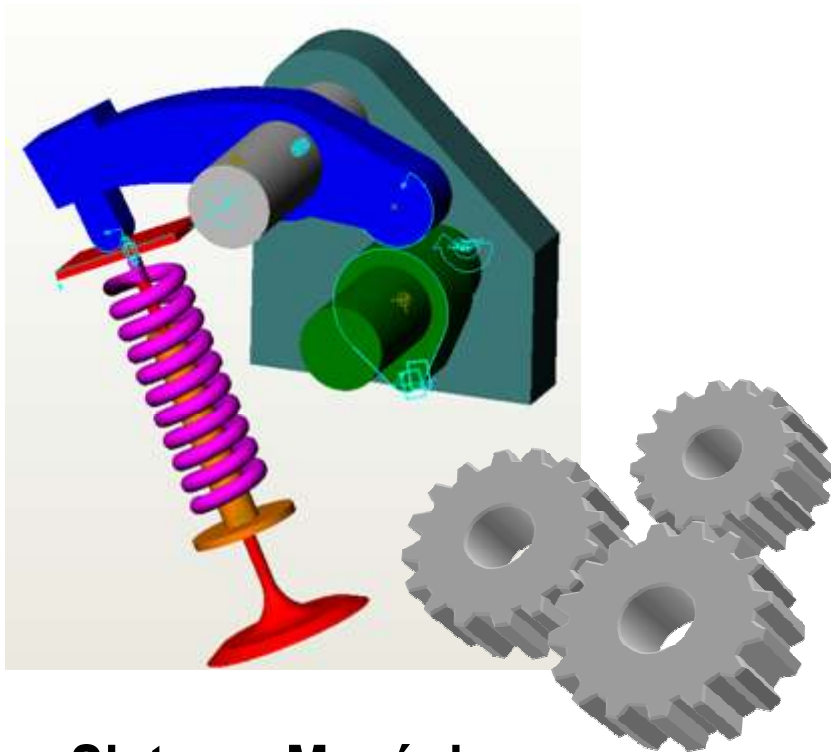


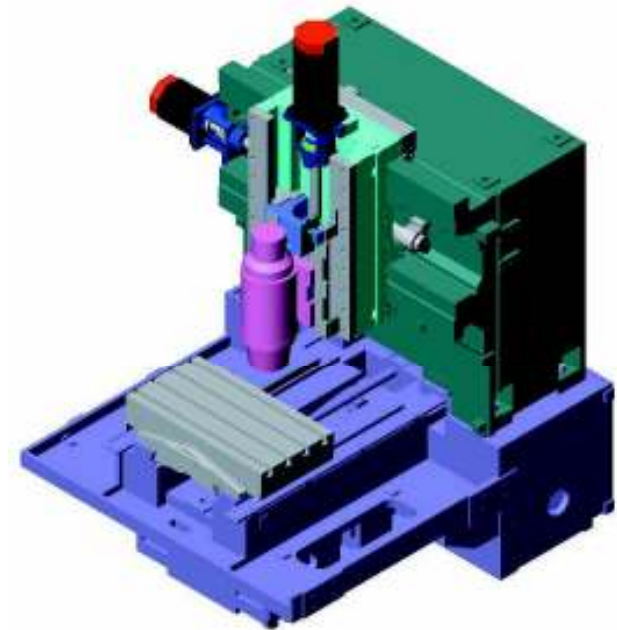
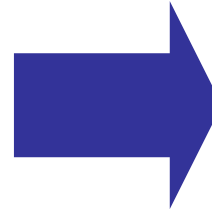


