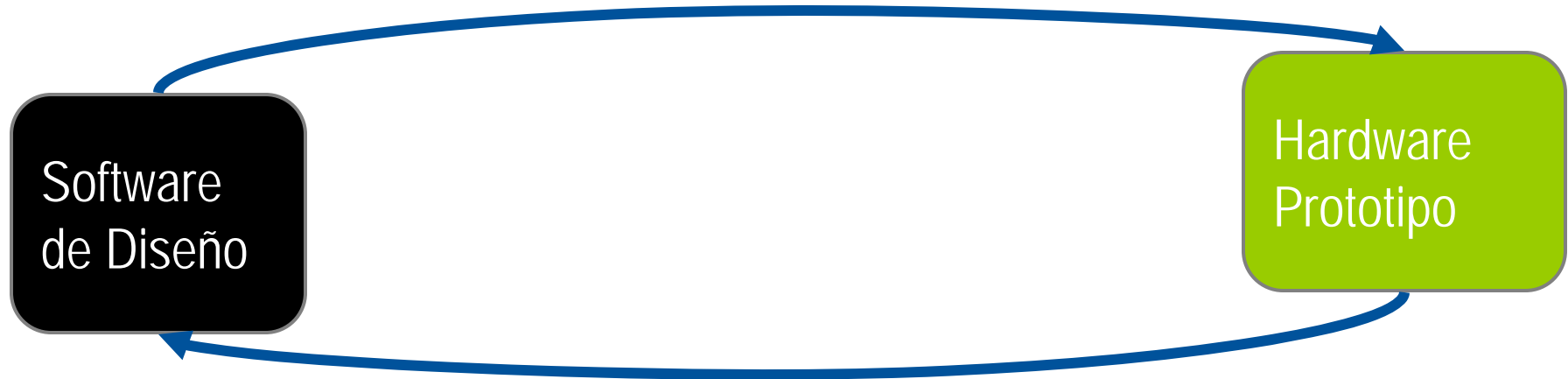
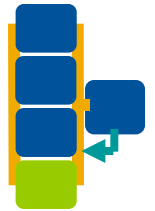
Beneficios:

- ✓ Reducir el tiempo y costo de desarrollo
- ✓ Menos oportunidad para errores de traducción

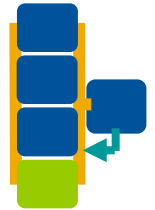
Ingeniería de Algoritmos



Ingeniería de Algoritmos



Retos de Prototipos e Implementación



Retos: Elegir la plataforma de prototipos correcta

- Velocidad y memoria del controlador
 - E/S de señales especiales
 - Habilidad de implementar avanzados algoritmos de control
- ✓ Confiabilidad en la ejecución de algoritmos de control
- ✓ Integrar cualquier E/S incluyendo monitoreo de condición de máquina y visión
- ✓ Proteger IP (propiedad intelectual)

