

RTX 2011  
Sviluppo semplice e rapido d'applicazioni  
hard realtime con Windows™

Gianluigi Magnasco  
easiTEC S.r.l.

**Focus Embedded 2011**  
**Milano, 15.11.2011**

**IntervalZero**

# Definizione di Sistema Tempo Reale:

- Definizione di Sistema Tempo Reale:

I sistemi tempo reale sono quei sistemi di calcolo in cui la correttezza del funzionamento non dipende soltanto dalla validità dei risultati ottenuti ma anche dal tempo in cui i risultati sono prodotti.

- Due tipi di comportamenti:

- Soft real-time

- “Anche se me ne perdo una ogni tanto non è grave, riproverò.”

- Hard real-time

- “Non me ne devo perdere una, non avrò una seconda possibilità.”

# Vantaggi di Windows

- **Caratteristiche di Windows**
  - Sistema Operativo a 32/64 bit con supporto multiprocessore
  - Affidabile e robusto
  - Scheduler multitask e multithread
  - Ricca interfaccia operatore e connettività di rete
  - Buone caratteristiche di sicurezza di sistema e file system
- **Windows in Industria**
  - Tutte le versioni di Windows sono largamente usate in industria
  - Numerosissime applicazioni esistenti
  - Esistono TANTI sviluppatori esperti in Win32
  - Esistono TANTI sviluppatori esperti in MFC/VB

# GPOS e RTOS

- Requisiti di un Real-Time Operating System (RTOS):
  - Accesso diretto ad hardware e memoria.
  - Schedulazione a completamento dei thread.
  - Meccanismo di eredità delle priorità.
  - Limitate latenze nel servizio degli interrupt.
  - In generale alta disponibilità.
- Windows è un General-Purpose O. S. (GPOS):
  - I requisiti di un GPOS sono diversi da quelli di un RTOS
  - Il mercato degli RTOS è una nicchia; il mercato dei GPOS ed un mercato vastissimo.

# Cosa manca a Windows per essere un RTOS?

- Le applicazioni Windows sono un user mode:
  - Non possono accedere direttamente all'hardware.
  - La loro memoria può essere paginata sul disco.
- Prestazioni di Windows
  - Le latenze medie di risposta ad un interrupt possono essere molto buone:  $< 25 \mu\text{Sec}$
  - Ma il caso peggiore può essere molto cattivo:  $> 5 \text{ mSec}$
- Windows non recupera dopo un crash del sistema
- Sviluppare driver Windows è difficile:
  - Lo sviluppo può essere un processo lungo e complesso
  - L'accesso all'hardware di un driver non è deterministico.
- Lo scheduler dei thread di Windows implementa il time-slicing
  - Che va bene per multi-tasking ad alte prestazioni
  - Ma non va bene per applicazioni real time

# Quindi: RTX

- In molti casi c'è quindi bisogno di Windows Real Time!
  - Anche per non usare hardware dedicato, basta un PC
  - La convenienza di Windows più il vantaggio del tempo reale.
- Queste esigenze riguardano molti mercati:
  - Automazione Industriale
  - Aerospaziale e Difesa
  - Medica
  - Telecomunicazioni
- Per realizzare diversi tipi di applicazioni tempo reale:
  - Controllo e monitoraggio
  - Simulazione
  - Test e misura
  - Acquisizione

# IntervalZero RTX 2011

- RTX è oggi lo standard per le applicazioni real-time con Windows.
  - Più di 600 clienti attivi al mondo, più di 1.000.000 di runtime installati.
  - Più di 12.000 i runtime installati in Italia.
  - Stretto partenariato con Microsoft come Gold Partner
- RTX significa **R**ea**T**ime e**X**tensions per Windows.
- E' destinato a chi vuole realizzare applicazioni di controllo o acquisizione in tempo reale usando piattaforme PC x86 con Windows e programmando con Visual Studio.
- RTX 2011 supporta: Windows 7, Windows Vista, Windows XP, Windows Embedded Standard 2009, e Windows Embedded Standard 7
- Il personale easiTEC vende e supporta RTX in Italia dal 1996.

# IntervalZero RTX nel mondo

- Le Estensioni Real Time (RTX) di IntervalZero sono oggi nel mondo la tecnologia di riferimento per le soluzioni di controllo basate su PC.
- Nel 2010, nove fra le dieci maggiori aziende mondiali nel settore Difesa & Aerospaziale, sette dei 10 principali costruttori di Macchine Medicali e cinque dei top 15 costruttori di automobili sono clienti IntervalZero.