# Introducción a Mecatrónica

# La Evolución de las Máquinas

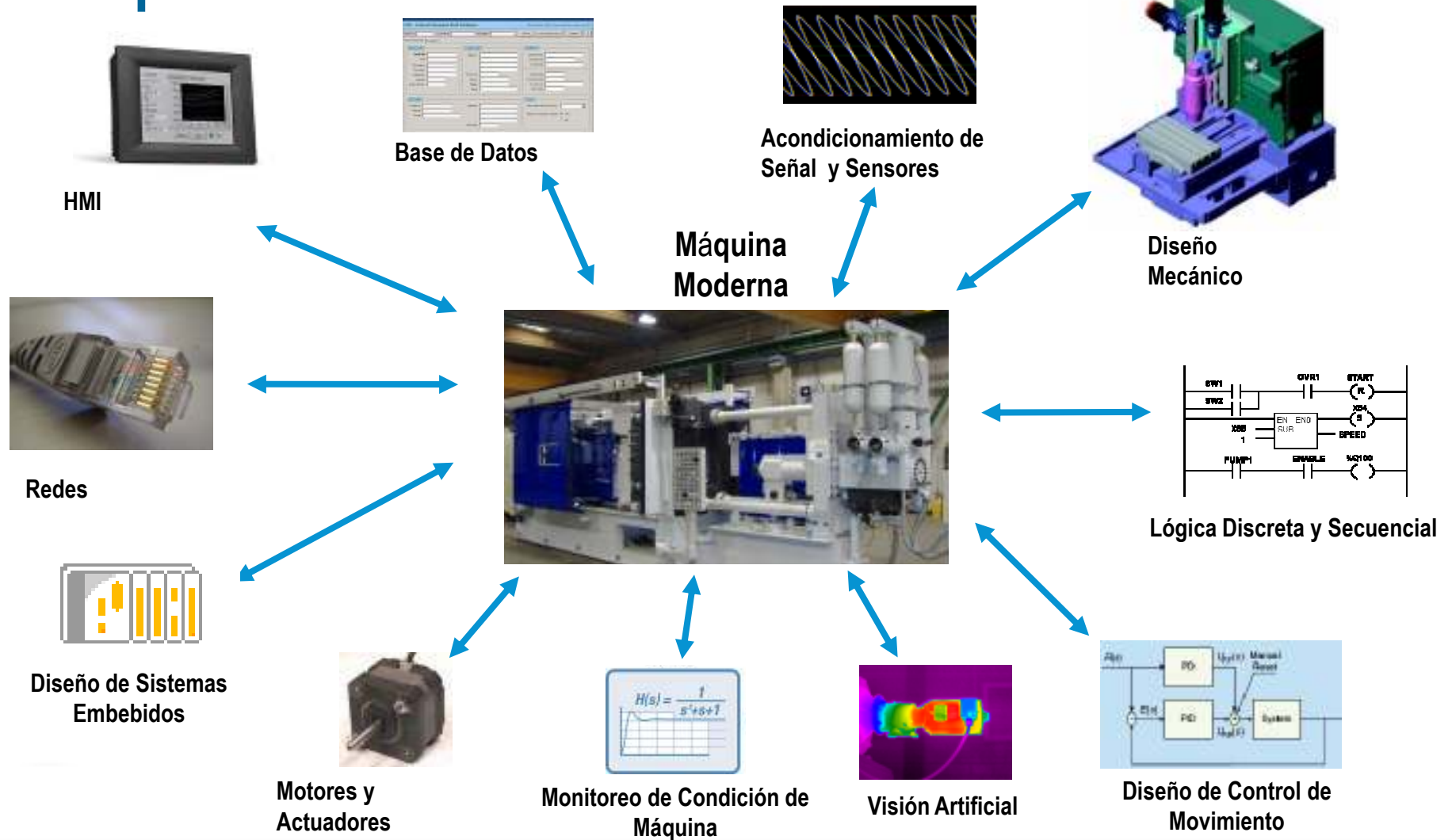


**Sistema Mecánico**  
Engranajes e interruptores de límites

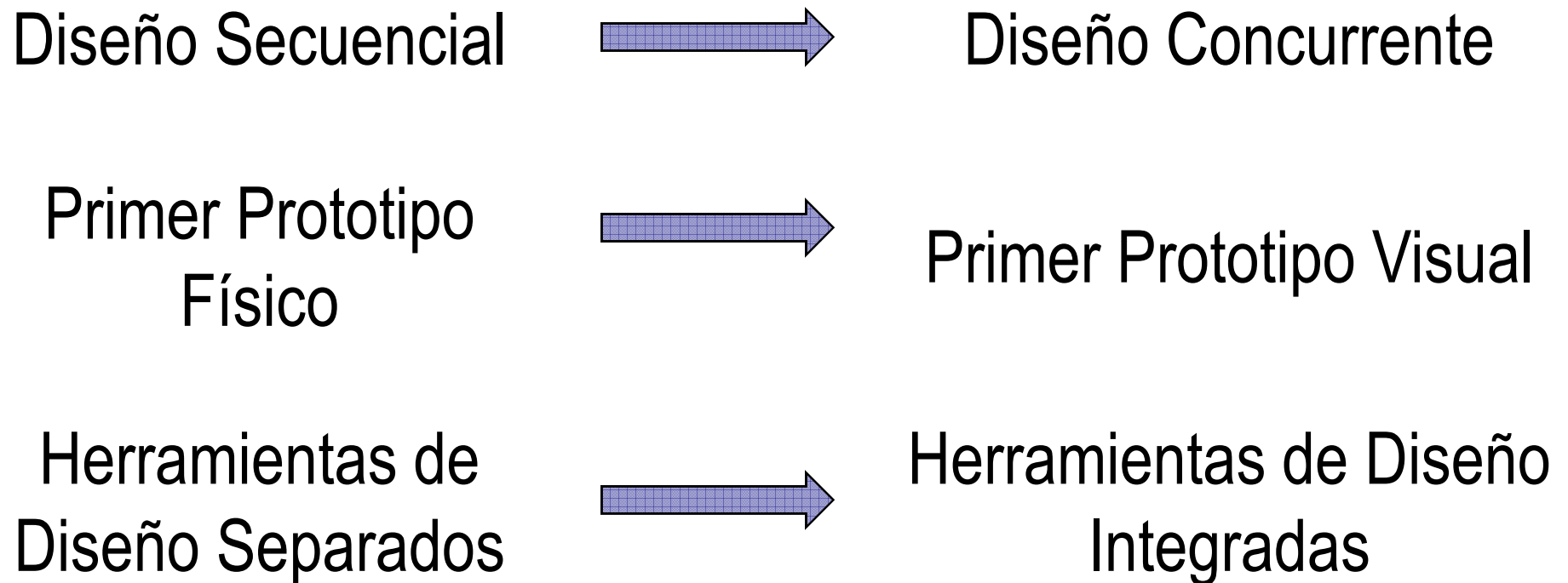


**Sistema Electromecánico**  
Controles electrónicos,  
drives de motores

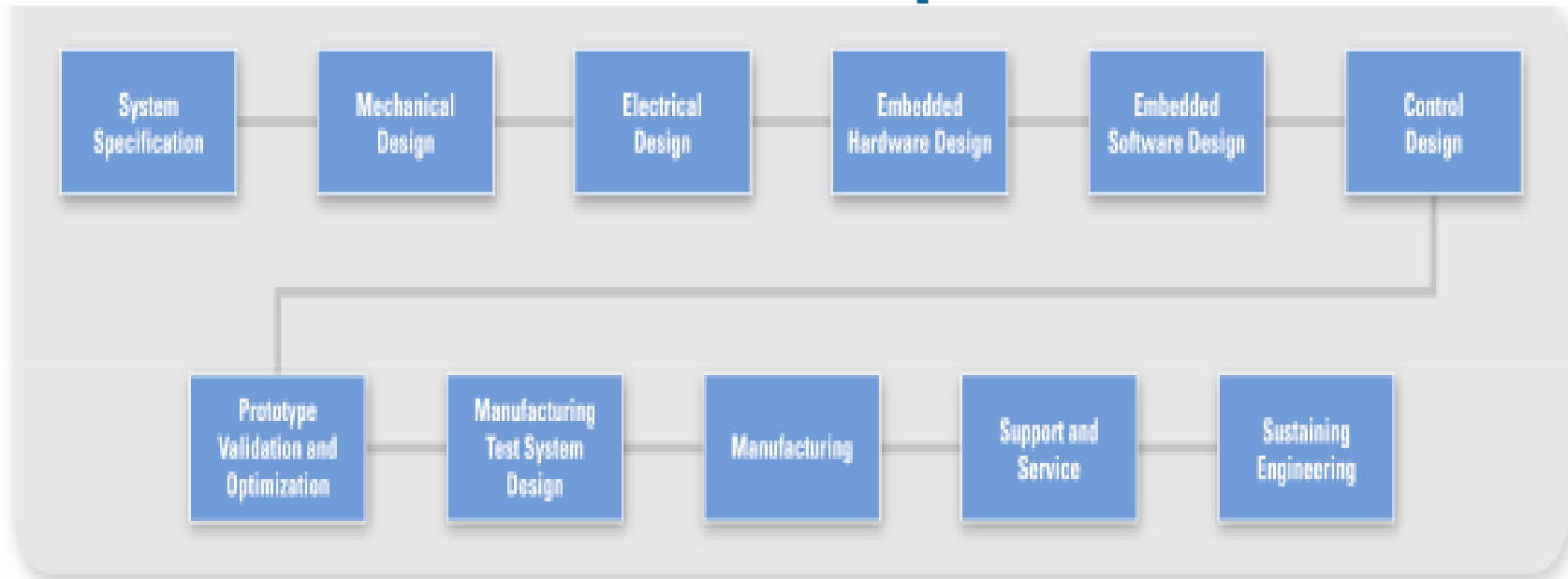
# Diversos Requerimientos de Construcción para Máquinas Modernas



# Tendencia para Reducir Tiempo de Desarrollo



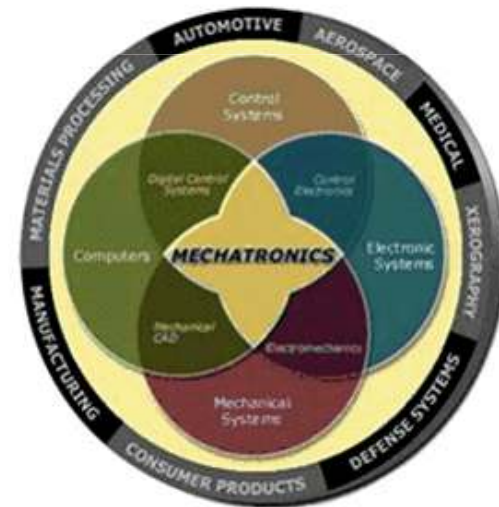
# Enfoque Tradicional al Diseño Electromecánico de Máquinas



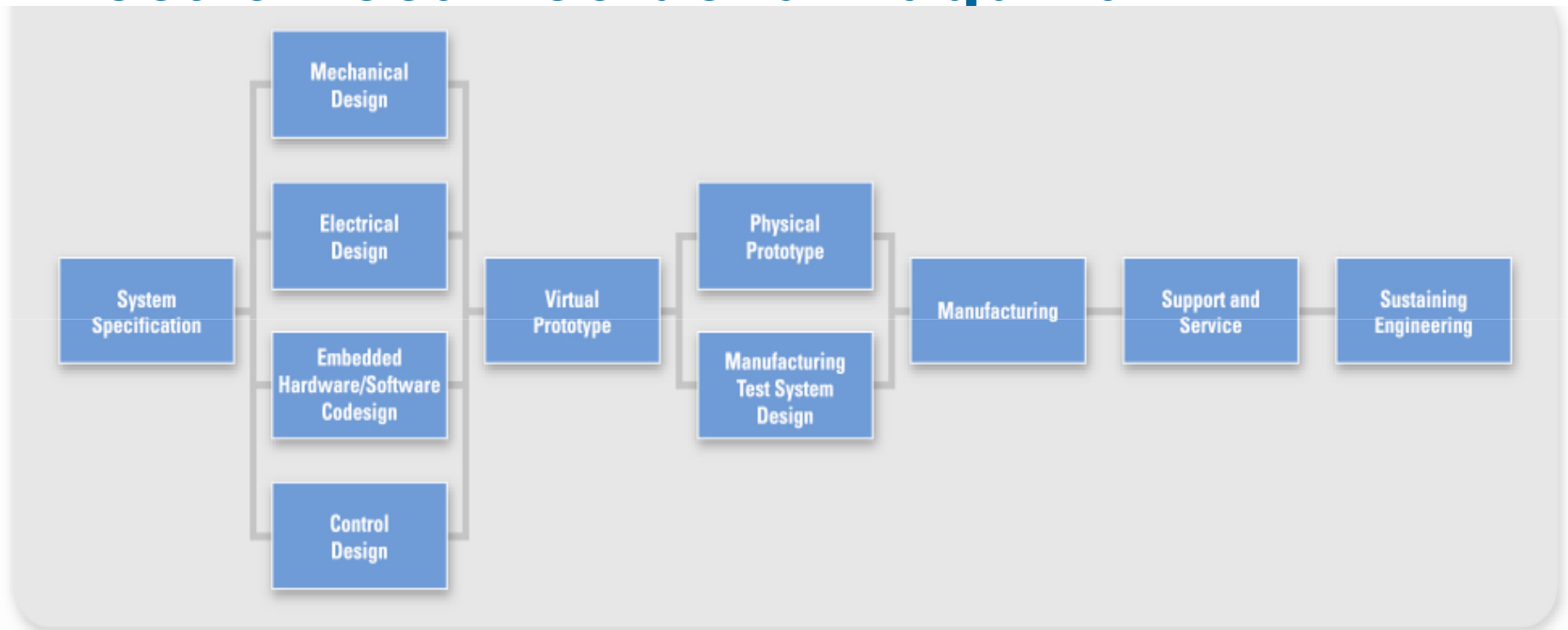
- Comunicación deficiente entre grupos de diseño
- Largo tiempo de desarrollo con alto riesgo
- Diseño poco optimizado

# Mecatrónica

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



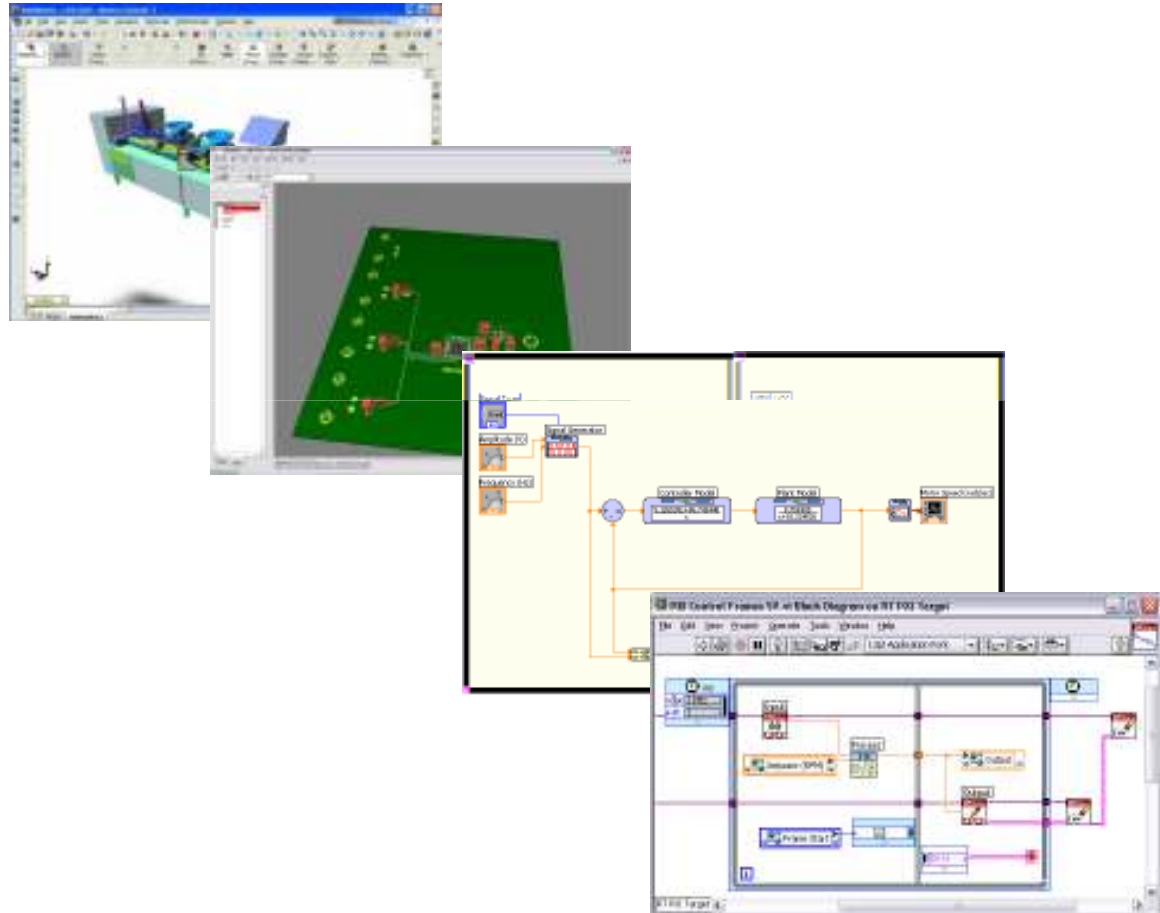
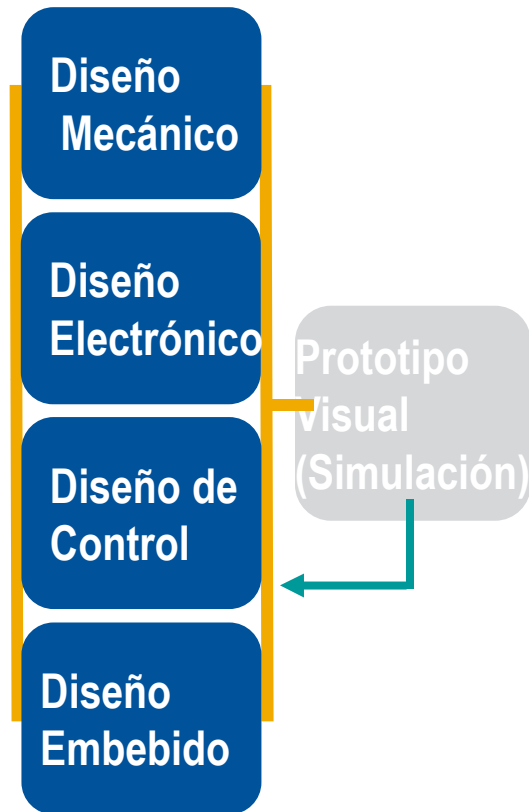
# Enfoque de la Mecatrónica al Diseño Electromecánico de la Máquina