’GAs

Hardware de Implementación

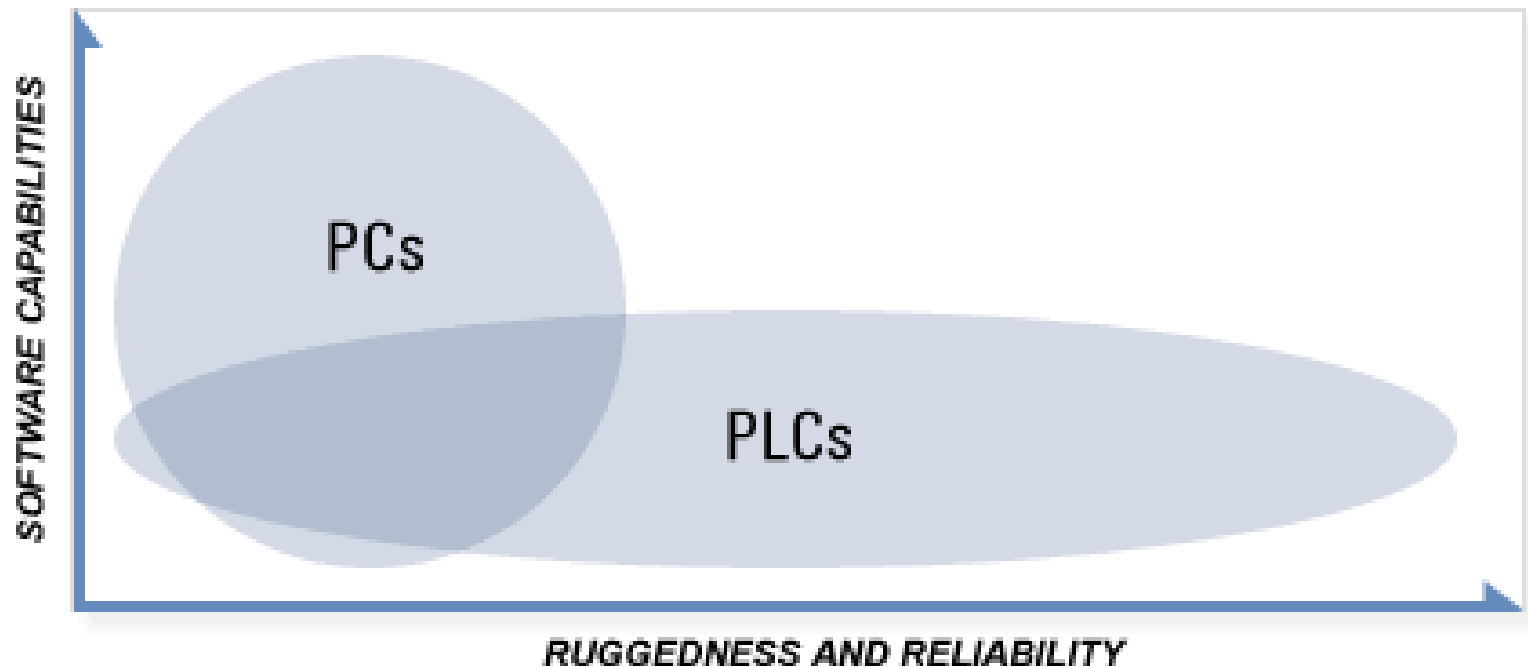


- Computadora de escritorio
- Computadora industrial
- Controladores de automatización programables (PACs)
- Controladores lógicos programables (PLCs)
- Tarjetas personalizadas

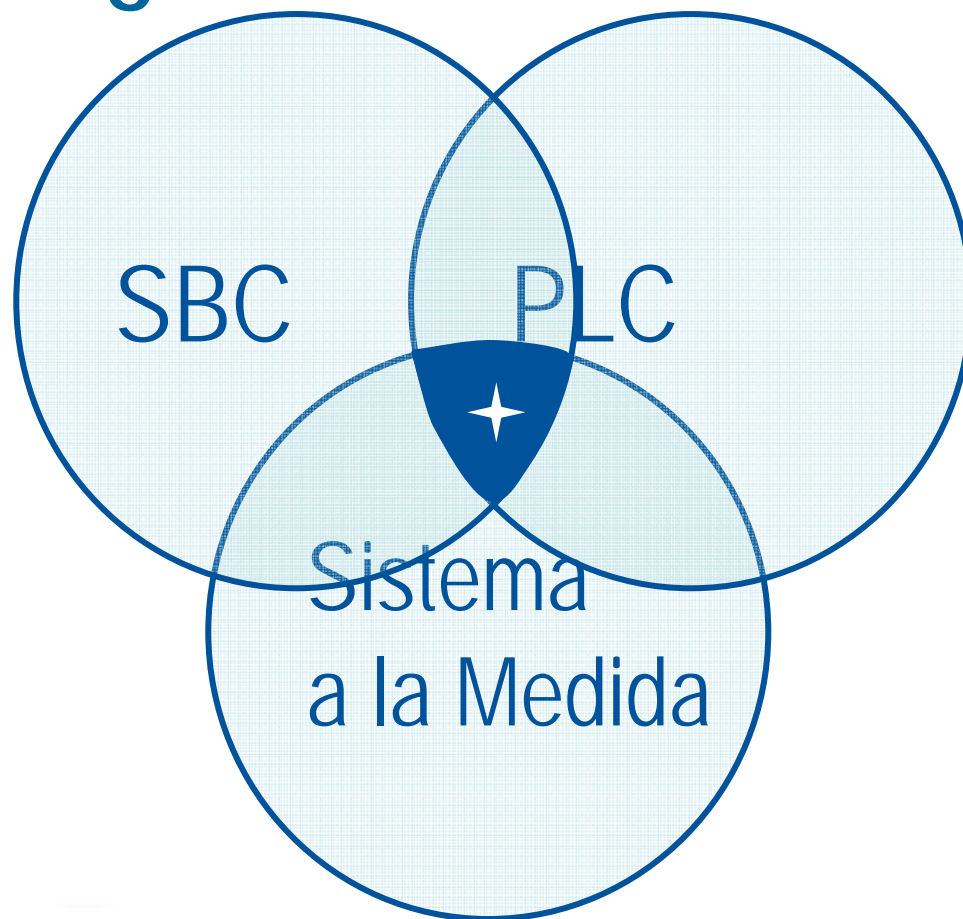
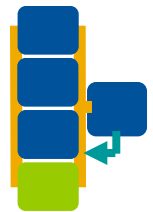


