



Vigo, 12 al 16 de NOVIEMBRE de 2012 **V JORNADAS**
sobre Tecnologías y Soluciones
PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL



4ª SESIÓN

BECKHOFF

JUEVES 15, 11:00-12:10

eXtended Automation, TwinCAT 3

Ponente:



- **D. Lluís Moreno**
(Responsable de producto,
BECKHOFF)

Nueva Tecnología para la Automatización

TwinCAT 3

TwinCAT 3: eXtended Automation

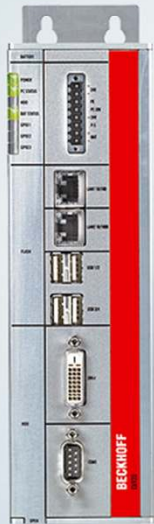


D. Lluís Moreno

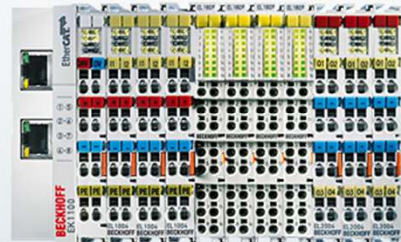
Responsable de Producto, BECKHOFF AUTOMATION

Nueva Tecnología para la Automatización

Control Basado en PC



IPC



E/S

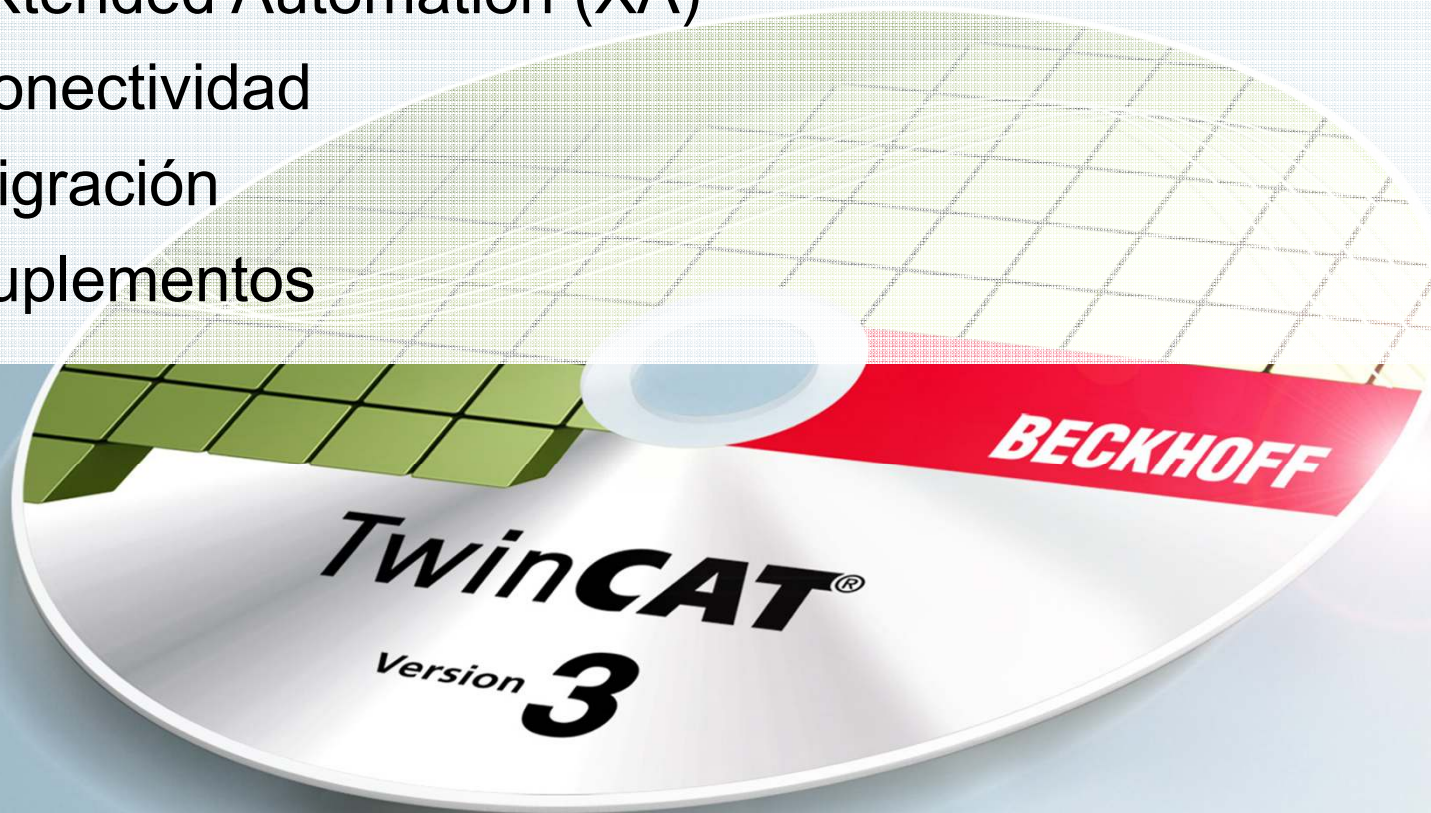


Motion



Automatización

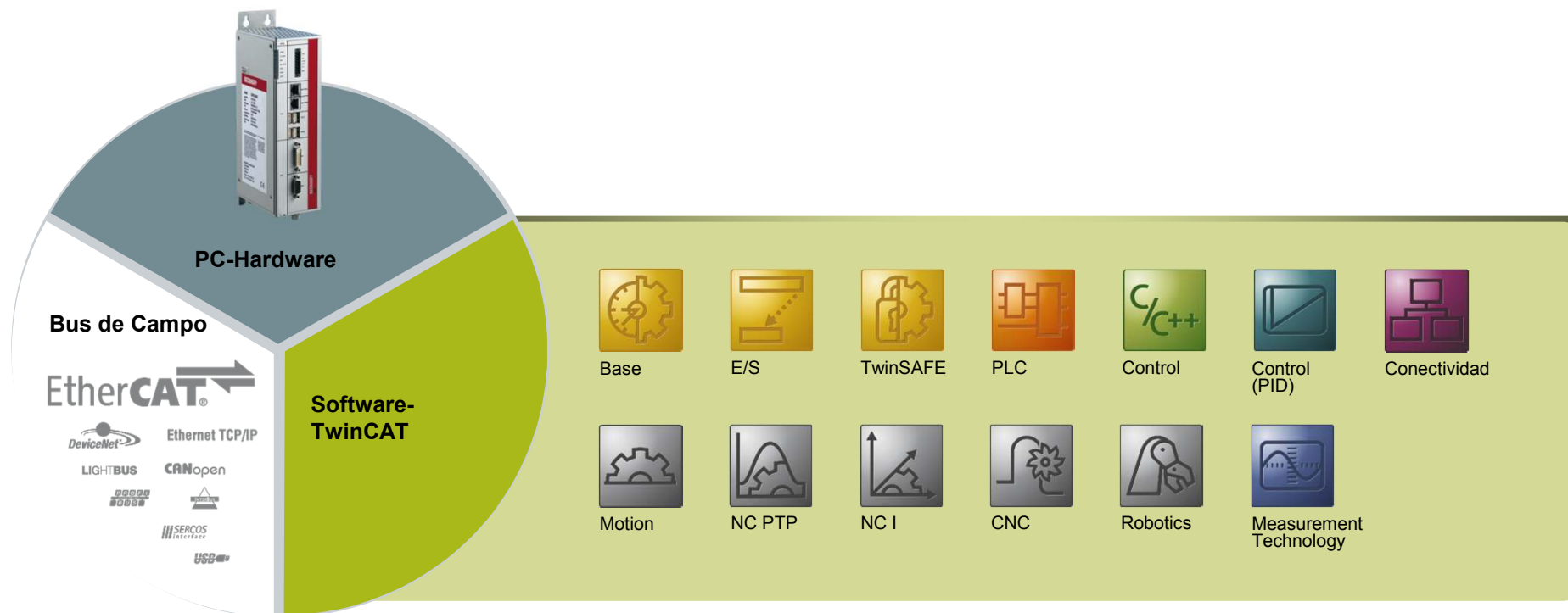
1. **Introducción**
2. eXtended Automation (XA)
3. Conectividad
4. Migración
5. Suplementos



TwinCAT 3

Motivación

Control Basado en PC de BECKHOFF:
Estableciendo nuevos standares en la Automatización



- Integración del PLC, Motion y HMI en un único software en una CPU:
 - Minimización del hardware
 - Tiempos de ciclo más rápido debido a la ausencia de hardware de interface
 - Complejidad de interface reducida
 - Mejor diagnosis
- Control Basado en PC ofrece un sistema de control “abierto”
 - **Abstracción como principio**
 - Funciones en el software e independientes del hardware
- Escalabilidad en prestaciones como en coste con la selección de CPUs estándar
- Sistemas operativos potentes añade funciones IT a las soluciones de automatización
- Automatización y el mundo IT comparten los mismos beneficios:
 - Aumento de prestaciones
 - Reducción de costes

Control Basado en PC – Hitos históricos

1986



Control Basado en PC
Maquina de control com un PC-compatible

1988



S1000
PLC/NC en un PC

1989



Lightbus

1993



S2000
PLC/NC/CNC en PC

1995



Terminal de Bus
Solución universal de terminales para los buses de campo

1996



TwinCAT
IEC 61131 tiempo real bajo Windows NT

2003



EtherCAT
Bus de campo Ethernet a tiempo real

2008



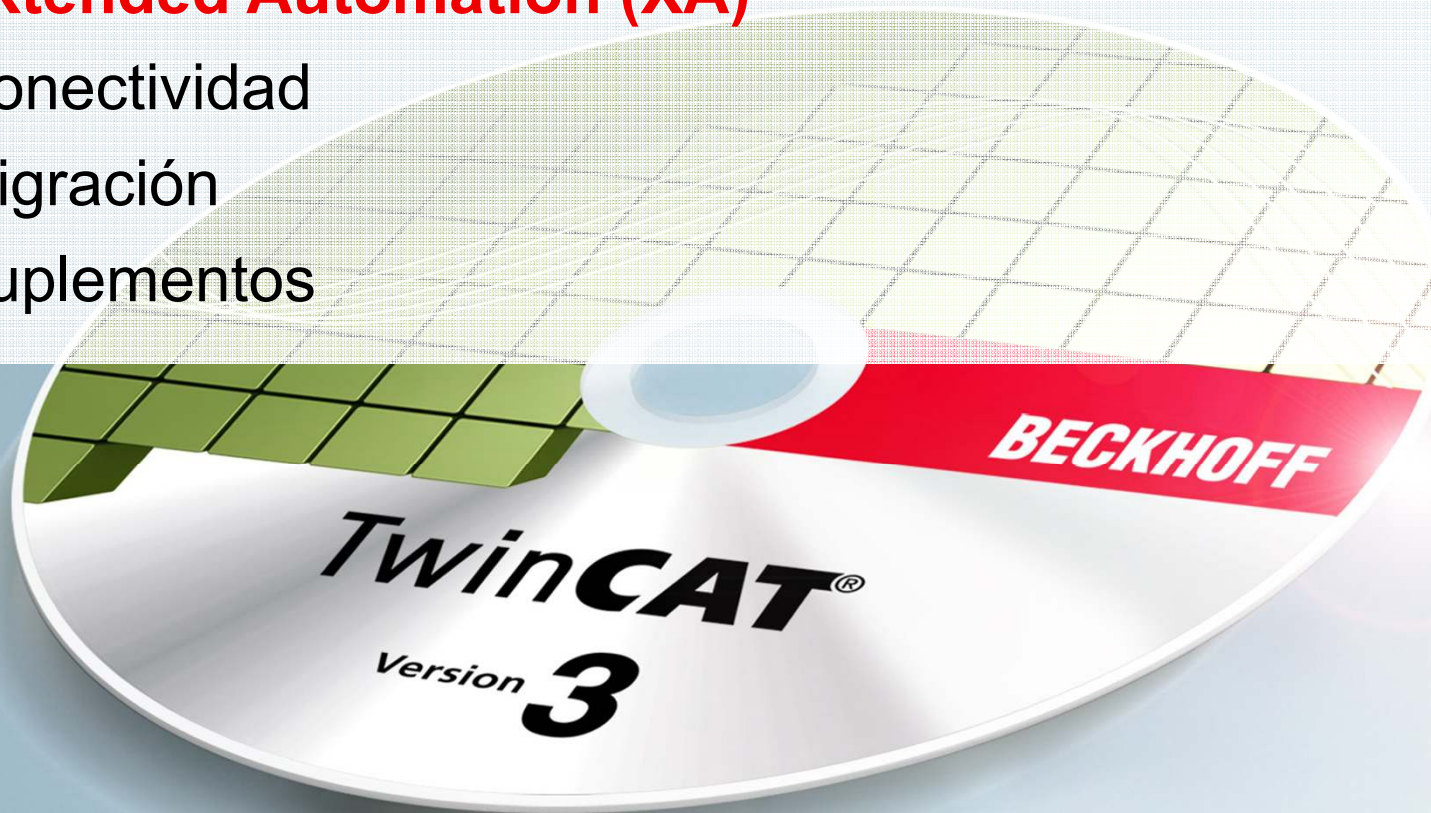
XFC
Tecnología eXtreme Fast Control

2010



TwinCAT 3

1. Introducción
- 2. eXtended Automation (XA)**
3. Conectividad
4. Migración
5. Suplementos



eXtended Automation (XA)