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



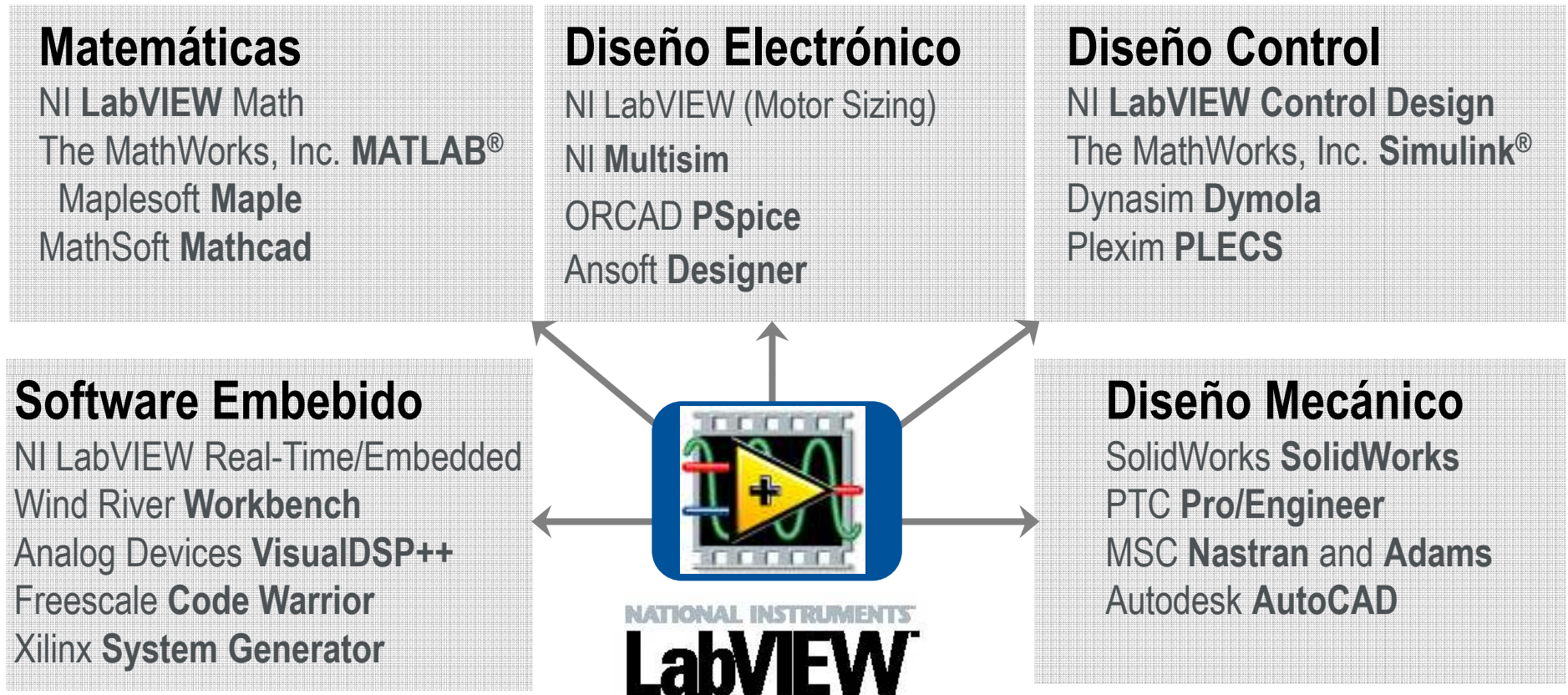
# 1. Integración de Herramientas de Diseño



# Nivel de Integración de Herramientas de Diseño

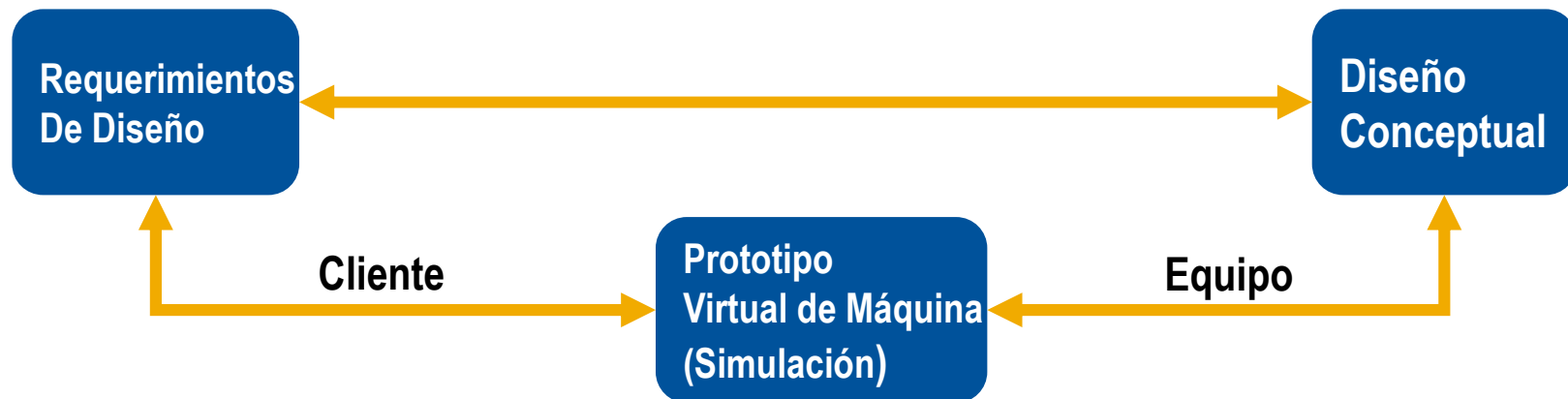
- *Mejor – Una herramienta de diseño para toda las disciplinas*
- Manual – Pasar datos manualmente entre las herramientas
- Básico – Datos transferidos en archivos de formato estándar
  - Perfil de movimiento de CSV a CAD
- Avanzado – Automatización completa de las herramientas
  - NI LabVIEW automatizando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

# Conectividad Abierta a Herramientas de Diseño



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

# 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**

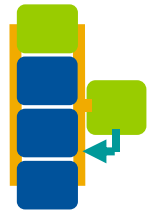
**Solución: Simulación electromecánica**

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

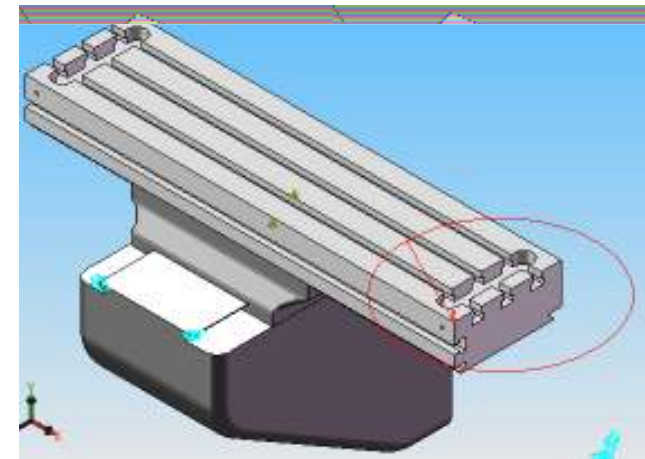
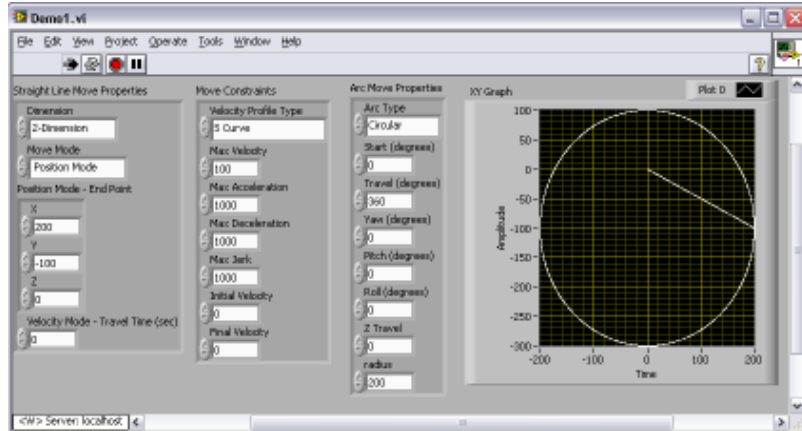
**Beneficios:**