Controlador de Automatización Programable (PAC)

- Robusto y confiable como un PLC
- Capacidades de software de una PC
- E/S modulares y diversas



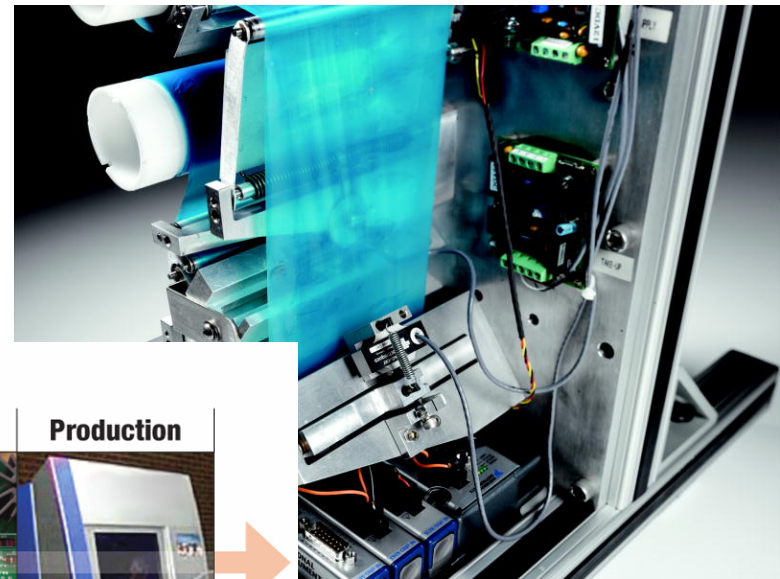
Controlador de Automatización Programable Basado en FPGA