- Arquitectura (XAA)
- dEsarrollo [Engineering] (XAE)
 - System Manager
 - PLC
 - Motion Control
 - Programación C/C++
 - Integración de Matlab®
 - Programación C#/.NET
- Runtime (XAR)



eXtended Automation Technology (XAT)

- Más que es un estándar en la automatización

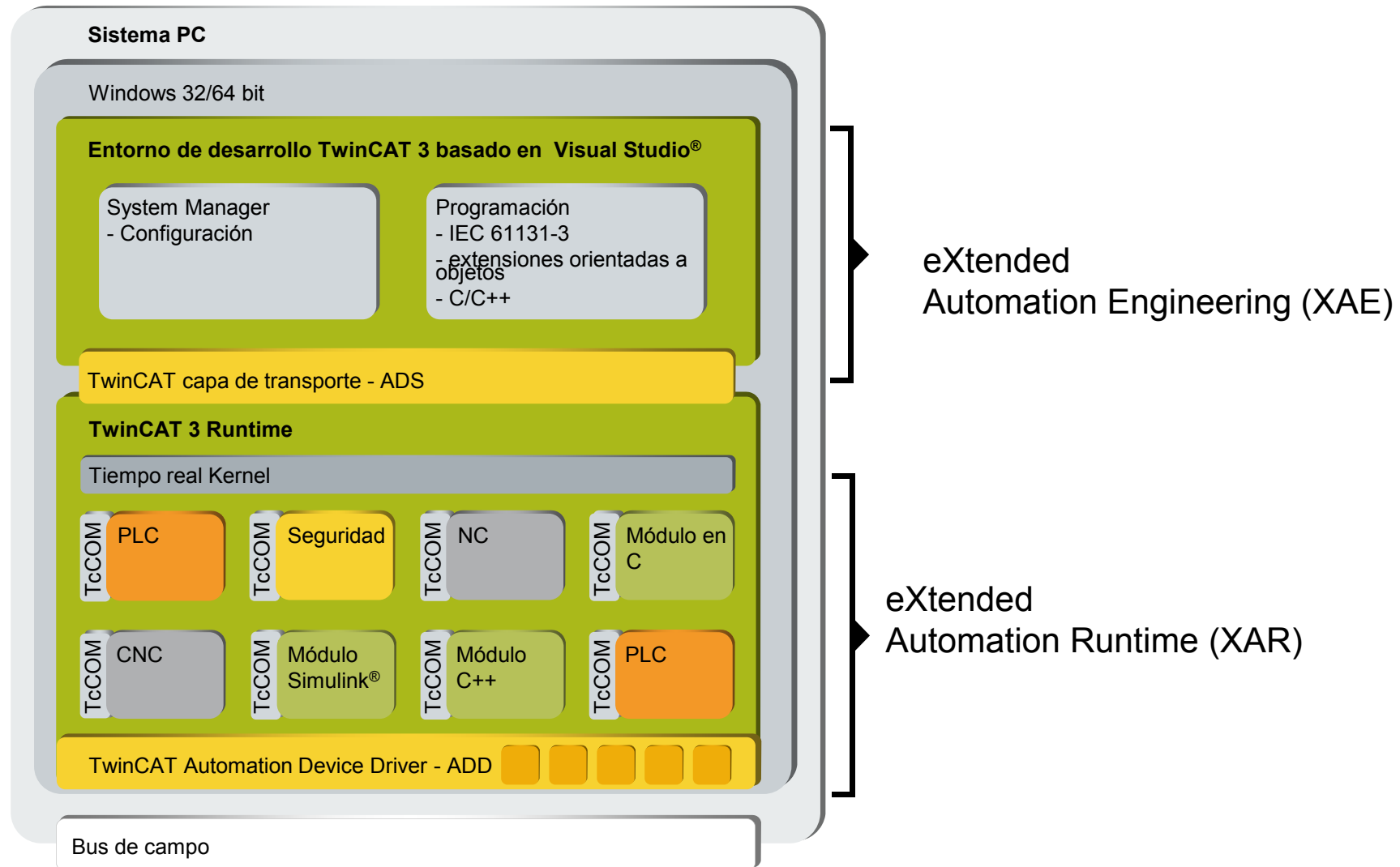
eXtended Automation Engineeing (XAE)

- Visual Studio® para la programación en IEC 61131-3, C/C++
- Visual Studio® para la configuración del sistema al completo (TwinCAT System Manager integrado)

eXtended Automation Runtime (XAR)

- Ejecuta módulos a tiempo real
- Supports multi-core CPUs
- Supports 64-bit operating systems

eXtended Automation Arquitectura (XAA)



eXtended Automation Engineering (XAE)

Visual Studio®

System
Manager

C/C++

IEC 61131-3
Object-
oriented
extensions

Matlab®/
Simulink®

- TwinCAT 3 – extendido, herramienta de desarrollo modular
- **Un único** entorno de programación, **un** fichero de proyecto, **un** entorno de depuración
- TwinCAT System Manager **integrado**
- Programación de acuerdo al IEC 61131-3 3ra edición
(incluye las nuevas extensiones de including NEW extensiones orientadas a objetos)
- Uso de código C y C++ a tiempo real
- enlace a Matlab®/Simulink®
- Ejecuta todos los proyectos desarrollados en TwinCAT 2 PLC sin ningún tipo de migración o conversión del fichero original en TwinCAT 2 projects
- Basado en Microsoft Visual Studio® 2010

TwinCAT 3 estándar

- Basado en el visor Microsoft Visual Studio®
- System Manager integrado
- Programación integrada IEC 61131-3 (3ra edición)
(incluyendo extensiones orientada a objetos)
- PLC de Seguridad integrado



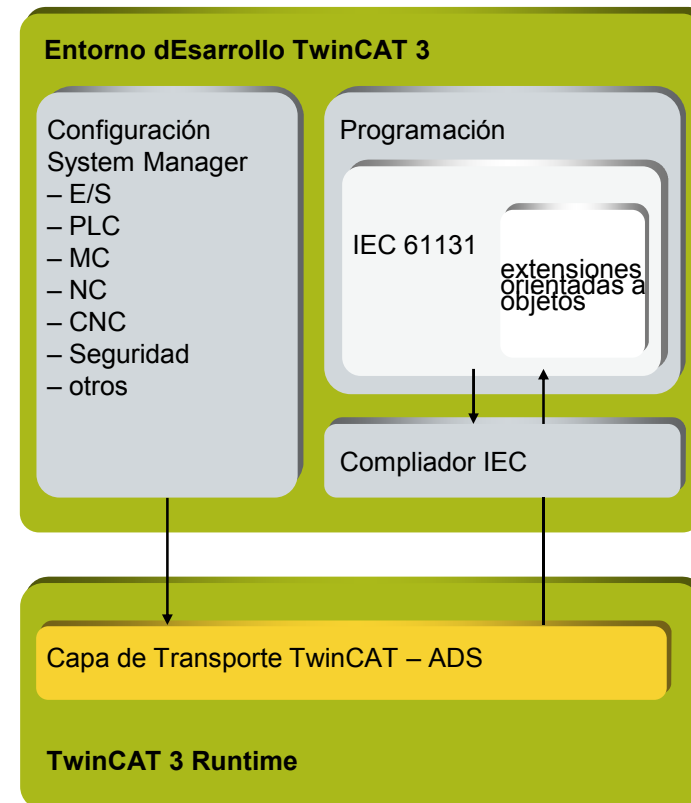
TwinCAT 3 Integrado

- Integración en el Microsoft Visual Studio®
- System Manager integrado
- IEC 61131-3 integrado
- PLC de Seguridad integrado
- Programación en C y C++
- Enlace con Matlab®/Simulink®
- Programación en C# y .NET para (sin-tiempo real) aplicaciones en el mismo entorno
- Opción a conexiones futuras a herramientas de 3ras partes



TwinCAT 3 estándar

- Para programadores de PLC y usuarios de los módulos existentes
- Configuración, puesta en marcha y diagnosis
- Depuración PLC

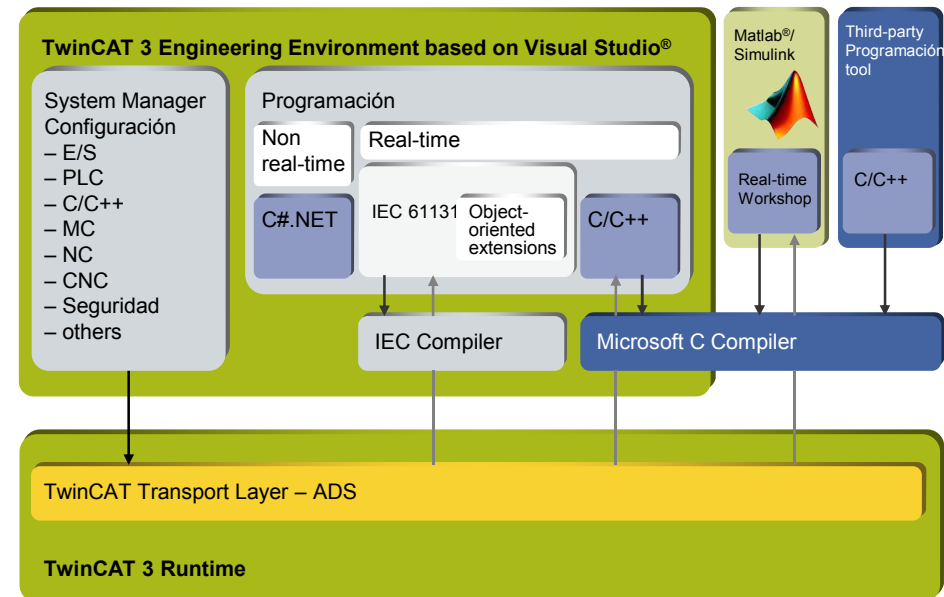


eXtended Automation Engineering

Funcionlidad Escalable

Integrado en TwinCAT 3

- Para programadores PLC y C/C++
- configuración, puesta en marcha y diagnosis
- Generación de módulo (C/C++ o Matlab®/Simulink®)
- depuración PLC, C/C++, Matlab®/Simulink®



Caption:

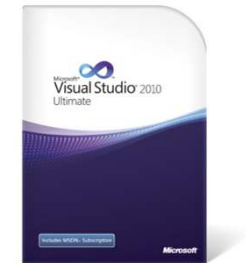
- ↑ Generación de código
- ↑ depuración
- ↑ upload of TMódulo Cs

eXtended Automation Engineering

Workbench integration

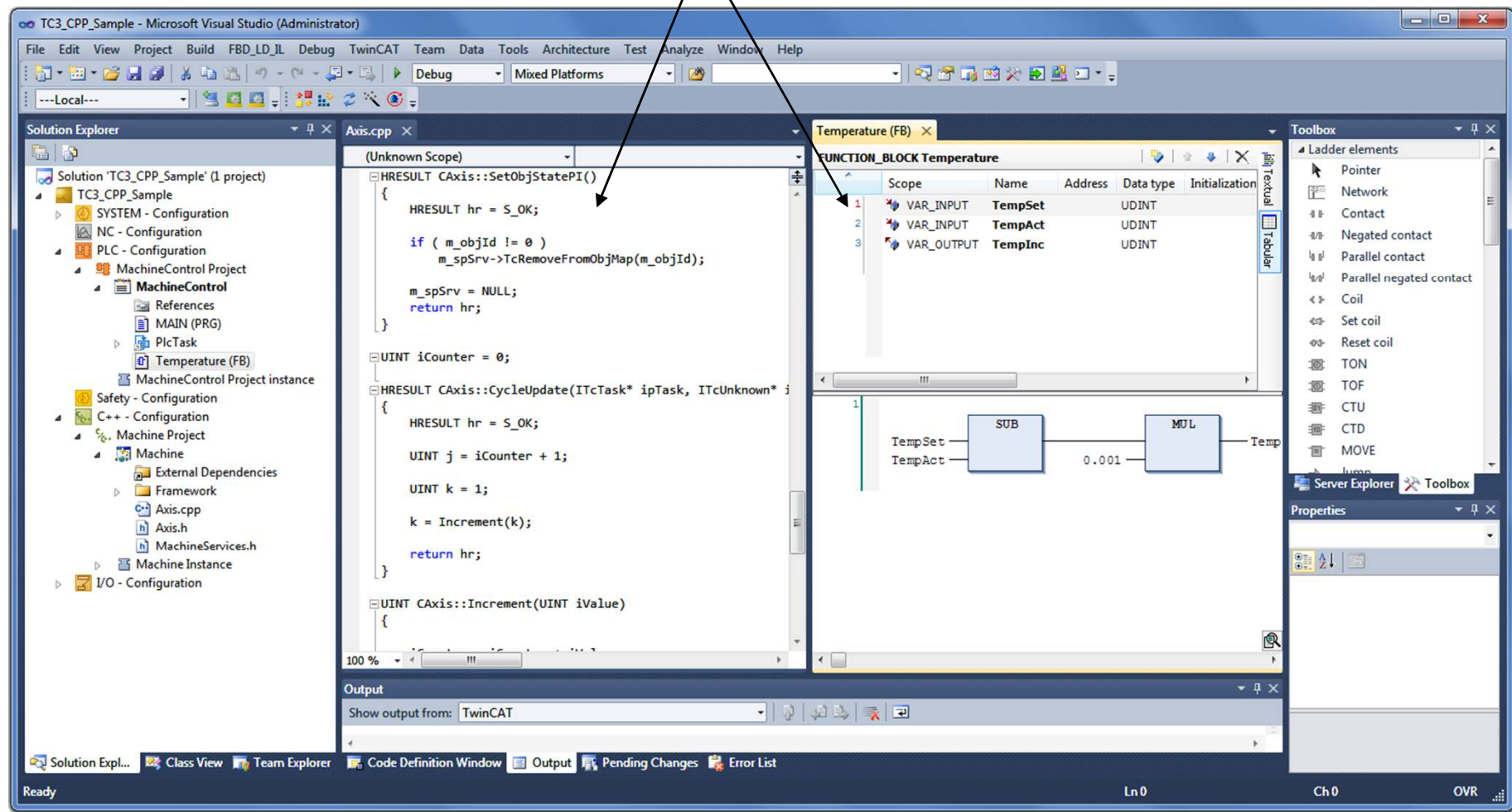
TwinCAT 3 framework = Microsoft Visual Studio® 2010