- ✓ 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

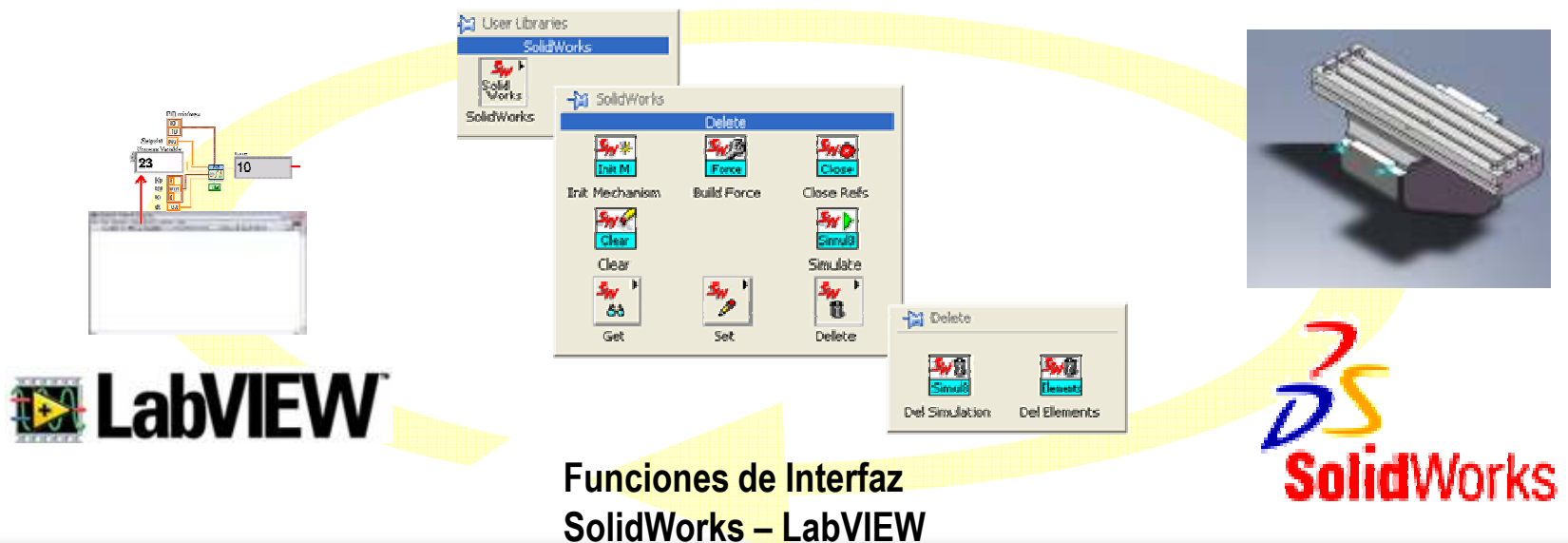


1. Determinar la lógica de la máquina
2. Generar el perfil de datos con software de prototipos virtuales
3. Enviar a herramienta de diseño en 3D
4. Use una herramienta CAD para animar la funcionalidad de la máquina



# Herramientas de Software

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

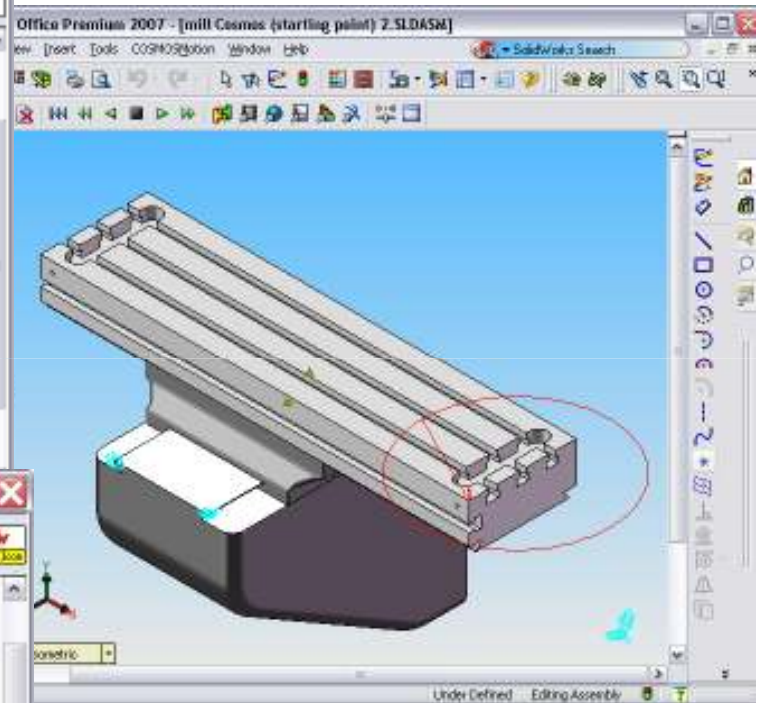
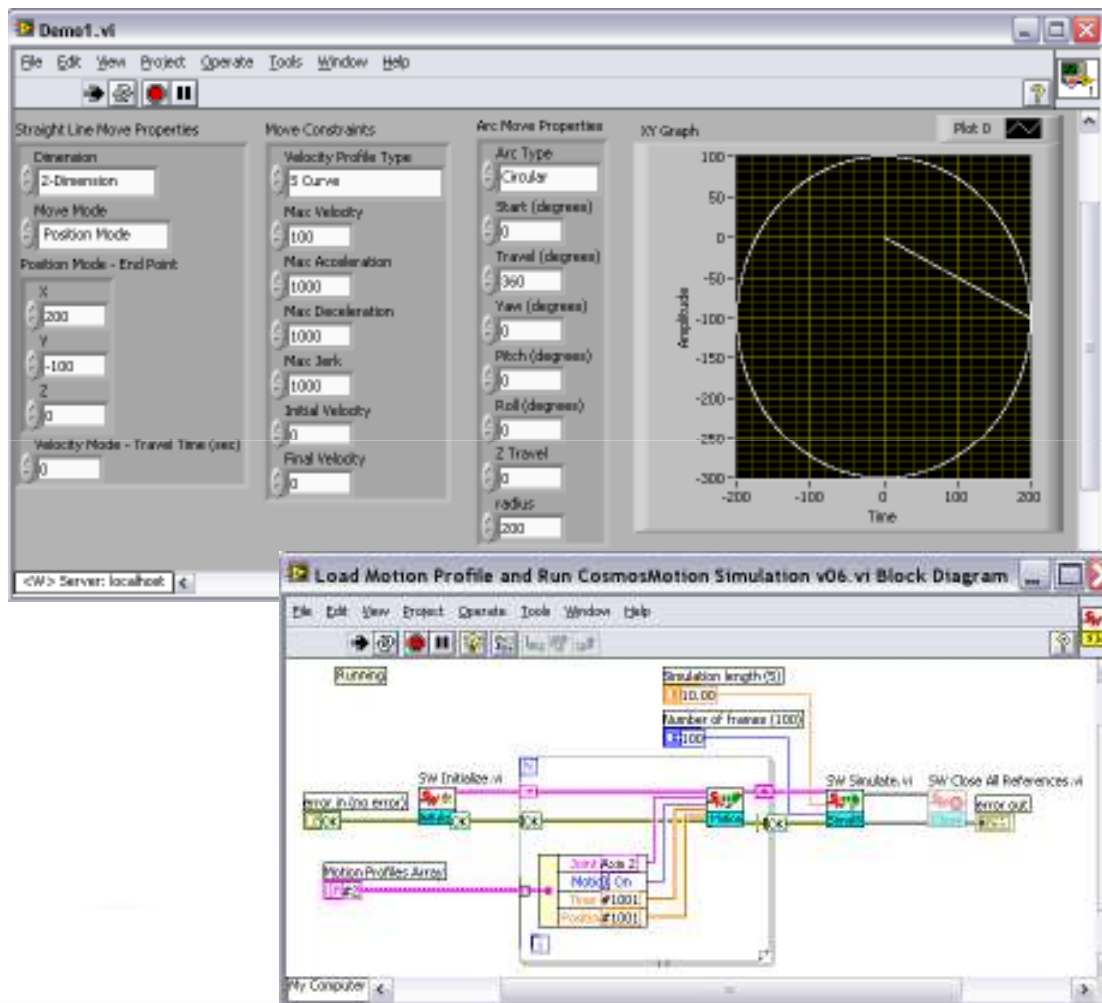