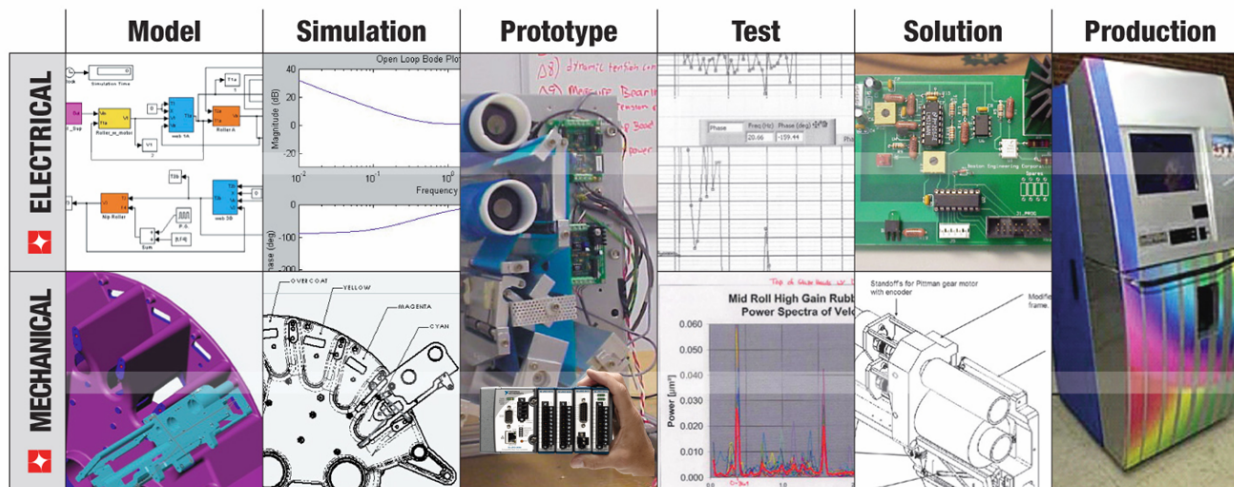
NI CompactRIO

Caso de Estudio: Diseño de Quiosco para Fotografía Digital

- Aplicación
 - Tensión precisa de la filmina
- Retos
 - Vibraciones de la cabeza cortadora
 - Variaciones de velocidad del motor
 - PID no funcionará



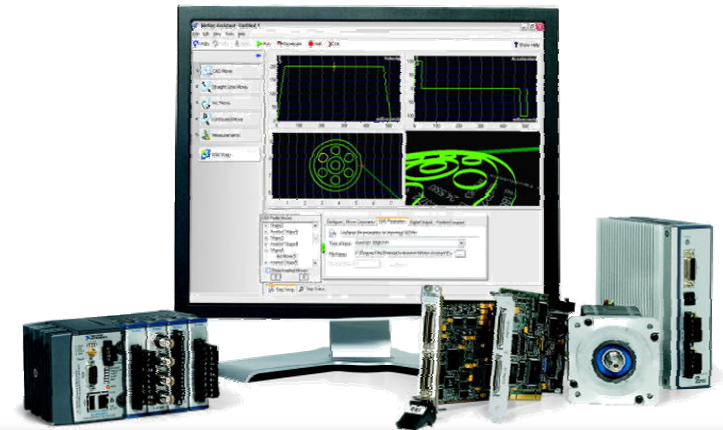
Mechatronics Engineering Process



**OSTON
ENGINEERING**

Consideraciones Adicionales de Diseño: Control de Movimiento de Alto Desempeño

- Parte integral de todos los sistemas mecatrónicos
- Mejora la productividad de la máquina
- NI PACs para control de movimiento:
 - PCI y CompactPCI/PXI
 - Control de movimiento personalizado con FPGA
 - Movimiento distribuido con CANopen



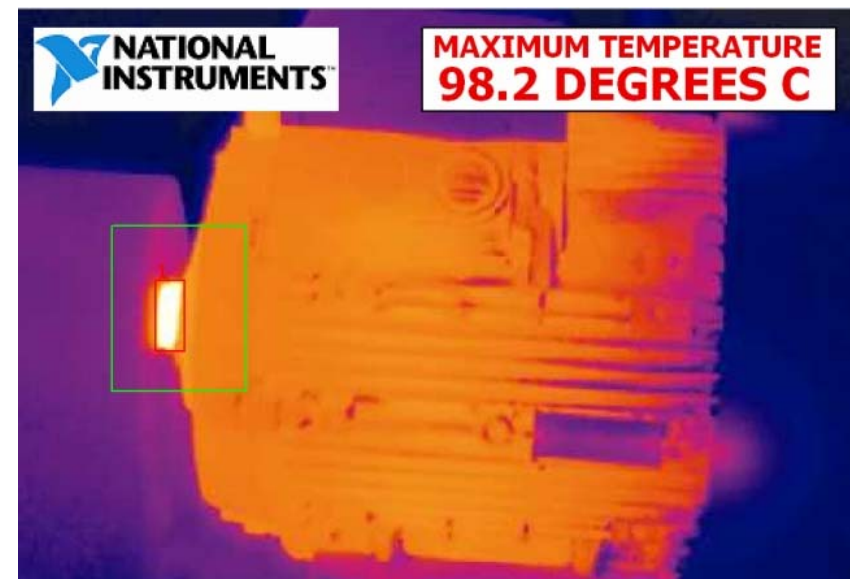
Nuevo para NI Motion

- Dos modelos nuevos de drives de pasos
 - 1 eje DC alimentación: 300 W
 - 1 eje AC alimentación: 525 W
- Rango para 30 nuevos motores de pasos
 - NEMA 17, 23 y 34 tamaños
 - Torque de hasta 1710 oz-in
- Software para capacidad de motores
- ni.com/motion/stepper