- Uso del entorno de programación más usado
- Mantenido por una compañía
- Extensible via plug-ins
- Enlace a una fuente común de control de software
- Uso de C y C++ para las programación automatizada de equipos
- Uso de lenguajes en .NET para aplicaciones sin tiempo real (ejemplo HMI)
- Sistema de ayuda mejorada



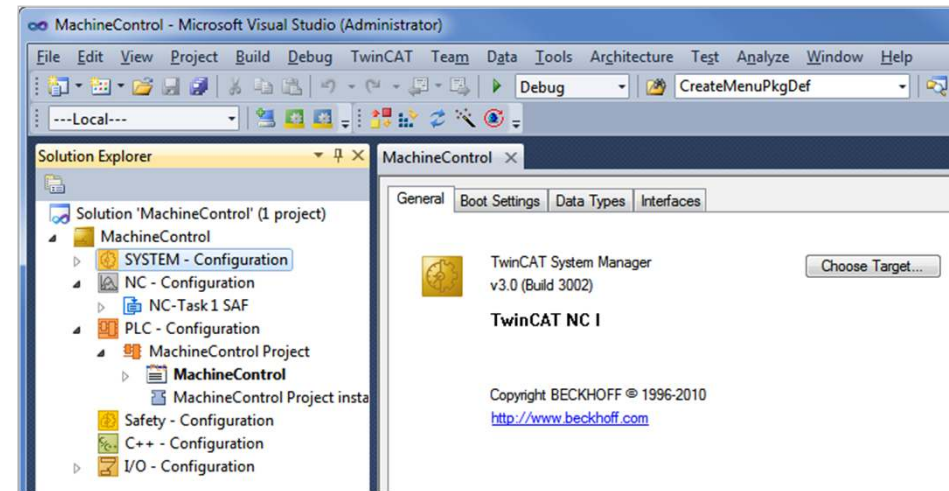
Selección gratuita del lenguaje de programación

Programación simultánea de acuerdo a la IEC 61131 y C++

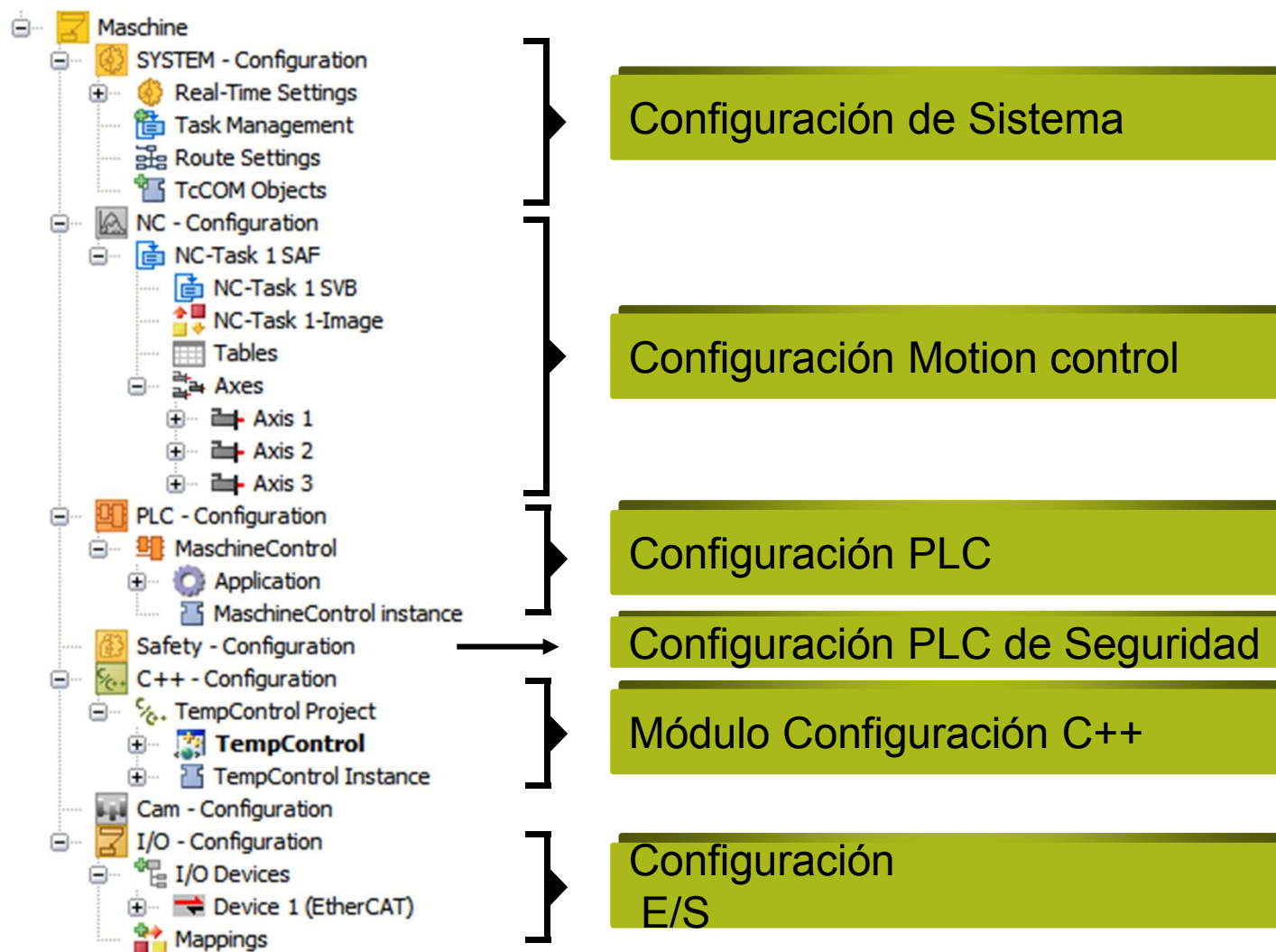


TwinCAT E/S –System Manager Integrado

- Programación, Configuración y diagnosis en una herramienta
→ desarrollo continuo desde 1996
- Gestor de tareas uniforme
- Parametrización de los módulos TwinCAT
- Creación y administración de mapeados entre las imagenes de proceso
- Simulación de E/S como ejes



TwinCAT I/O –System Manager Integrado

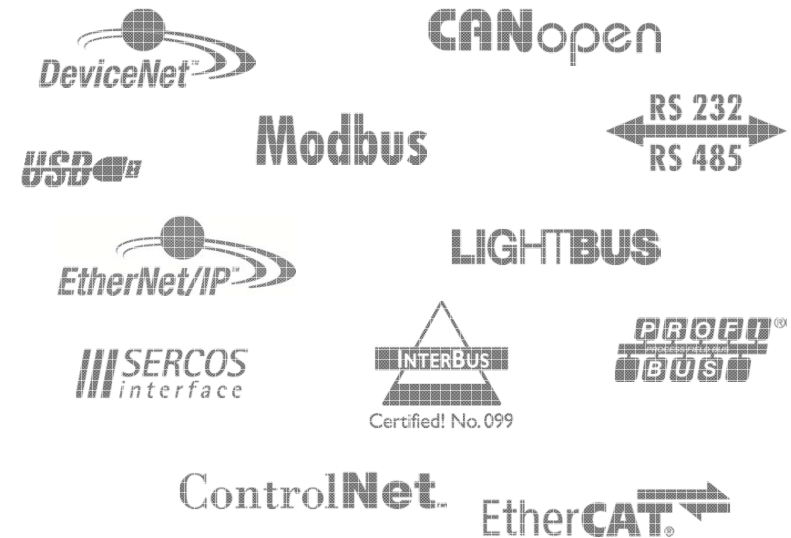


TwinCAT I/O –System Manager Integrado

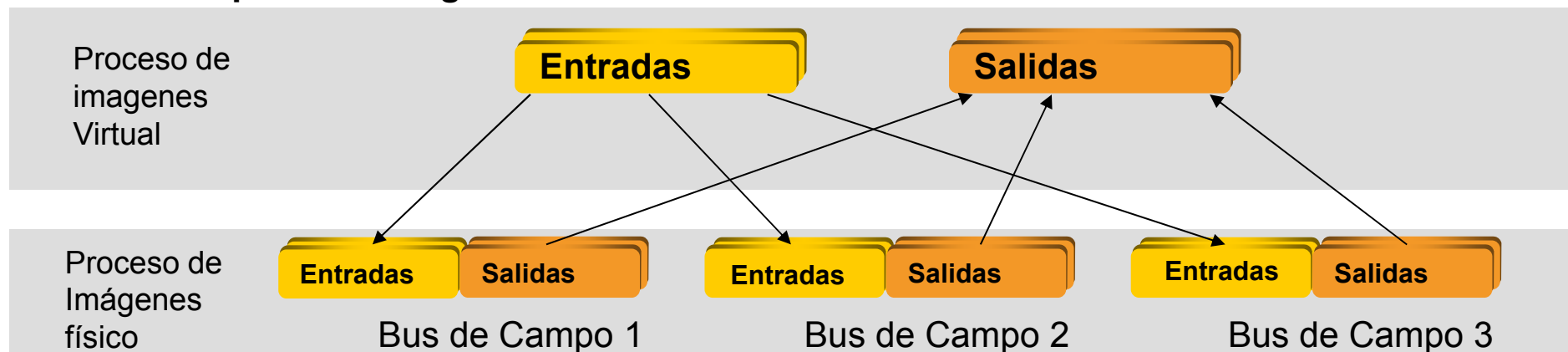
Mapeado de las imagenes de proceso

- open for all common fieldbuses
- support of all PC hardware interfaces
- easy commissioning and diagnosis
- assignment of logical and physical process images

→ Changes of the bus system do not require a change of the PLC code.



TwinCAT process images



Proyectos de PLC Múltiples:

- Número de posibles tareas: 65,000 (en lugar de 4 x 4 en TwinCAT 2)
- Número de proyectos PLC: tan solo limitados por memoria (en lugar de 4 en TwinCAT 2)

Programación:

- lenguajes de la IEC 61131-3 (IL, ST, FBD, LD, SFC) + CFC
- Uso de extensiones orientadas a objetos de la 3ra edición de la IEC 61131
- Llamadas e intercambio de datos de los módulos de escritura en C/C++ and Matlab®/Simulink®
- Múltiples interfaces de importación y exportación
- Sin necesidad de direccionamiento directo

Puesta en marcha / mantenimiento:

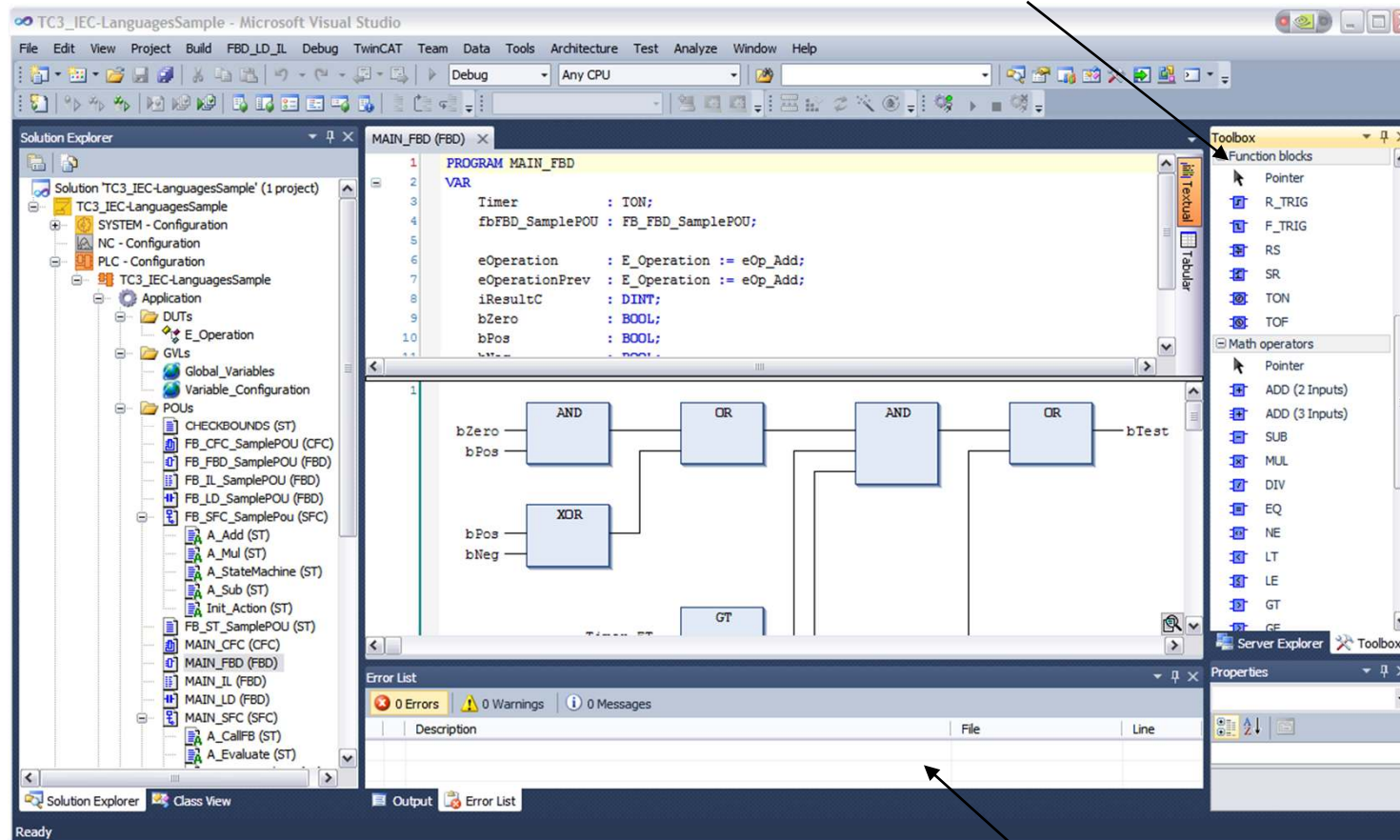
- source code up- and download
- Cambio en caliente
- Funcionalidad de depuración completa (breakpoints, monitoring, flow control..)