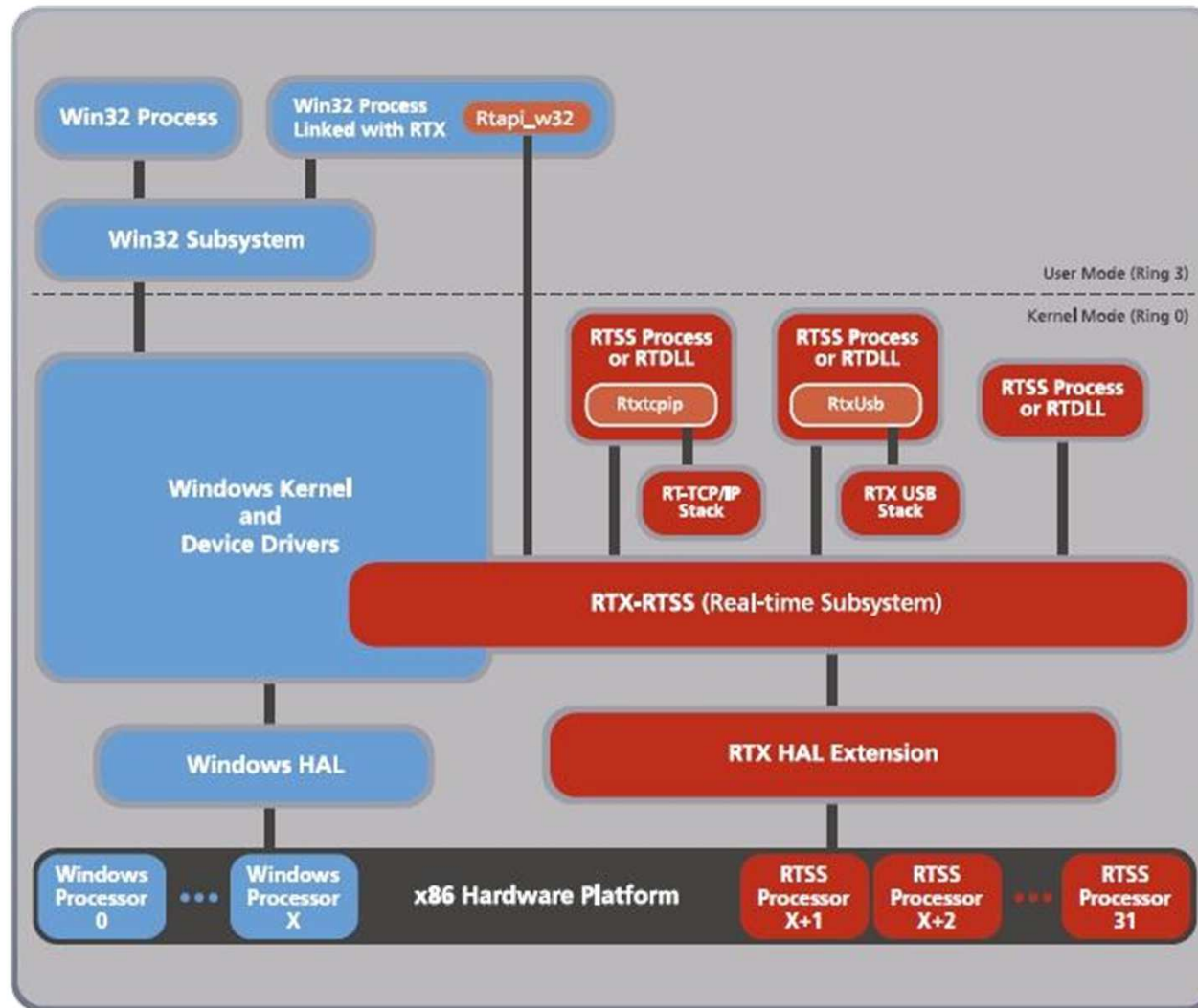
# Caratteristiche di RTX 2011

- E' un programma Windows (da Win XP a Win 7):
  - RTX implementato come driver Windows
  - Estensione dell'HAL di Windows senza sostituirlo o modificarlo
  - Strumenti di IPC tra processi Windows ed RTX
  - Esecuzione comunque concorrente a Windows
  - Gestione di Blue Screen e Shutdown
- Fornisce a Windows caratteristiche tempo reale:
  - Gestione di Clock e Timer real time
  - Accesso diretto allo spazio di I/O, memoria fisica e bus
  - Gestisce direttamente gli interrupt
  - Scheduler con tutte le priorità prima di quello Windows
  - 128 livelli di priorità, quanto di tempo definibile o no per ogni thread
  - Permette, se necessario, di eseguire processi su più processori in parallelo, sino a 31 su 32.