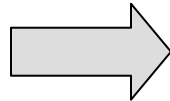
Consideraciones Adicionales de Diseño: Visión Artificial

- ¿Por qué utilizar visión artificial?
 - Incrementa la tasa de salida del producto
 - Reduce el costo de inspección del producto
 - Utiliza rayos-x, infrarrojos
- Aplicaciones
 - Manufactura
 - Prueba de producto
 - Empaquetado del producto
 - Guías de robot

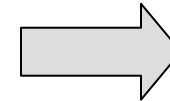


Consideraciones Adicionales de Diseño: Monitoreo de Condición de Máquina

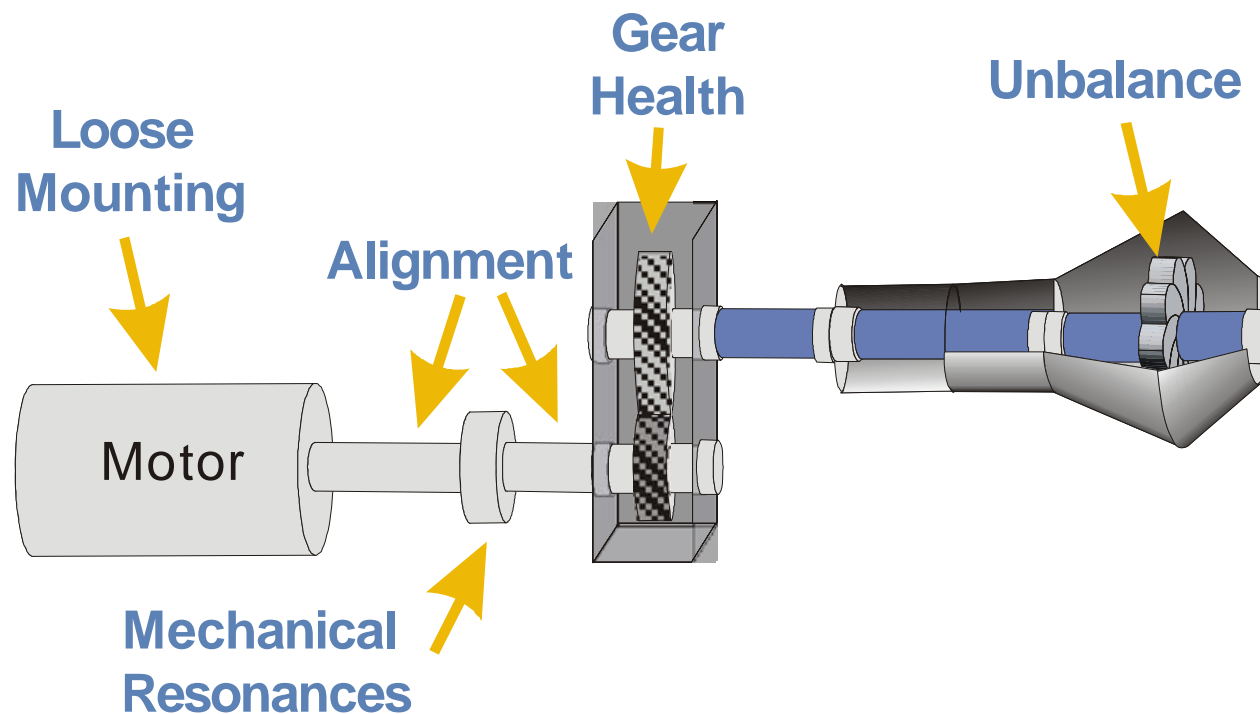
Adquisición
de Datos



Análisis de
Datos



Diagnóstico y
Control



Conclusión

- Desarrollo concurrente en la mecatrónica:
 - Reduce el riesgo y tiempo de desarrollo
 - Requiere integración de herramientas de diseño
- NI ofrece una ruta fácil para implementar sistemas en mecatrónica