eXtended Automation Engineering

TwinCAT 3 PLC

Estructura de arbol compartida para hard y software

Lenguaje de programación –depende del toolbox



Ventana de salida compartida en todos los idiomas

Orientación a objetos según la IEC 61131-3 3ra edición

Beneficios de las extensiones orientadas a objetos

- Lectura del código mejorada por la encapsulación de algoritmos en métodos
→ funciones de mantenimiento mejoradas
- Modularización, estructura del código
→ reusabilidad aumentada
- Programación abstracta usando interfaces
→ extensibilidad y adaptabilidad aumentada
- Soporta herencia de objetos
→ extensibilidad y adaptabilidad aumentada

El uso consistente de las extensiones orientadas a objetos permite :

- Aumento de la calidad del software
- Disminución del tiempo de programación y mantenimiento

Orientado a objetos según la IEC 61131-3 3^{ra} edición

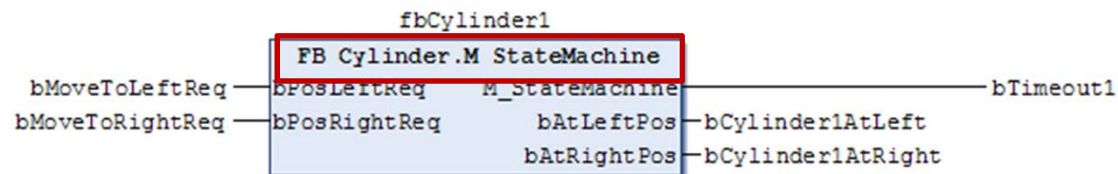
Funciones de Lenguaje	2 ^{da} edición IEC 61131-3	3 ^{ra} edición IEC 61131-3	C++	Java	C#
Soporte Multilanguage	+	+	-	-	-
Mixed Programación OO/proc.	-	+	+	-	-
Clases	~ (FB)	+	+	+	+
Métodoes	~ (acciones)	+	+	+	+
Interfaces	-	+	-	+	+
Clases parcialmente abstractas	-	-	+	+	+
Polimorfismos	-	+	+/-	+	+
Referencia semántica	-	+ (interfaces)	-	+	+
Constructor/destructor	-	+	+	+	+
Propiedades	-	+	-	-	+
Visibilidad	~ (variables)	~ (variables)	+	+	+
Memoria dinámica ("nuevo")	-	- (en TwinCAT 3)	+	+	+

Cómo se verá todo esto en TwinCAT 3?

- Declaración de una Function Block

```
FUNCTION_BLOCK AC_Meldung EXTENDS TWINCAT_MODULE_BASE_LIBRARY.BaseModule IMPLEMENTS IAC_MELDUNG, ITCCHILD
```

- Llamada del método



Uso de las extensiones orientadas a objetos:

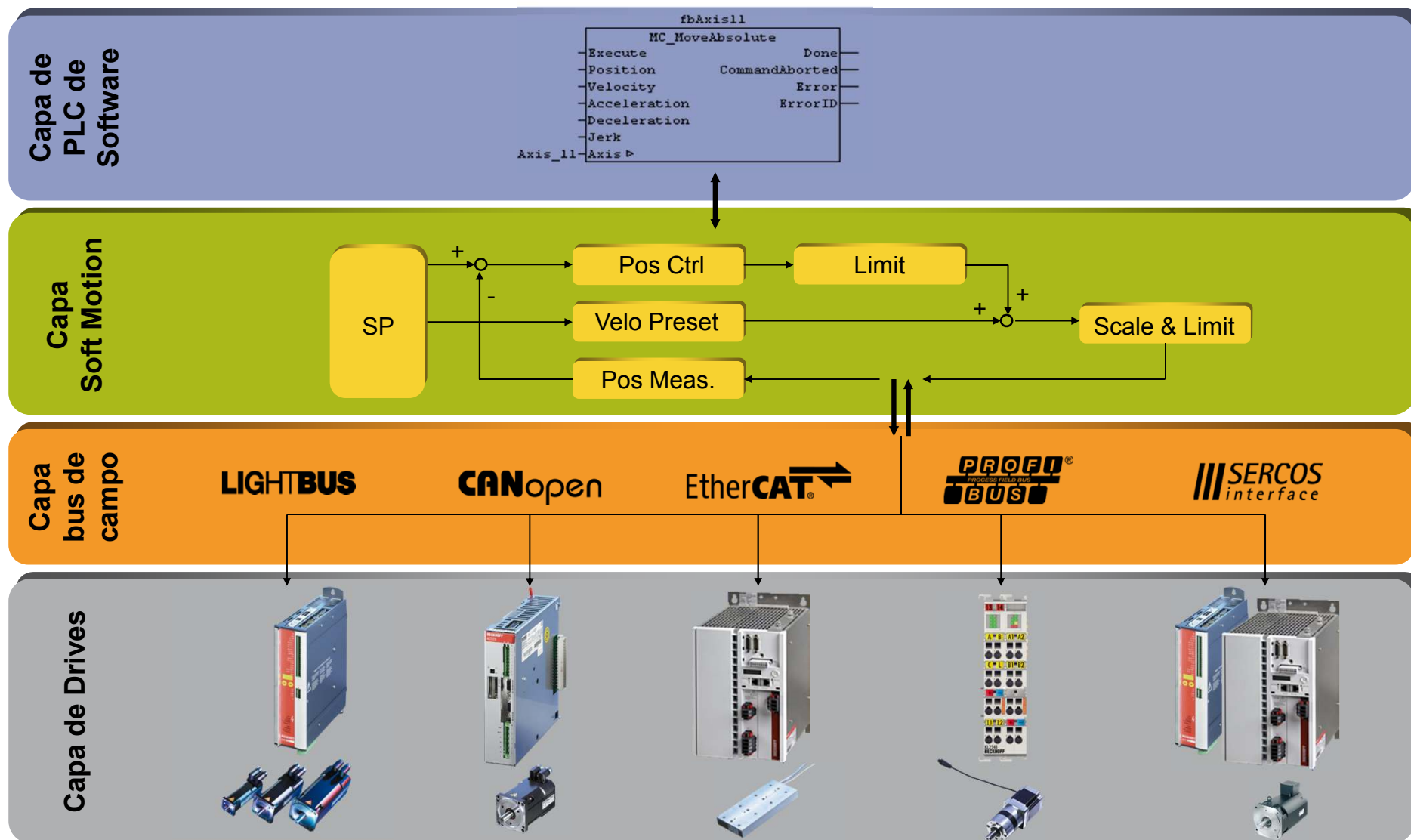
- Es posible en todos los lenguajes IEC
- Es independiente del hardware usado
- No es de obliadago uso!

- Soluciones escalables (stepper,..., servo drive)
- Distintas capas de abstracción
→ PLC/SCADA/HMI siempre accede a objetos idénticos, independientes del tipo de eje y bus de campo of axis
- Conversión de sistemas mecánicos a electrónicos
(levas, reductoras, embrague, perfil de levas, “corte al vuelo”)

Beneficios:

- Más flexibilidad en las técnicas usadas (stepper, servo drive,...)
- Más flexibilidad en cambios de productos
- Reducción del tiempo de entrega y desarrollo de la aplicación
- Reducción del tiempo de puesta en marcha debido a la no existencia de partes mecánicas
- Reducción de costes

TwinCAT 3 Motion Control – Capa de Abstracción



Funcionalidad



NC PTP

Point-to-Point-movement

- gearing
- camming
- superposition
- flying saw



NC I

Interpolated motion with 3 axes and 5 additional axes

- Programación according to DIN 66025
- technological Funciones
- straightforward utilisation through function blocks from the PLC



CNC

Complete CNC functionality

- interpolated movement for up to 32 axes per channel
- various transformations



Robotics

Interpolated motion for robotic control

- support for a wide range of kinematic systems
- optional torque pre-control

Lenguajes de programación C/C++

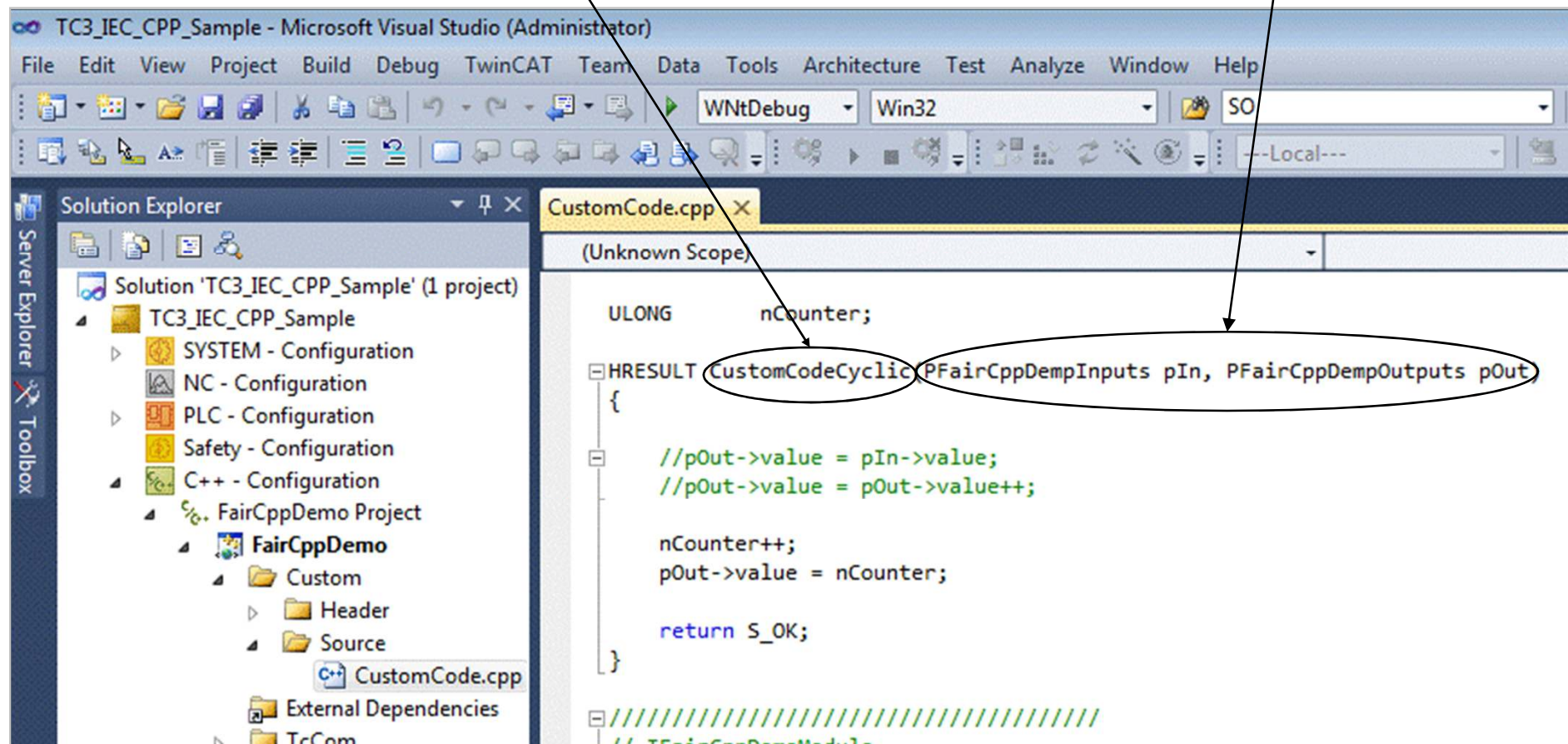
- Reutilización de código existente C/C++
- Cooperación de código C/C++ y PLC
- Aplicaciones a tiempo real para todas las plataformas (CE, XP,...)
- Abre nuevas areas – para usuarios no estandar de PLCs
- Lenguaje de programación bien conocido
- Estandarizado (C: ISO/IEC 9899 TC3, C++: IEC 14882)
- La generación de Automation Device Drivers (ADD) permite implementar drivers propietarios (e.g. buses de campo)
- Beckhoff SDK ofrece la funcionalidad para (como librerías PLC) para
 - ADS
 - Motion
 - Fichero E/S

Areas de aplicación

- Procesado de imágenes
- robótica
- Tecnologia de medición
- ...