# Demostración: LabVIEW Automatiza la Visualización del Diseño

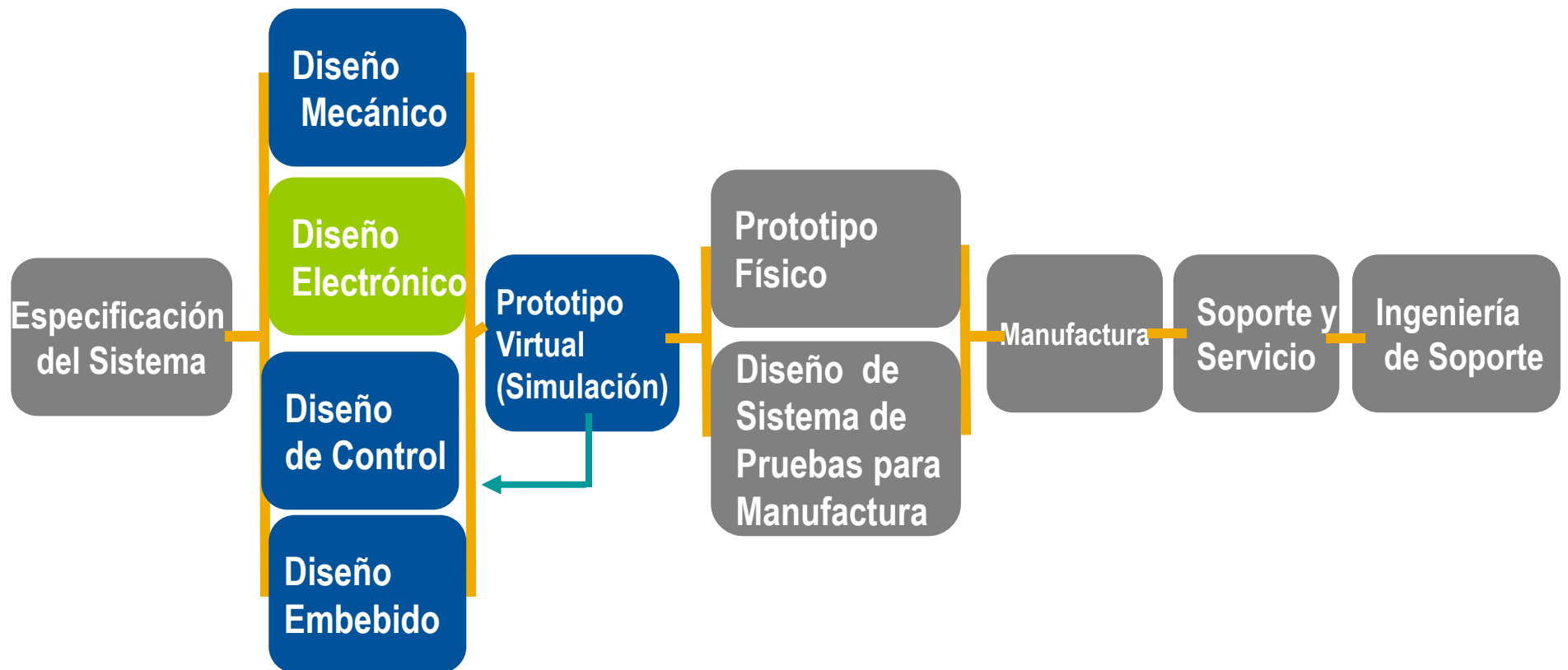
## 2. Control

## 1. Diseño Mecánico

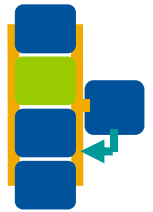




# Diseño Electrónico



# 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

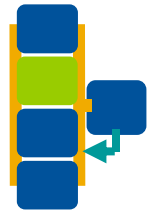
*forma*



I motor



# Dimensión Virtual del Motor DC



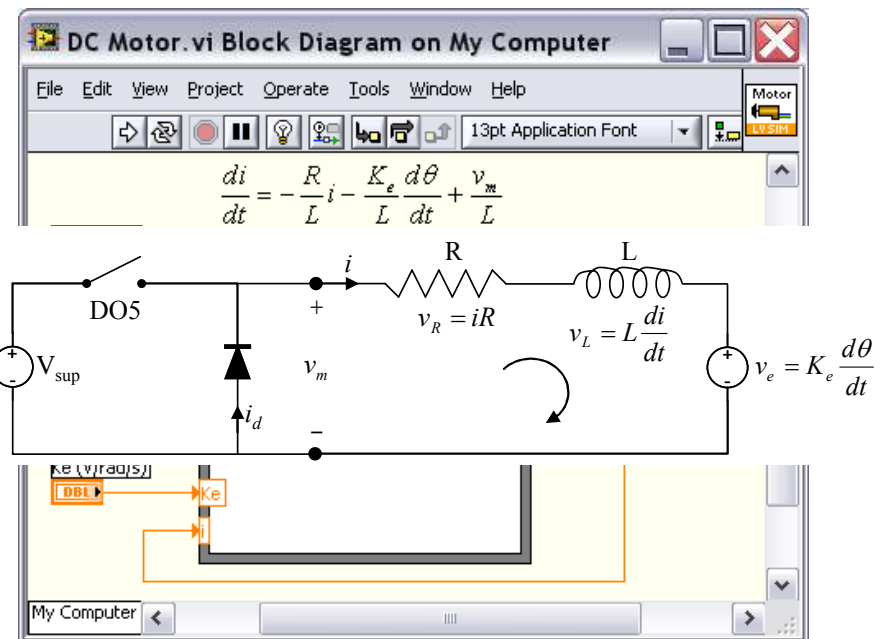
1. Adquirir las especificaciones del motor de la hoja de datos
2. Simular la respuesta del motor a la velocidad y el perfil de torque del CAD



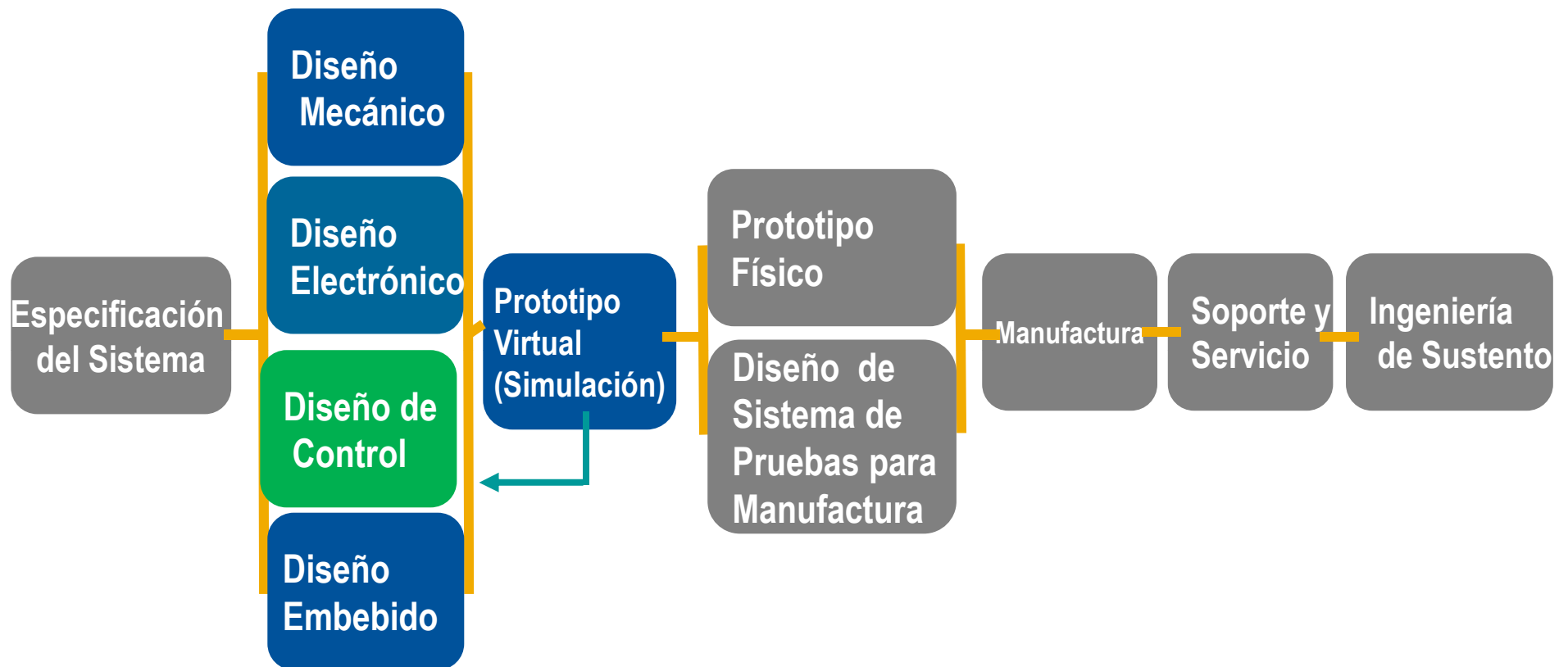
**FAULHABER**  
0.50 mNm

Not connected with: Overview of page 14-15

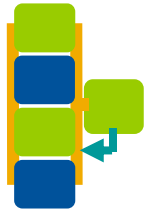
Parameter	Unit	Value	Value	Value	Value
1. Nominal voltage	V	5.0	5.0	5.0	5.0
2. Nominal resistance	Ω	10.7	10.7	10.7	10.7
3. Output power	W	0.48	0.48	0.48	0.48
4. Efficiency	%	75	75	75	75
5. Nominal speed	rpm	10,200	10,200	10,200	10,200
6. NO-Load current with shaft p-0.25 mm	A	0.005	0.005	0.005	0.005
7. Stall torque	Nm	0.14	0.14	0.14	0.14
8. Friction torque	Nm	0.02	0.02	0.02	0.02
9. Speed constant	rpm/V	1,960	1,960	1,960	1,960
10. Back EMF constant	V/rpm	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
11. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
12. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
13. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
14. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
15. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
16. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
17. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
18. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
19. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
20. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
21. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
22. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
23. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
24. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
25. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
26. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
27. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
28. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
29. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
30. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
31. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
32. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
33. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
34. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
35. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
36. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
37. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
38. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
39. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
40. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
41. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
42. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
43. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
44. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
45. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
46. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
47. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
48. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
49. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
50. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
51. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
52. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
53. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
54. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
55. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
56. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
57. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
58. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
59. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
60. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
61. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
62. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
63. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
64. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
65. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
66. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
67. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
68. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
69. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
70. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
71. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
72. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
73. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
74. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
75. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
76. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
77. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
78. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
79. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
80. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
81. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
82. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
83. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
84. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
85. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
86. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
87. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
88. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
89. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
90. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
91. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
92. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
93. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
94. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
95. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
96. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
97. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
98. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
99. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
100. Torque constant	Nm/A	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051



# Diseño de Control



# Retos en el Diseño de Control



## Retos:

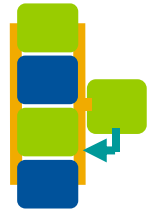
- Desarrollo de software en un componente crítico
- Necesita prototipo físico para la prueba del algoritmo de control

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

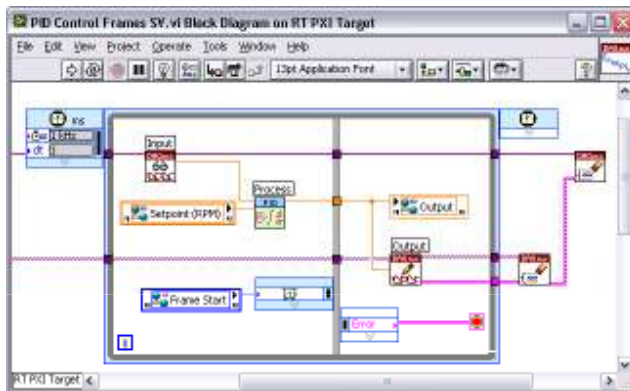
## Beneficios:

- ✓ 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



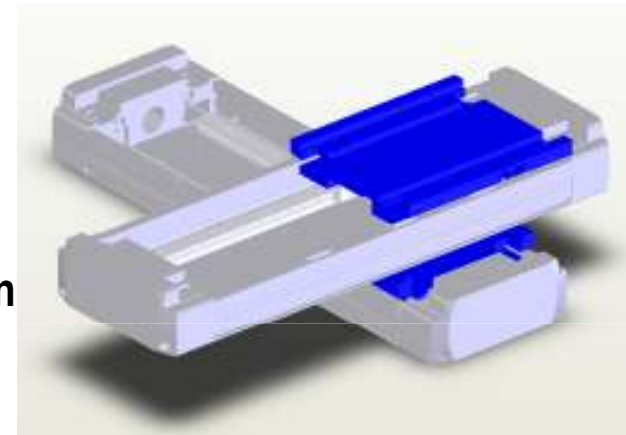
Comando



Retroalimentación



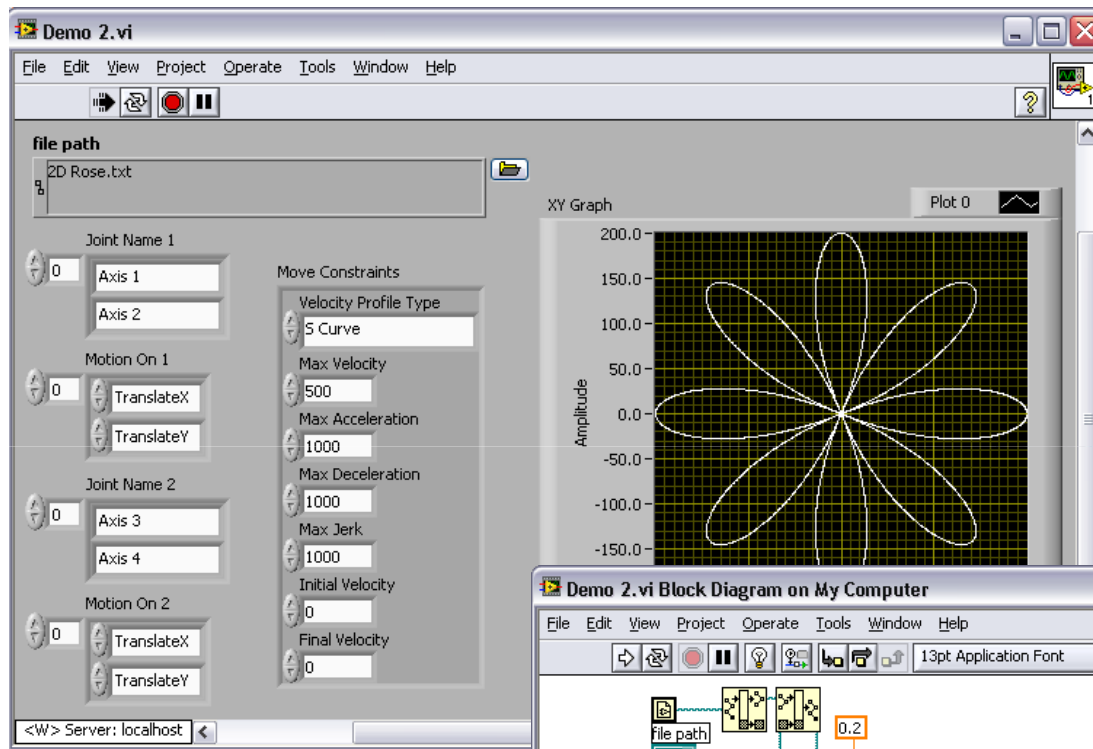
## Simulación



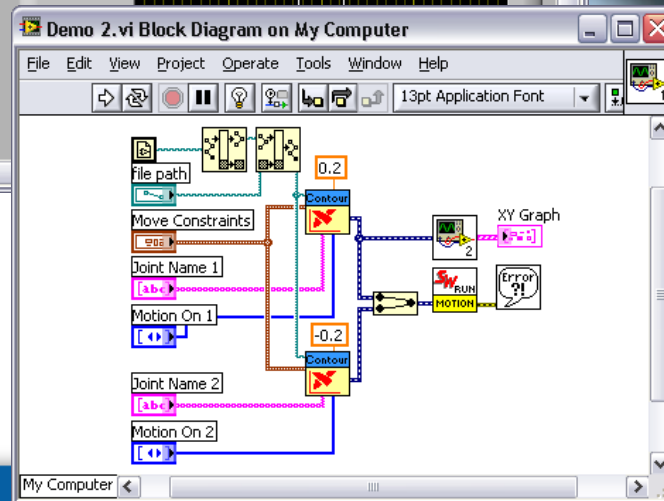
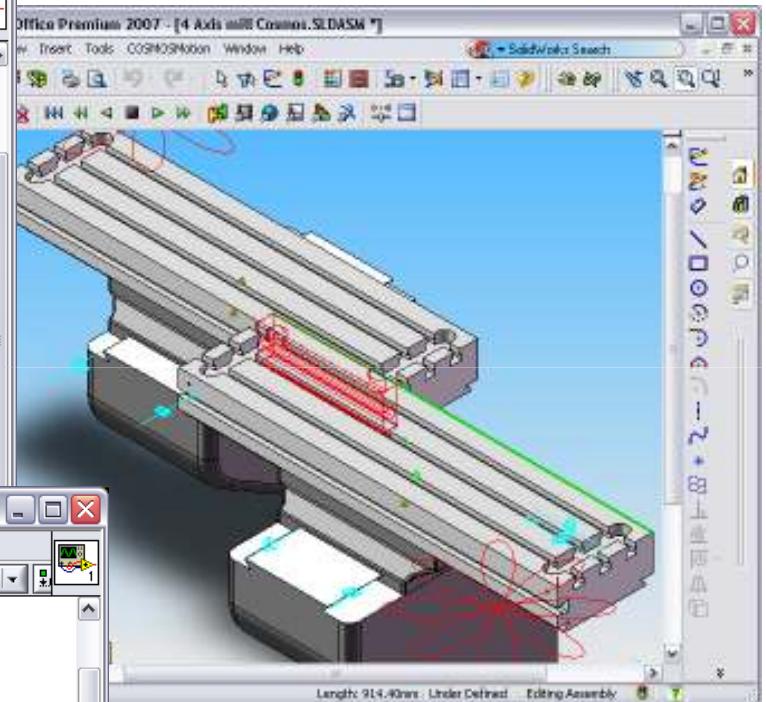
1. Desarrollar la lógica de control de la máquina
2. Animar el modelo e identificar problemas potenciales

# Demostración: Detección de Interferencia

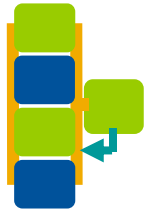
## 1. Perfil de Movimiento



## 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

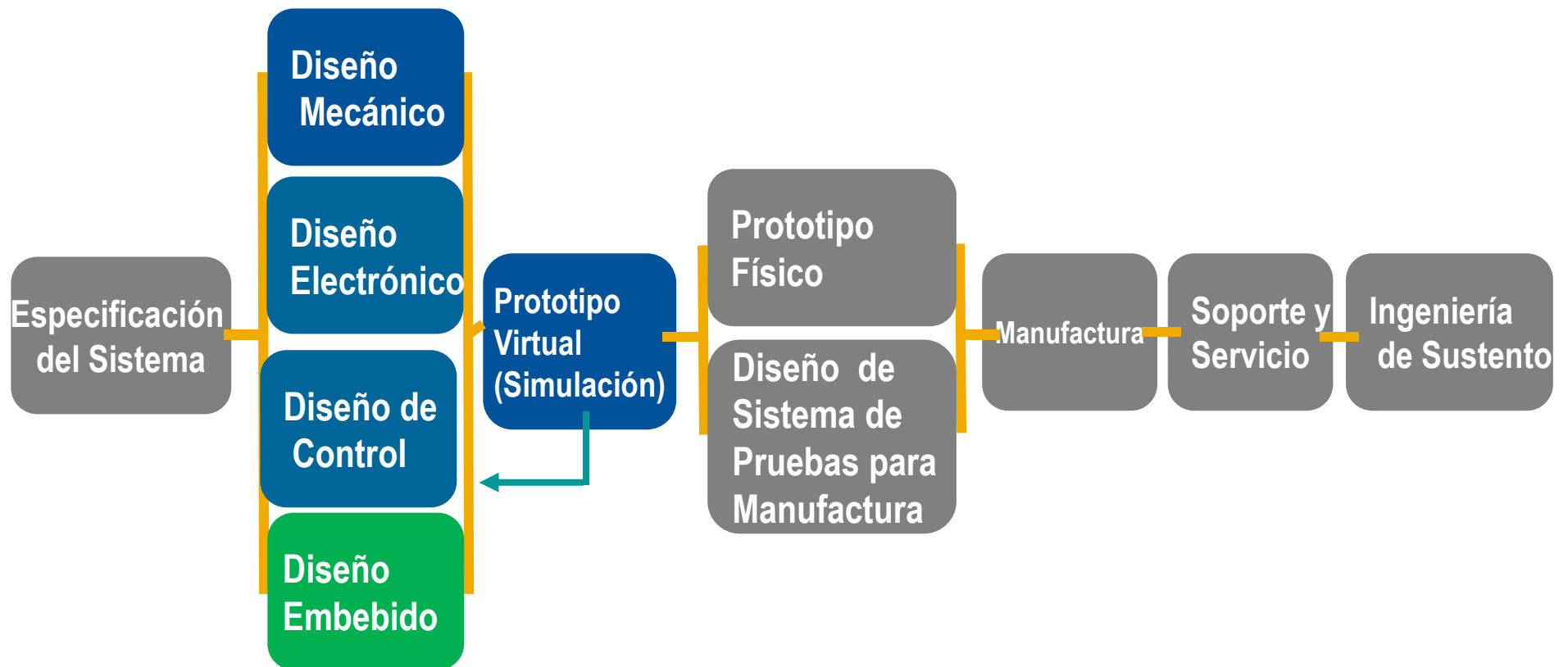
**Solución:** Utilizar un PID avanzado u otro algoritmo de control