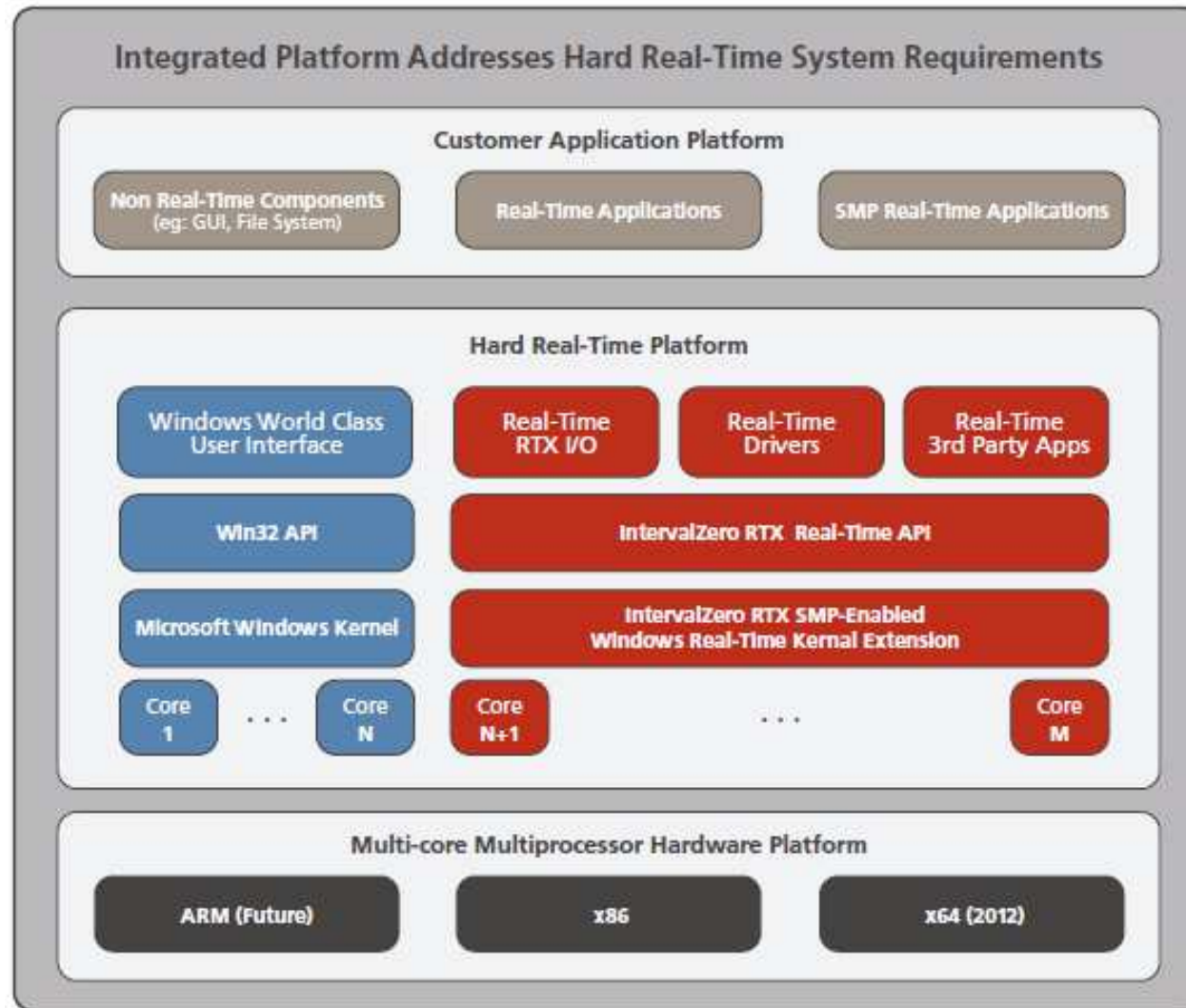
# Caratteristiche di RTX 2011

- Sfrutta l'hardware e gli strumenti di sviluppo standard:
  - Supporto dei sistemi multiprocessore (processori condivisi o dedicati)
  - Sviluppo e Debug con Microsoft Visual Studio .NET sino al 2010
  - Misura delle prestazioni del sistema e tracciamento degli eventi
  - Possibilità di usare altri strumenti di sviluppo, come WinDbg
- Supportare API comuni con Windows
  - Win32 API
    - Stessi nomi, parametri e comportamento
  - RtWinAPI
    - Insieme di circa 200 potenti funzioni Win32
    - Tutte iniziano con "Rt" ed hanno gli stessi parametri delle Win32 standard, di immediato utilizzo per i programmatori Windows.

# Architettura del sistema con RTX 2011



# Piattaforma RTX 2011



# Caratteristiche del RTX-HAL

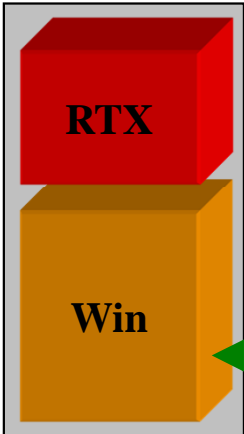
- Nuove funzionalità per fornire i servizi necessari al RTSS (Real Time Sub System)
- Nessuna Modifica alle funzioni esistenti, estensione eseguita in memoria.
- Isolamento degli interrupt fra RTSS e Windows
  - Windows non può mascherare gli interrupt gestiti dal RTSS
  - Gli interrupt di Windows sono mascherati durante l'esecuzione del RTSS
- Servizi di Clock e Timer veloci
- Intercetta e permette all'RTSS di gestire i "Blue Screen" e le situazioni di reboot del sistema
- Il comportamento del sistema non cambia quando RTSS non è utilizzato.