Método CycleUpdate: – es llamado de forma cíclica

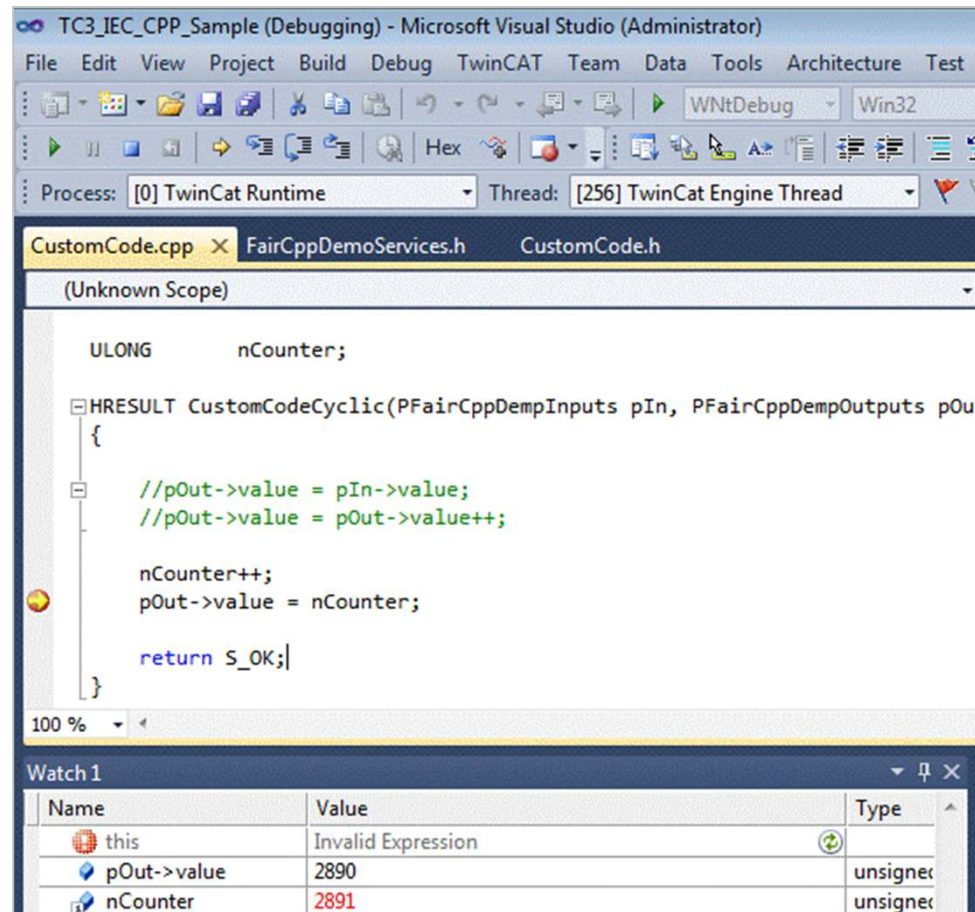
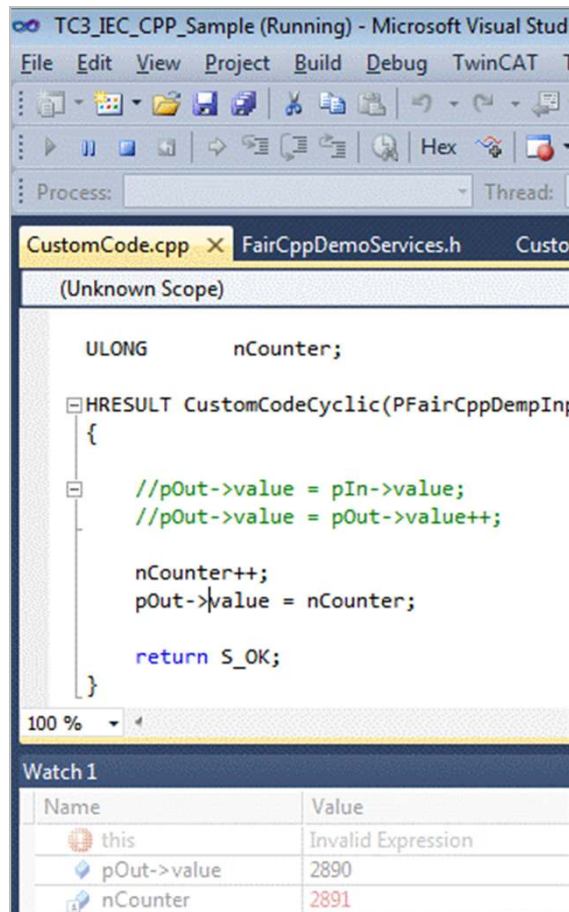
Puntero a imagen lógica entrada/salida



Lenguajes de programación C/C++

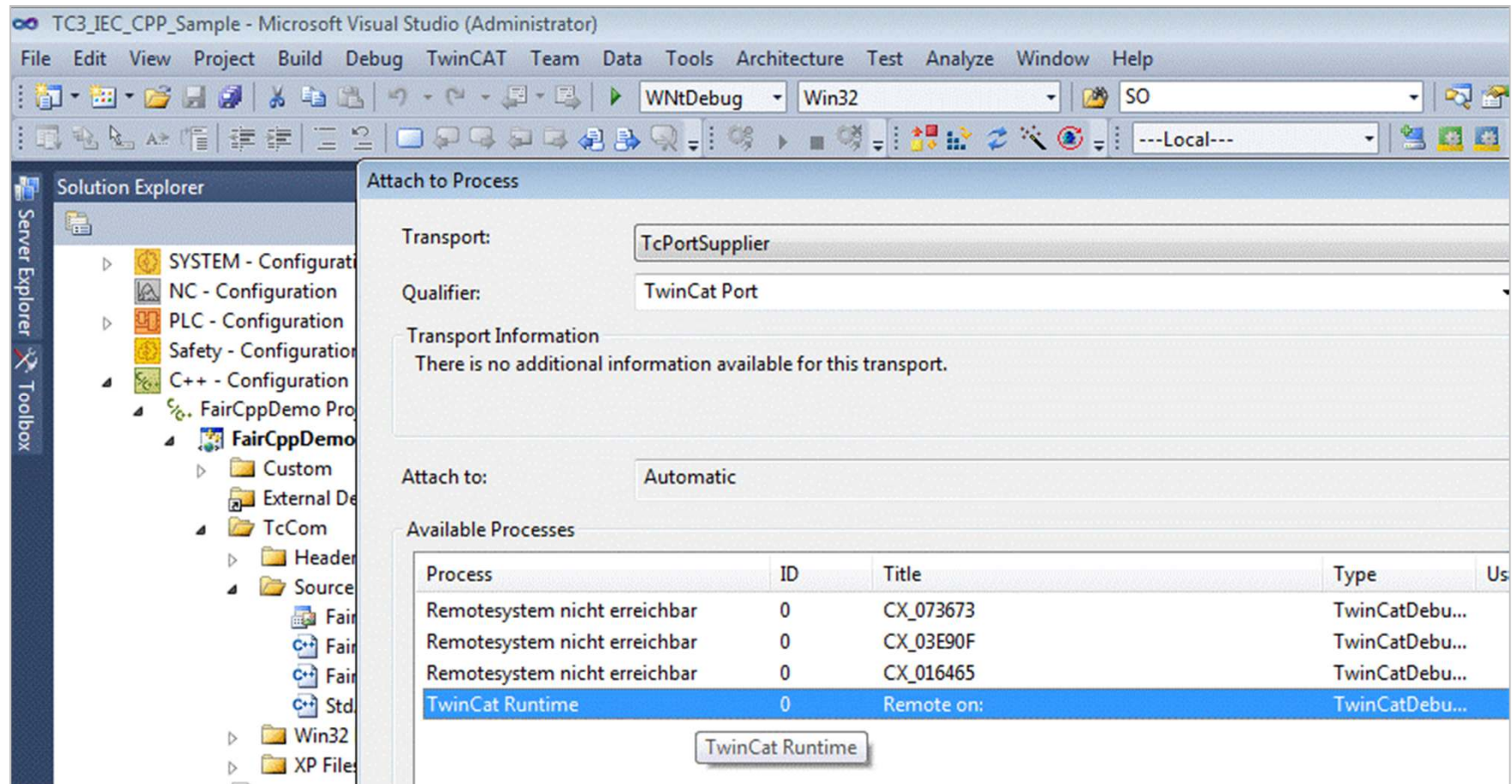
Depurador estándar VS2010 :

- monitoreo/modificación de las variables con Breakpoint



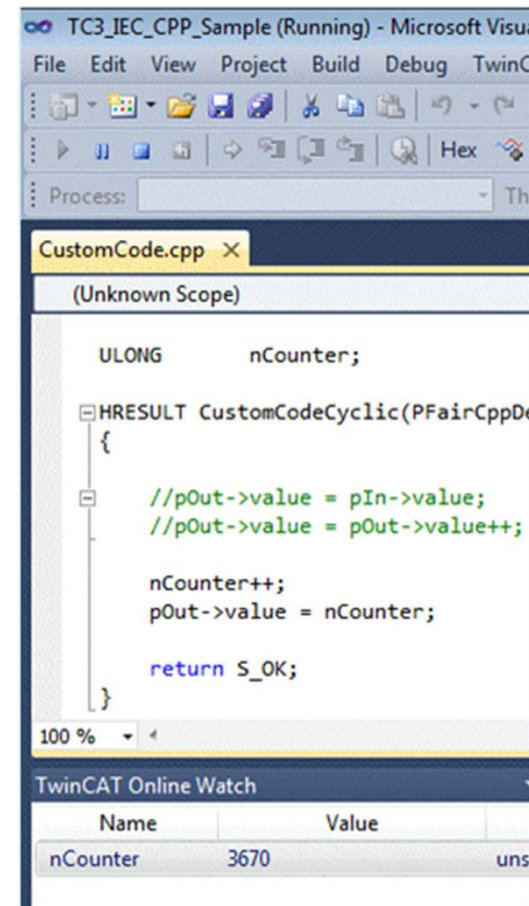
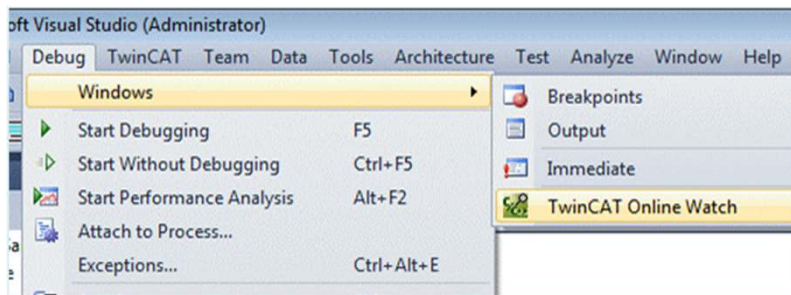
VS2010 Beckhoff debugger:

- connection to C++ target (selection of target system)



Depurador BECKHOFF VS2010:

- monitorea/modifica variables sin Breakpoint
(análogas a PLC sin Breakpoint)