## **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



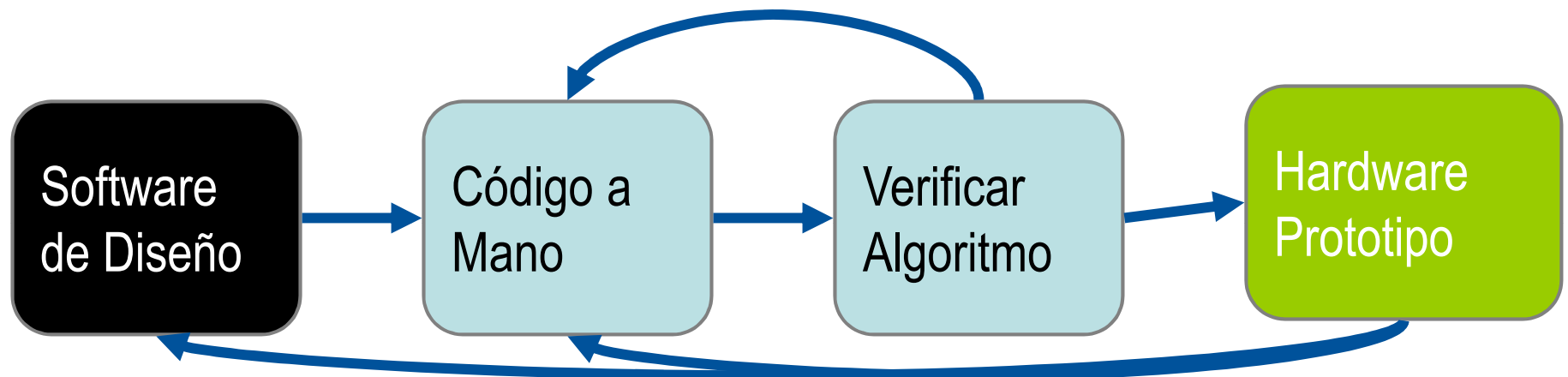
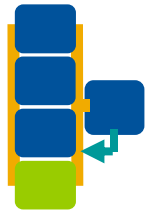
## Reto: Implementar algoritmos embebidos

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

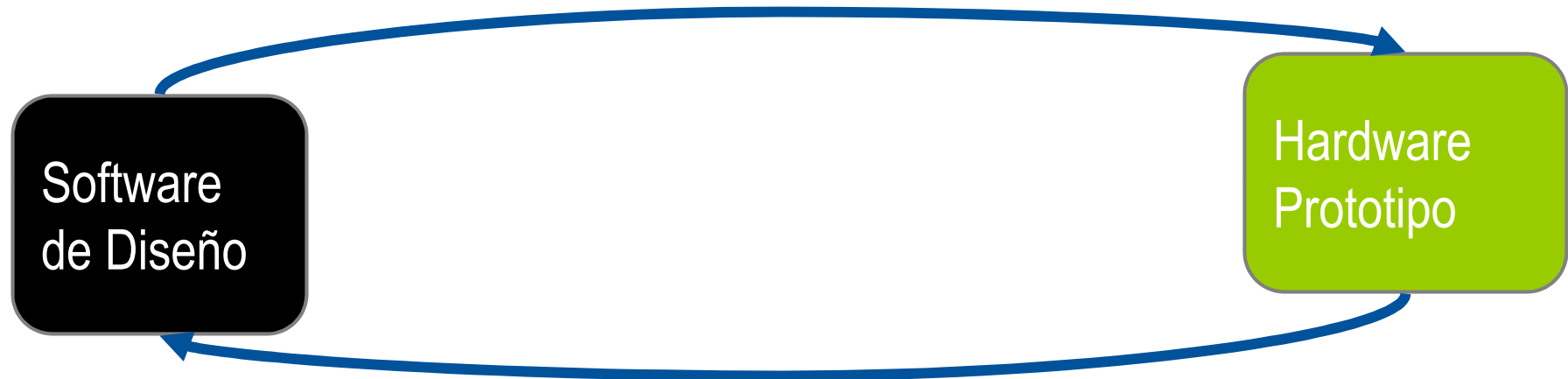
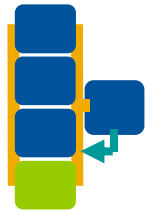
## Beneficios:

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

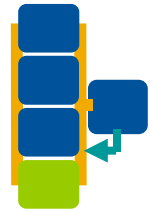
# Ingeniería de Algoritmos



# Ingeniería de Algoritmos



# Retos de Prototipos e Implementación

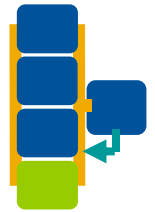


## Retos: Elegir la plataforma de prototipos correcta

- 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

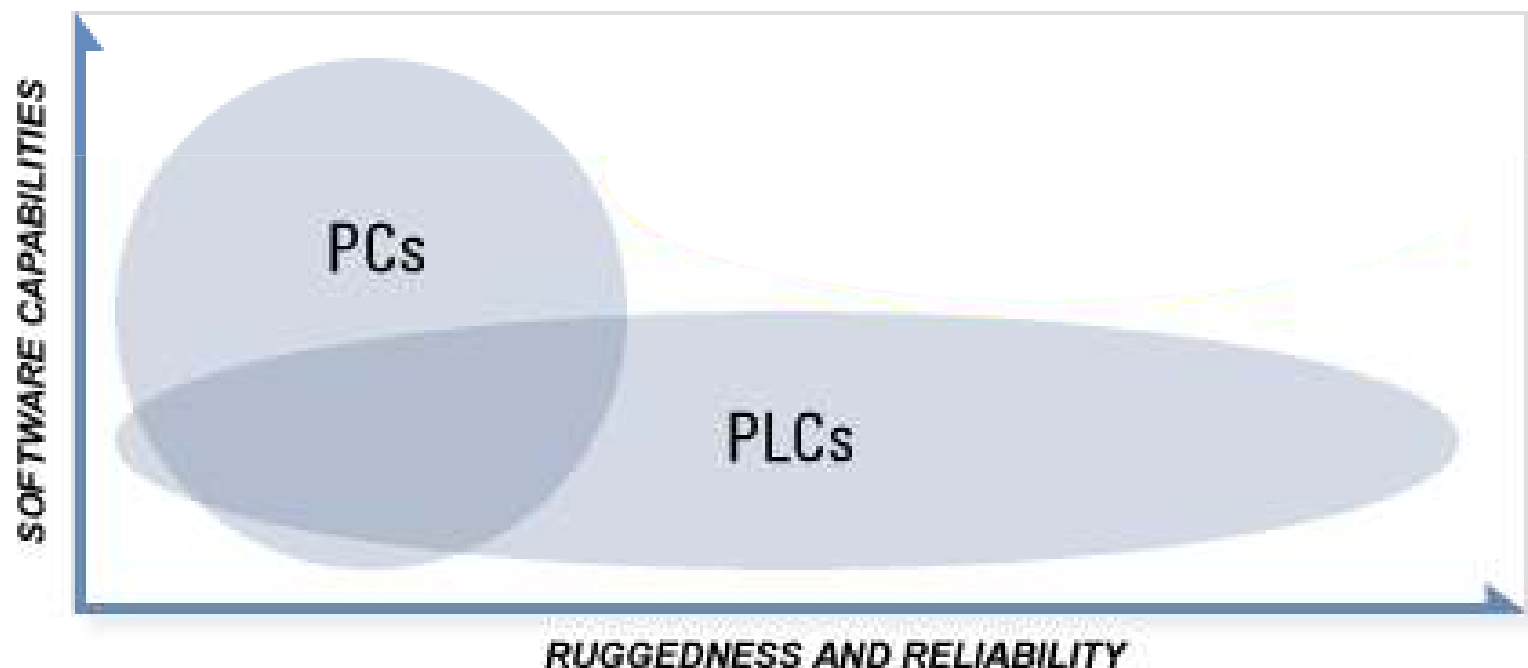


- Computadora de escritorio
- Computadora industrial
- Controladores de automatización programables (PACs)
- Controladores lógicos programables (PLCs)
- Tarjetas personalizadas

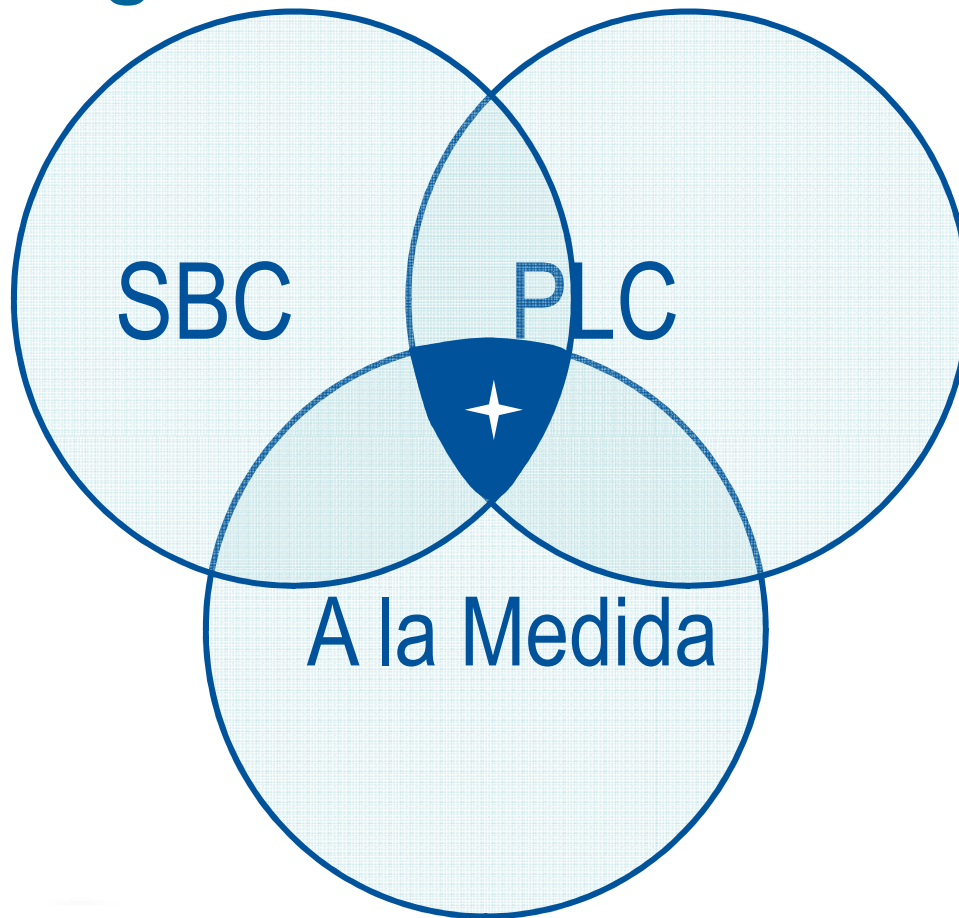
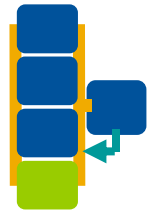