# Caratteristiche del RTSS

- Non è un altro sistema operativo in esecuzione sul PC!
- E' visto come un device driver del kernel di Windows
- Usa Windows per:
  - caricare i processi
  - creare i thread
  - allocare la memoria
- Ha un proprio schedulatore
  - 128 priorità fisse a completamento
  - Time slicing (Non per default)
  - Inversione delle priorità
  - Precedenza dei thread RTSS sui thread Win 32

# RTX supporta nativamente architetture Multicore

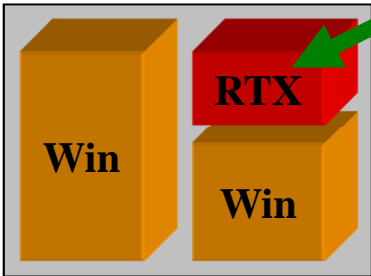
Architettura Unicore



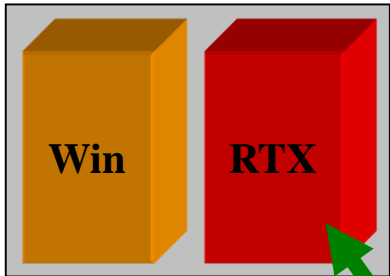
Architettura Quad Core



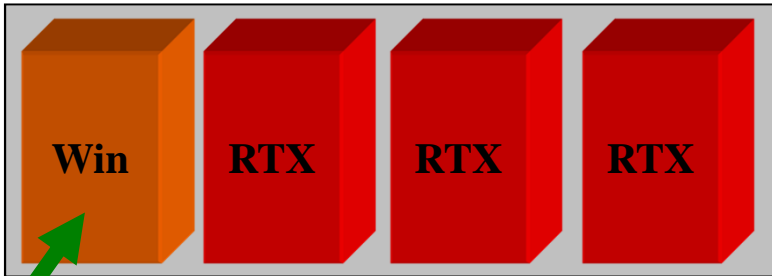
Architettura Dual Core



o



OR



**RTX e Windows condividono un Core, RTX ha priorità**

**RTX gestisce uno o più core in esclusiva**

# RT-TCP/IP

- RTX include uno stack TCP/IP per fornire apertura di rete alle applicazioni RTSS.
- Per massimizzare la portabilità tra RTX e Windows, le API TCP/IP disponibili in RTX sono un sottoinsieme delle Windows Sockets 2.0 (Winsock) per Windows.
- Stack ottimizzato per il tempo reale, nessuna frammentazione IP
- Lo Stack RtxTcplp e un processo RTX che gira nel RTSS e pilota direttamente una o più schede di rete.
- La scheda di rete non è naturalmente più disponibile per Windows ma è dedicata ad RTX.
- Per l'elenco delle schede supportate: [IZSupportedNIC.pdf](#)
- Se necessario, RTX SDK include dettagliati esempi per sviluppare driver per nuove schede di rete.