Integración Matlab®/Simulink®

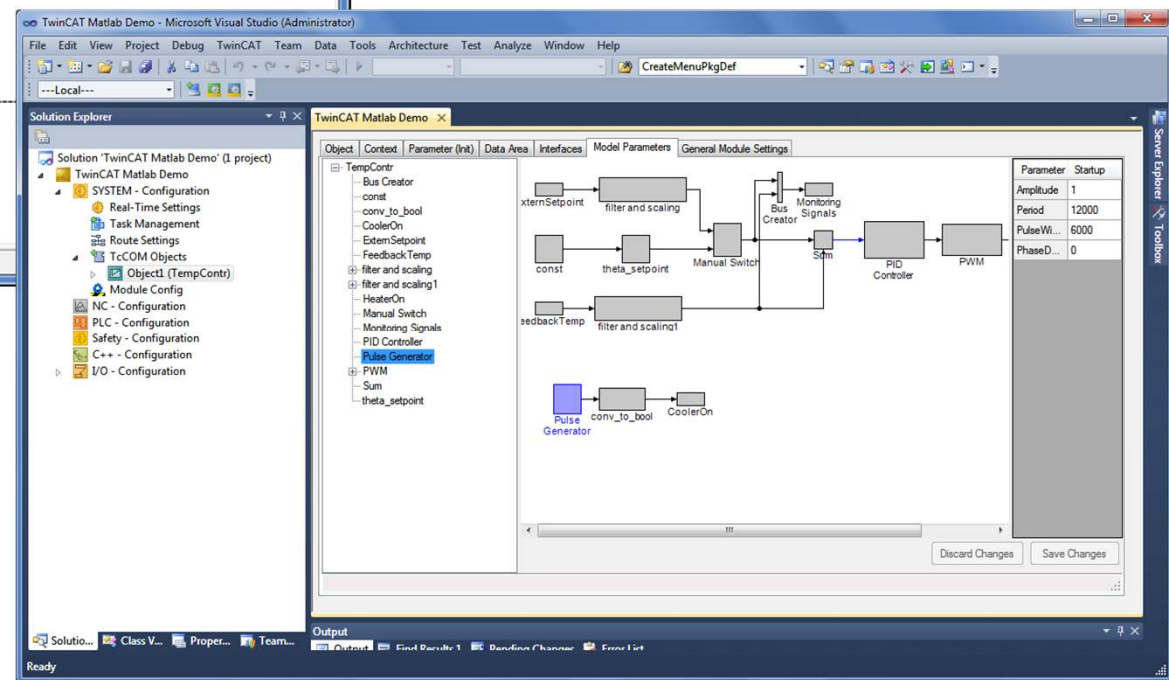
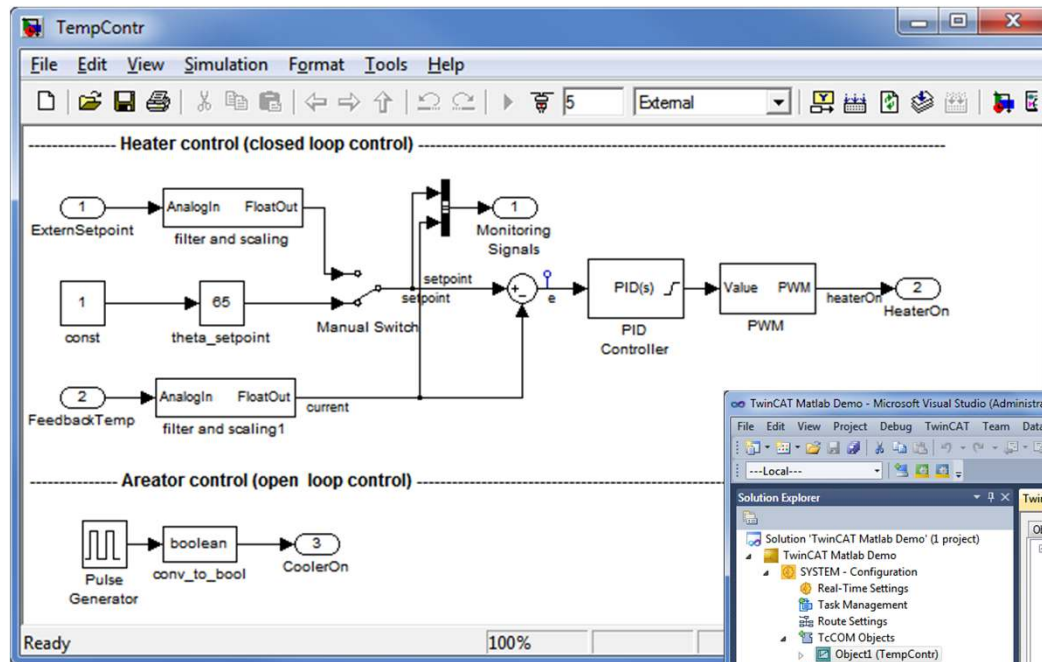
- Bien conocido en entornos científicos y de medida
- Gran variedad de toolboxes (ej. Fuzzy)
- creación, simulación y optimización de circuitos de control
- Interfase de depuración entre Simulink® y TwinCAT

Generación de código

- Diseño en Simulink®
- Generación automática de código C con el Simulink® Real-time Workshop
- Compilación con el Visual Studio® C Compiler
- Parametrización dentro del TwinCAT System Manager
- Descarga y ejecuta en la Runtime TwinCAT 3

eXtended Automation Engineering

Integración de Matlab®/Simulink®



Lenguajes de programación .NET (e.g. C#)

- Lenguajes de programación bien conocidos
- C# estándar (ISO/IEC 23270)
- Crea un código intermedio (Common Intermediate Language – CIL)

beneficios:

- Ingeniería más eficiente con más alto valor de nivel de abstracción
- Ampliamente aceptado
- “Garbage collection” se ocupa de la gestión de memoria.
- No podría ser usado como parte de una solución integrada

restricciones:

- Garbage collector no está disponible para aplicaciones en tiempo real.

eXtended Automation Engineering

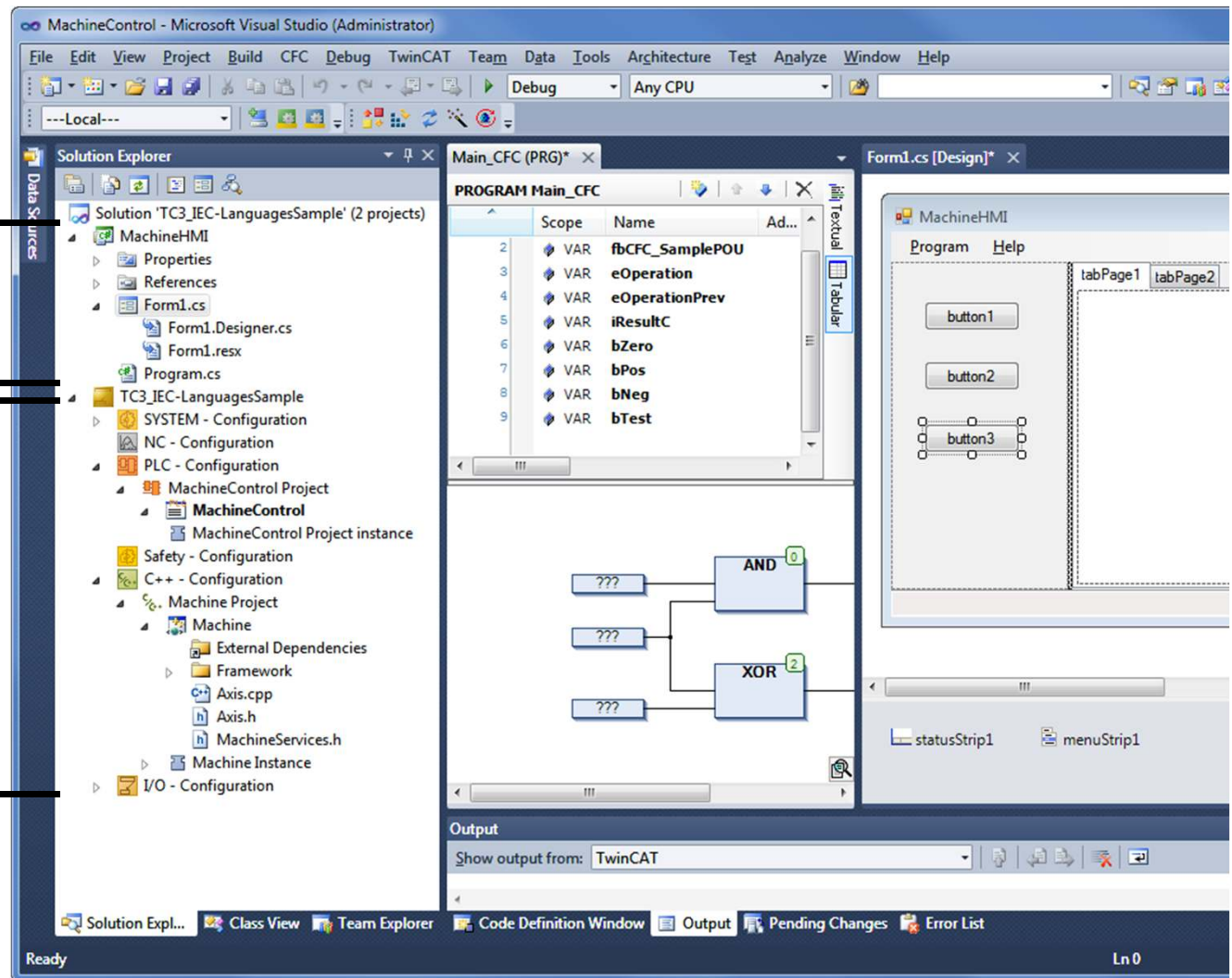
Programación C#/.NET

HMI/
Windows processes

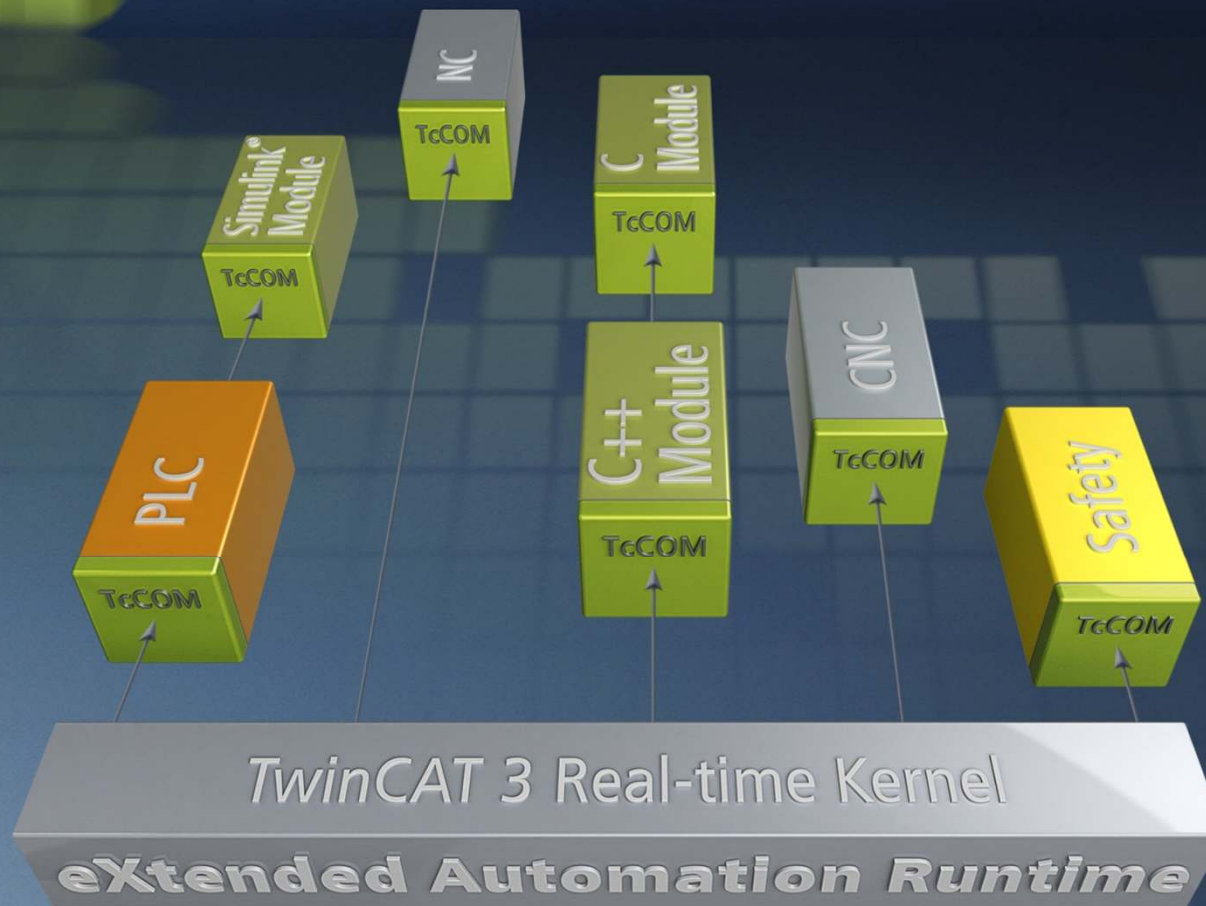
PLMódulo C

C++ module

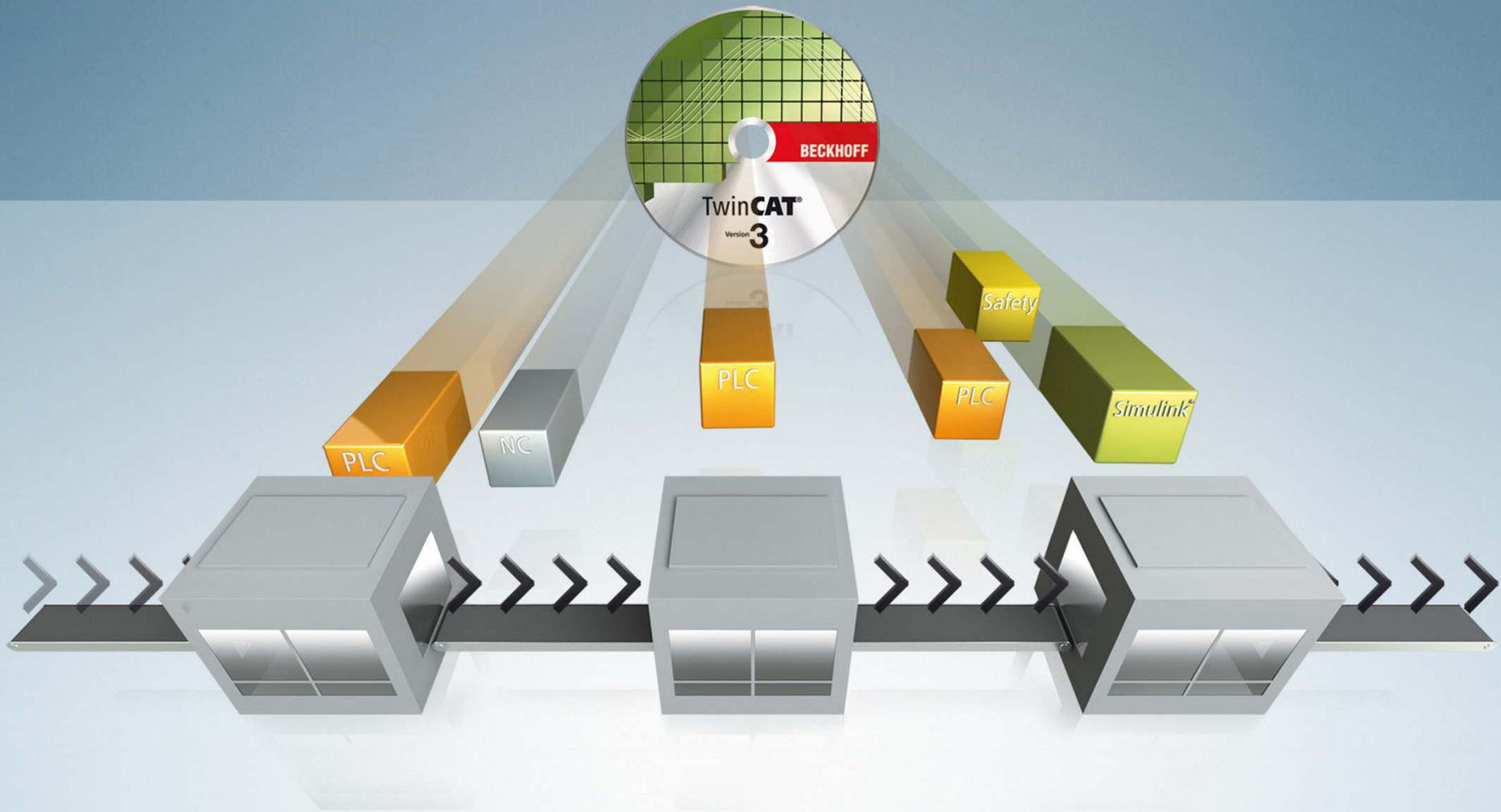
Real-time Code



eXtended Automation Runtime (XAR)