# Controlador de Automatización Programable (PAC)

- 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**



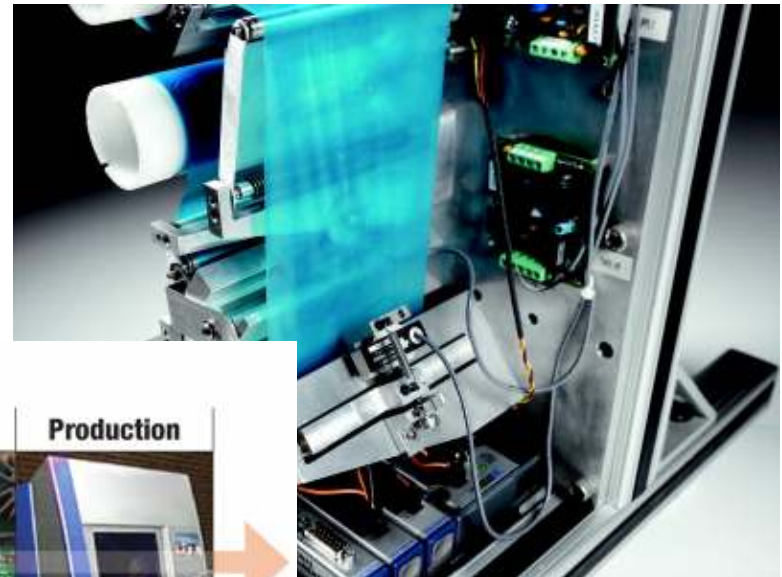
# Caso de Estudio: Diseño de Quiosco para Fotografía Digital

- **Aplicación**

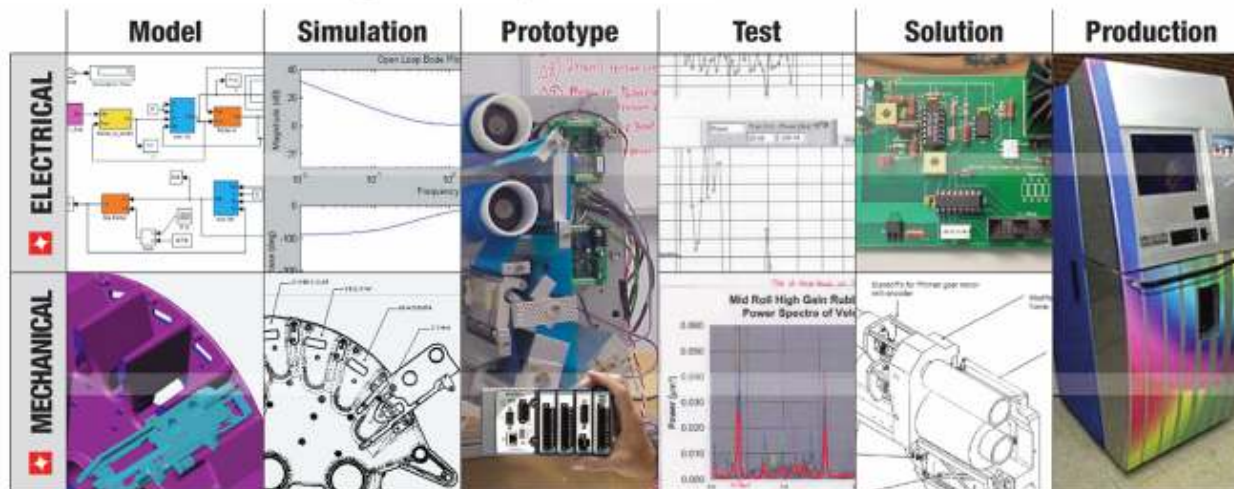
- Tensión precisa de la filmina

- **Retos**

- Vibraciones de la cabeza cortadora
- Variaciones de velocidad del motor
- **PID no funcionará**



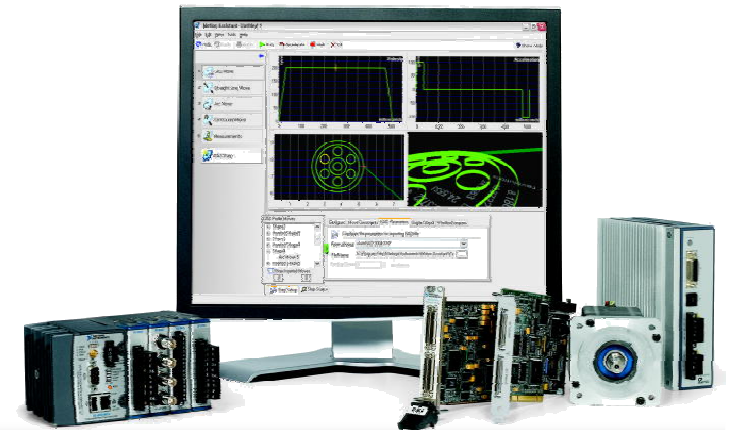
## Mechatronics Engineering Process



**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



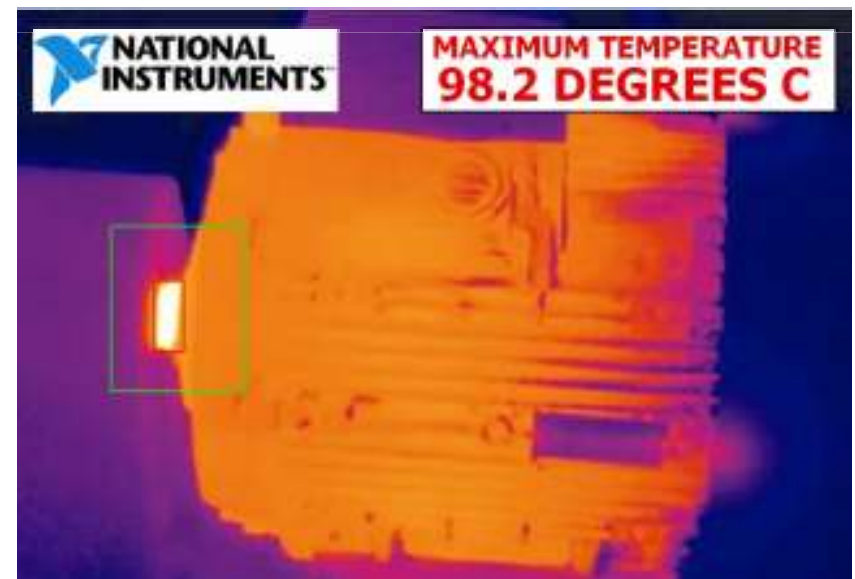
# Nuevo para NI Motion

- 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](http://ni.com/motion/stepper)



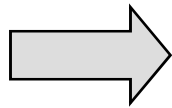
# Consideraciones Adicionales de Diseño: Visión Artificial

- ¿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

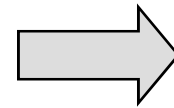


# Consideraciones Adicionales de Diseño: Monitoreo de Condición de Máquina

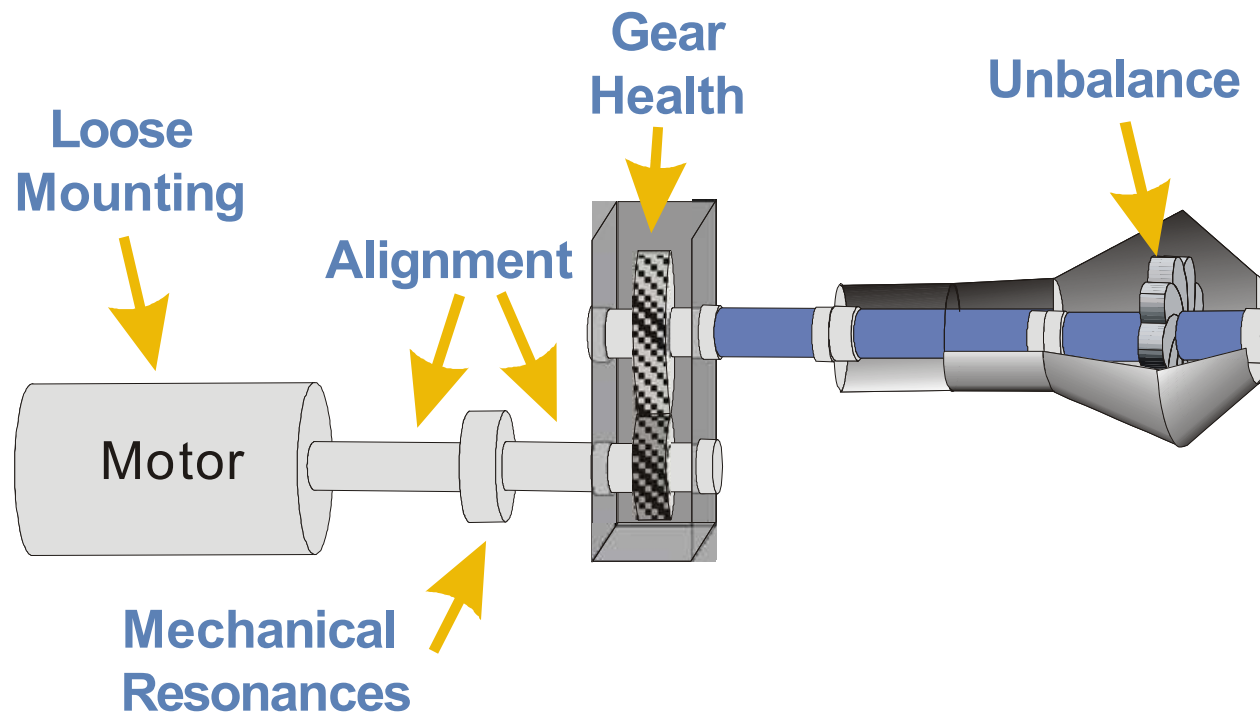
Adquisición  
de Datos



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