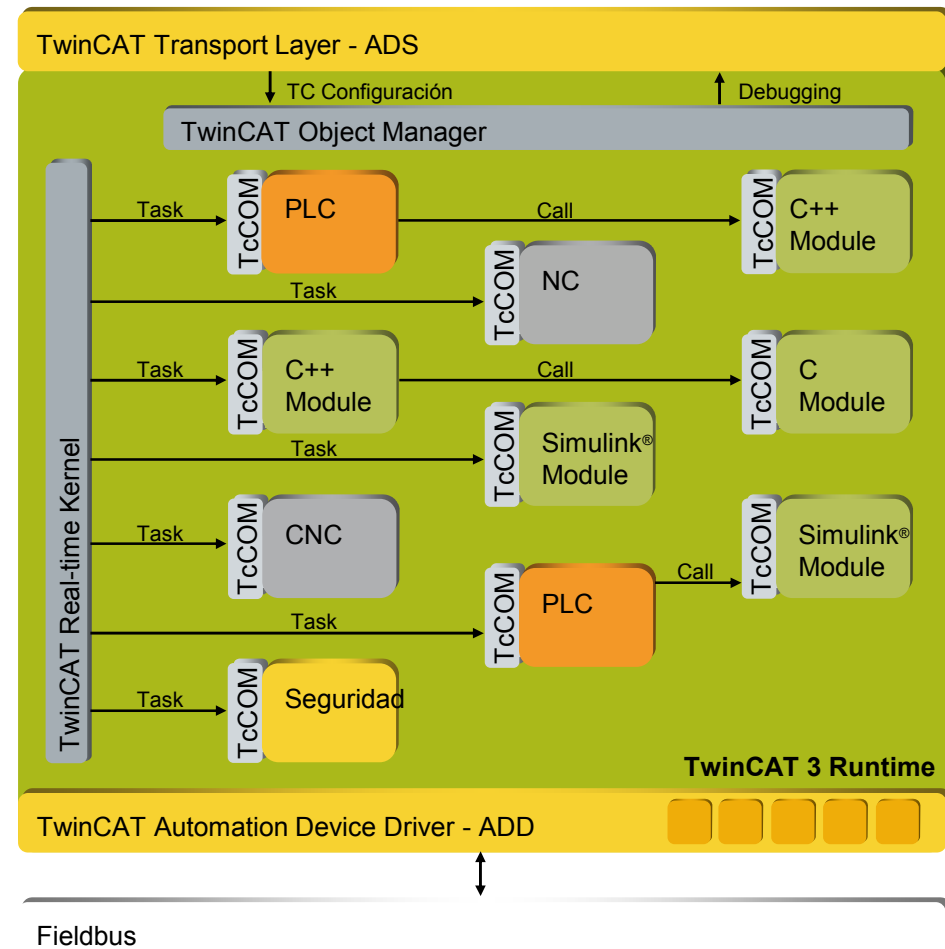


eXtended Automation Runtime (XAR)



Runtime modular

- Entorno **dinámico** para la ejecución y administración de los módulos TwinCAT 3
- administración de los módulos runtime (con el TwinCAT Object Manager)
- Interfaces definidos (ej. TwinCAT Component Object Model –TcCOM) y modelo v

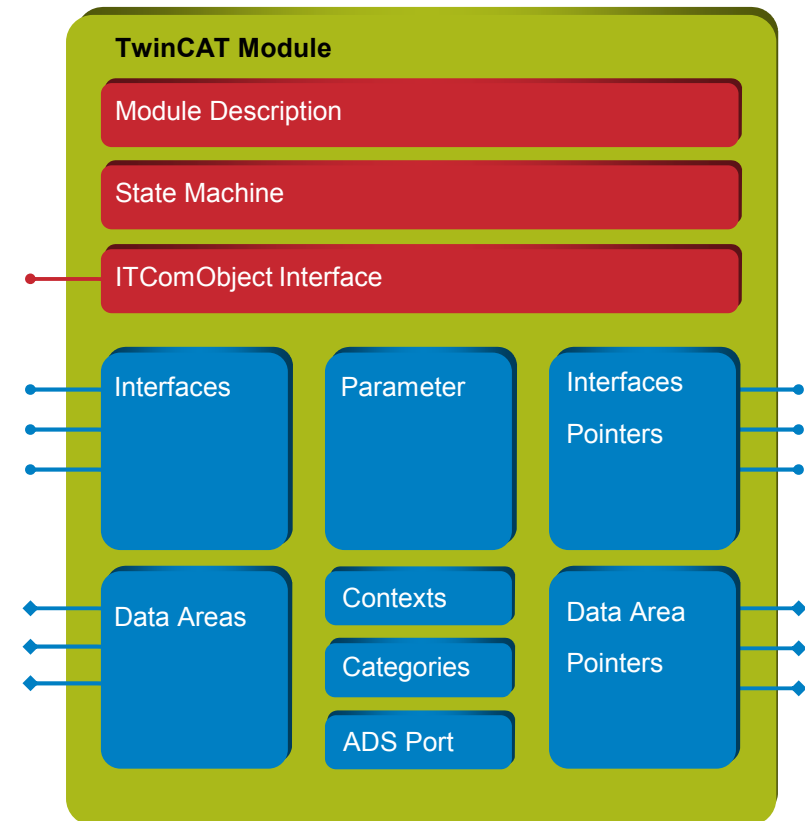


Interfase Runtime modular

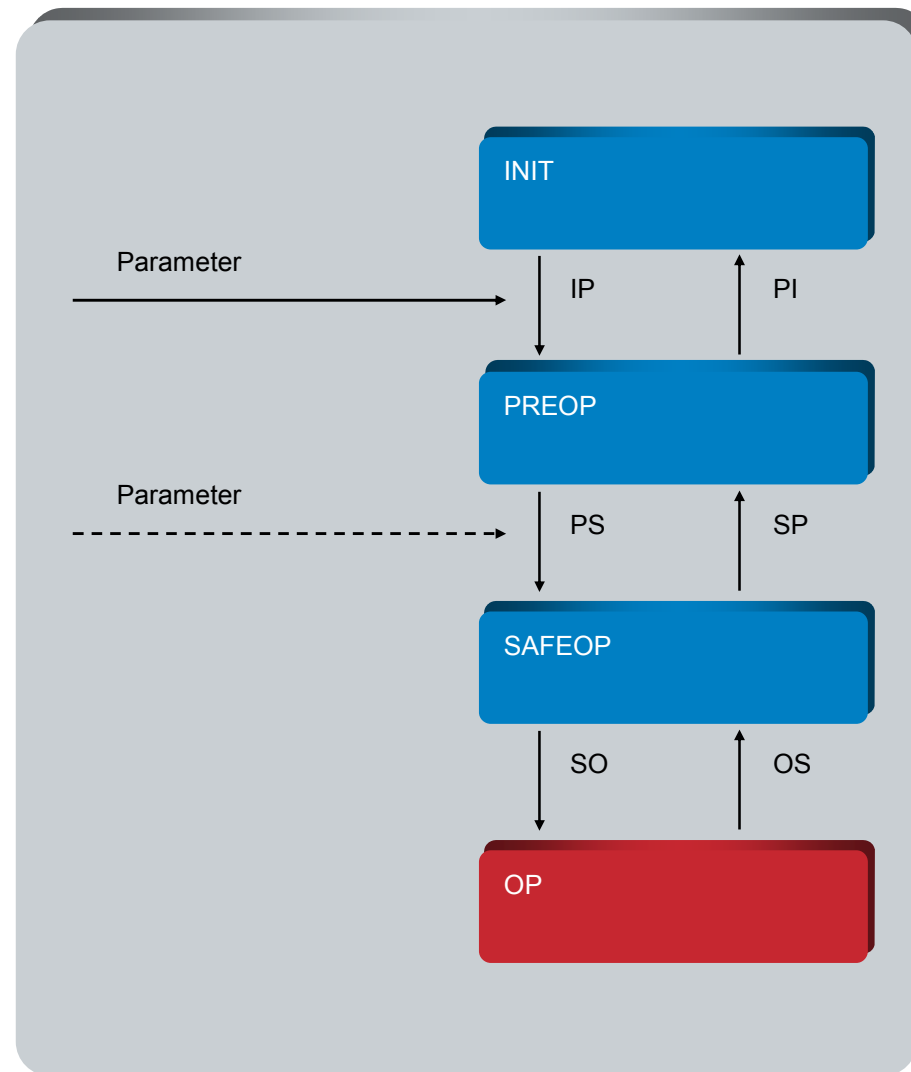
- Separación de las funcionalidades encapsuladas en módulos
- Extensión del sistema base con drivers propios (Automation Device Drivers – ADD) e.g. bus de campo
- escalabilidad: los módulos pueden contener funciones simples, algoritmos complejos así como tareas a tiempo real o proyectos completos
- Reusabilidad de módulos
- Cooperación de módulos escritos en
 - IEC 61131-3
 - C/C++
 - Módulos generados en Matlab®

Interfase Runtime Modular para módulos

- estandarizado
- De fácil uso
- Incluye estado máquina



TwinCAT Module State Machine

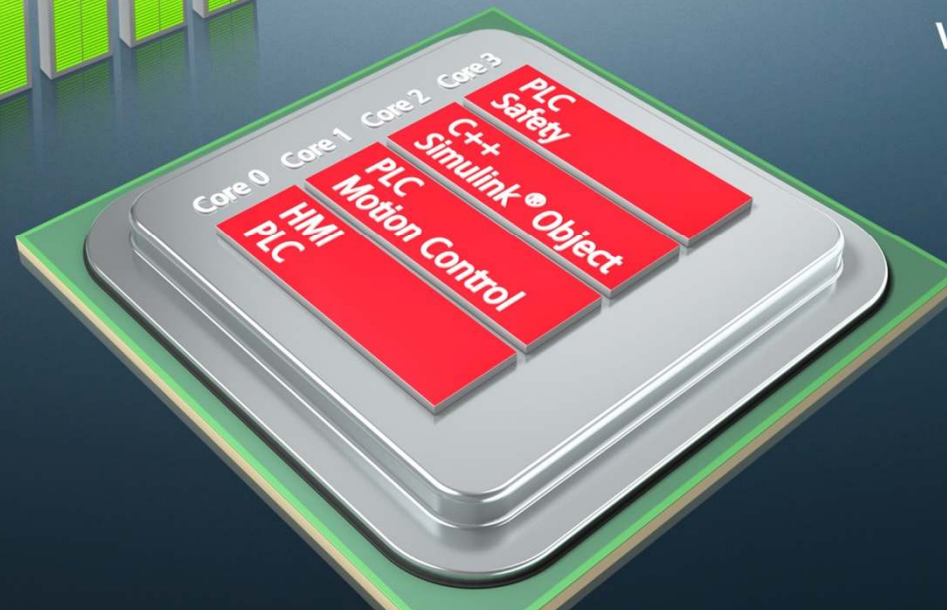


eXtended Automation Runtime

Soporte Multiprocesador

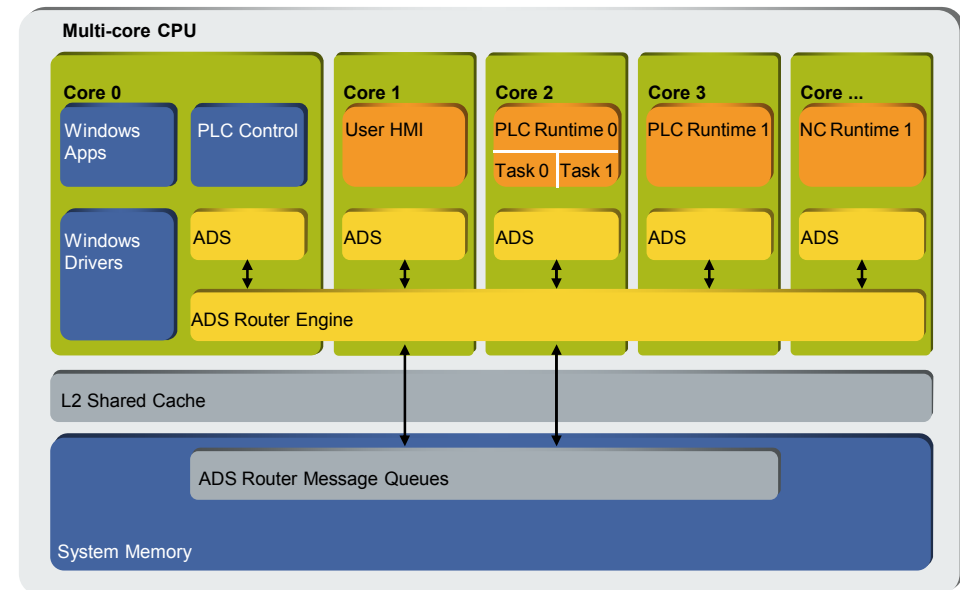


TwinCAT[®]
Version 3



Soporte de multiprocesadores multi-núcleos

- Distribución de proyectos en núcleos (ej. PLC, NC, Control Motion y HMI corren en distintos núcleos)
- Tiempo de base escalable para cada núcleo
- Uso de CPU escalado para cada núcleo



Soporte de procesadores multi-núcleo

Activa núcleos para el uso de tiempo real

Define el límite de uso de CPU

Define la base de tiempos para un núcleo

Router Memory (kByte): 2048

Available CPUs: 2

Read from Target

CPU	RT-CPU	Base Time	Fast Clock	CPU Limit	Latency Warning
0	☒	50 µs	(none)	80 %	(none)
1	☒	1 ms	(none)	80 %	(none)

Type	Object	RT-CPU	Base Time	Cycle Time	Cycle Ticks	Priority
TASK	NC-Task 1 SAF	Default (0)	50 µs	2 ms	40	4
TASK	PlcTask	CPU 1	1 ms	1 ms	1	1

Asignación de una tarea a la CPU

Banco de pruebas de TwinCAT 3 con multiprocesadores

Testcase hardware:

- Intel® Core i7 950
- 4 physical core CPU at 3.07 GHz
- Nvidia 9800 graphic adapter

Testcase software:

- 4 PLC sistemas Runtime
- Cada Runtime PLC mapea a un núcleo CPU
- Las Runtimes PLC ejecutan un software de banco de pruebas indético

Execution time for 1000 PLC commands (µs)

	Core0	Core1	Core2	Core3
bool	0.887	0.894	0.898	0.895
byte	0.672	0.682	0.681	0.688
word	0.613	0.614	0.626	0.617
dword	0.575	0.583	0.583	0.583
sint	3.463	3.472	3.473	3.474
int	3.473	3.484	3.482	3.482
dint	3.487	3.497	3.491	3.496
real	1.813	1.822	1.818	1.820
lreal	4.761	4.769	4.770	4.769

Resultado:

- La tecnología Multiprocesador de TwinCAT aumenta la potencia de los PLCs, con una relación lineal al número de núcleos que dispongamos
- El Control Basado en PC permite un desarrollo continuo en aplicaciones de automatización

1. Introducción
2. eXtended Automation (XA)
- 3. Conectividad**
4. Migración
5. Suplementos



Conectividad

Solutions for different areas



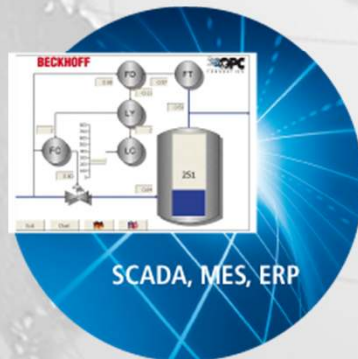
TwinCAT Engineering



Scientific Automation



Remote Access



SCADA, MES, ERP

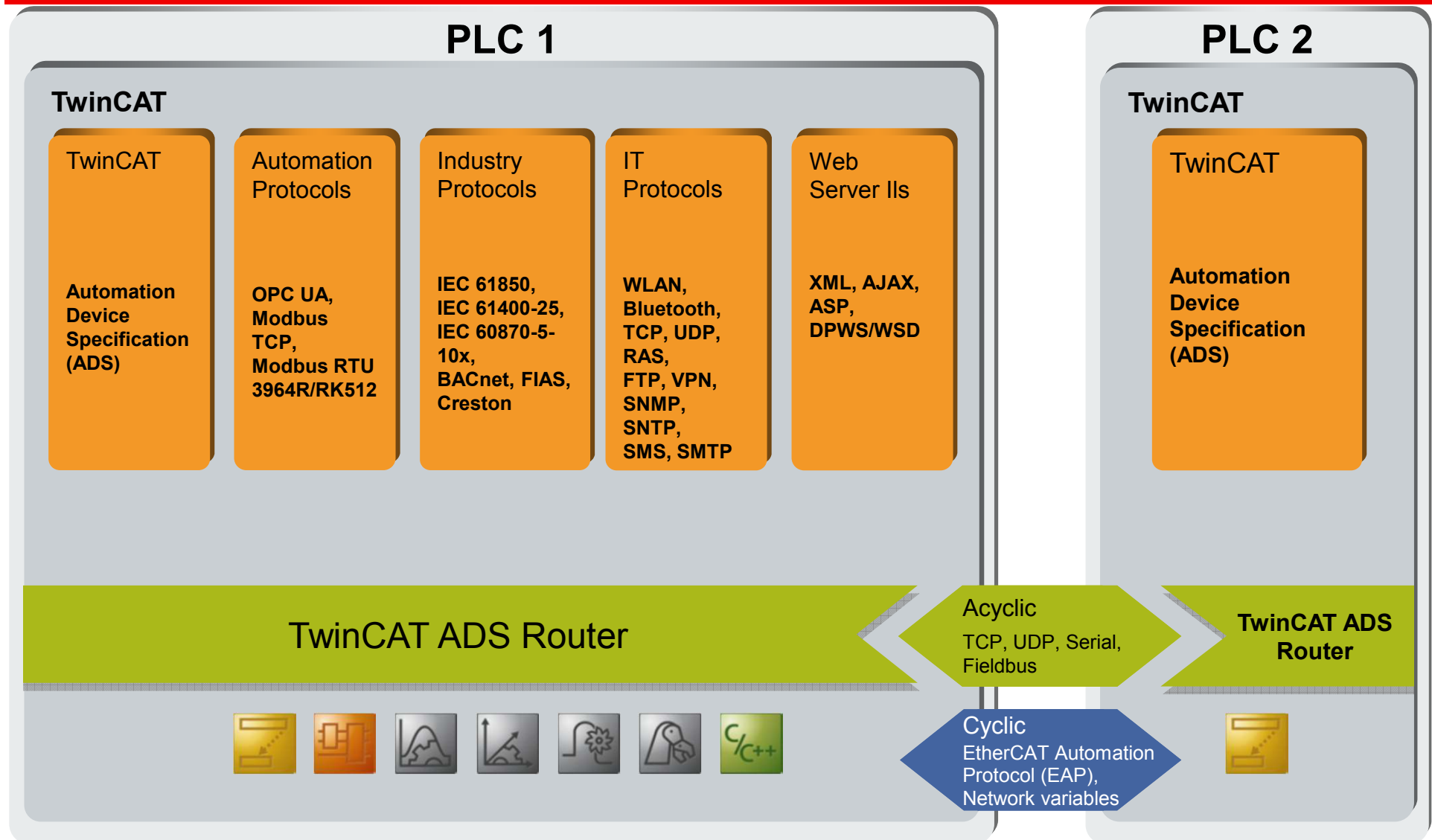


FTP-Server
Database
Webpace



Industry

Distintas soluciones, todas ellas basadas en ADS



1. Introducción
2. eXtended Automation (XA)
3. Conectividad
- 4. Migración**
5. Suplementos
- 6.



Abriendo un proyecto TwinCAT 2 vamos disponer de dos opciones:

1. Abrir el fichero en el PLC Control TwinCAT 2.11
 - Permitiendo el monitoreo, diagnosis y mantenimiento de proyectos existentes (maquinas).
2. Convertir el proyecto en formato TwinCAT 3
 - Esta opción no es reversible.
 - Proyectos TwinCAT 3 no pueden almacenarse en el formato de TwinCAT 2.
 - PLC runtime TwinCAT 2.11 y runtime TwinCAT 3 runtime corren en el mismo entorno y comparten datos

Converting existing TwinCAT 2 projects into the TwinCAT 3 format:

- extending the projects with new Funciones
- increased reusability of existing code parts in new projects
- use of the same tool for all projects/applications

Contenidos

1. Introducción
2. eXtended Automation (XA)
3. Conectividad
4. Migración
- 5. Suplementos**
- 6.



TwinCAT Suplementos offer a broad range of different add-ons that can also be used for TwinCAT 3!

Communication

- OPC UA, Modbus, Telecontrol, Serial

Controller implementations

- Controller Toolbox, Temperature Control

Engineering tools

- ECAD Import, Source Code Management

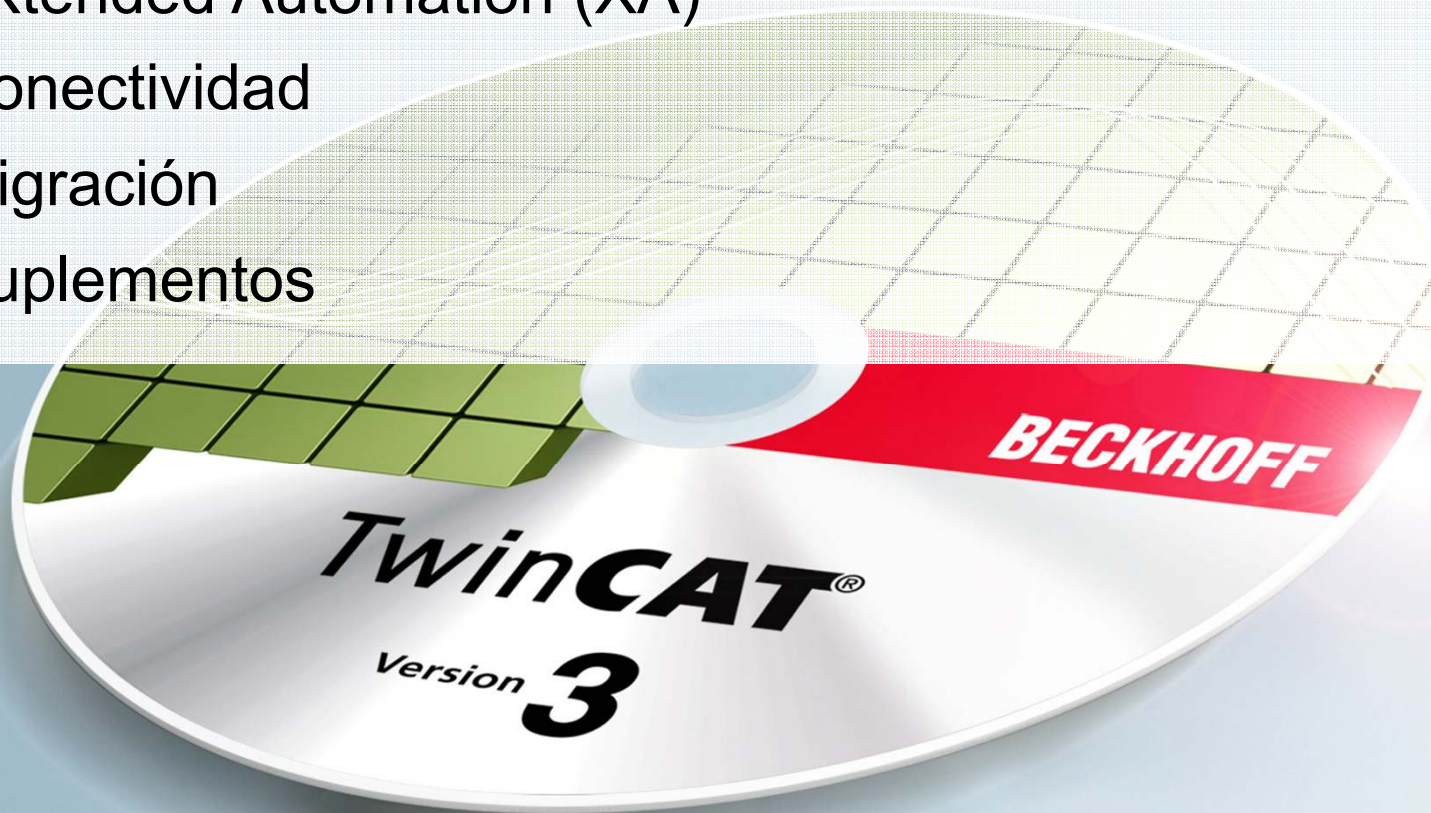
Diagnosis/Measurement technology

- Scope 2

TwinCAT 3 Highlights

- only one software for Programación and Configuración
- Visual Studio® integration
- more freedom in the choice of Programación language
- support for the object-oriented extension of IEC 61131-3
- use of C/C++ as the Programación language
- link to Matlab®/Simulink®
- open interfaces for expandability and adaptation to existing tool landscape
- faster and more flexible runtime environment
- active support of multi-core and 64-bit systems
- conversion of TwinCAT 2 projects

1. Introducción
2. eXtended Automation (XA)
3. Conectividad
4. Migración
5. Suplementos



TwinCAT 3

For further information see
Product DVD

or:

www.beckhoff.com/TwinCAT3