# Win32 e RTAPI

- Nello scrivere un programma RTX posso usare:
  - Linguaggio C\C++ con le C runtime libraries del Microsoft C
  - Un sottoinsieme delle API Win32 di Windows
    - Nessuna chiamata GUI, ma gestione dei Thread si.
  - Una speciale raccolta di funzioni tempo reale chiamate RTAPI (Real-Time API)
    - Ciò che in Windows non si può fare.
    - Caratterizzate dal prefisso “Rt”
    - Formato di chiamata (parametri, valori di ritorno, ...) delle RTAPI è lo stesso delle Win32.
- La tipica applicazione RTX è composta da due processi:
  - Un processo RTX che gira nel RTSS e si occupa della parte tempo reale
  - Un processo Windows che si occupa di tutto il resto

# Le RTX API

- Le RTX application programming interface (API) sono basate sulle API Win32.
- Per facilitare gli sviluppatori Win32 nello sviluppo di applicazioni tempo reale.
- Stesso ambiente di sviluppo e debug
- Sia i processi Windows che quelli RTSS supportano tutte le RTX API
- Permettendo di condividere e spostare codice tra i due ambienti.
- Attraverso due diverse librerie e con differenti prestazioni di esecuzione

# Funzionalità fornite dalle RTAPI

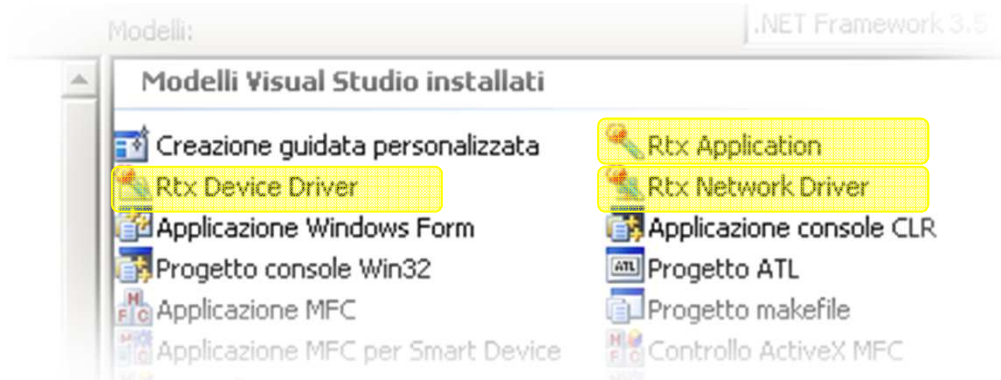
- Gestione Processi e Thread tempo reale
- Gestione affinità processore e memoria per i processi
- Gestione Clock e Timer tempo reale
- Gestione oggetti di Inter Process Communication
  - Memorie Condivise, Semafori, Mutex, Eventi.
- Gestione diretta dell'hardware
  - Interrupts, Porte di I/O, Memoria Fisica, BUS PCI
- Gestione files
- Comunicazione di rete TCP-UDP/IP
- RTKAPI – per fare drivers Windows “RTX aware”
- RTX Properties Library.

# Eseguibili RTX

- In RTX vi sono tre differenti tipi di immagini eseguibili:
  - Processi RTSS (.rtss)
    - I normali eseguibili
  - RTSS DLL (.rtss)
    - A caricamento manuale che necessitano di linkare una .lib
  - RTDLL (.rtdll)
    - Stesso comportamento delle DLL di Windows, con registrazione.
- Tutte gestibili tramite i Tool elencati prima.
  - RTSSRun, RTSSKill, RTX Task Manager

# Programmare con Visual Studio

- Se si installa RTX dopo Visual Studio, il processo di installazione si occupa dell'integrazione coll'ambiente di sviluppo (Wizards, Debug)
- Appare una RTXToolBar:
- Inoltre risultano disponibili tre differenti Wizard per realizzare diversi tipi di eseguibili RTX:



# Architettura tradizionale

## Hardware eterogeneo

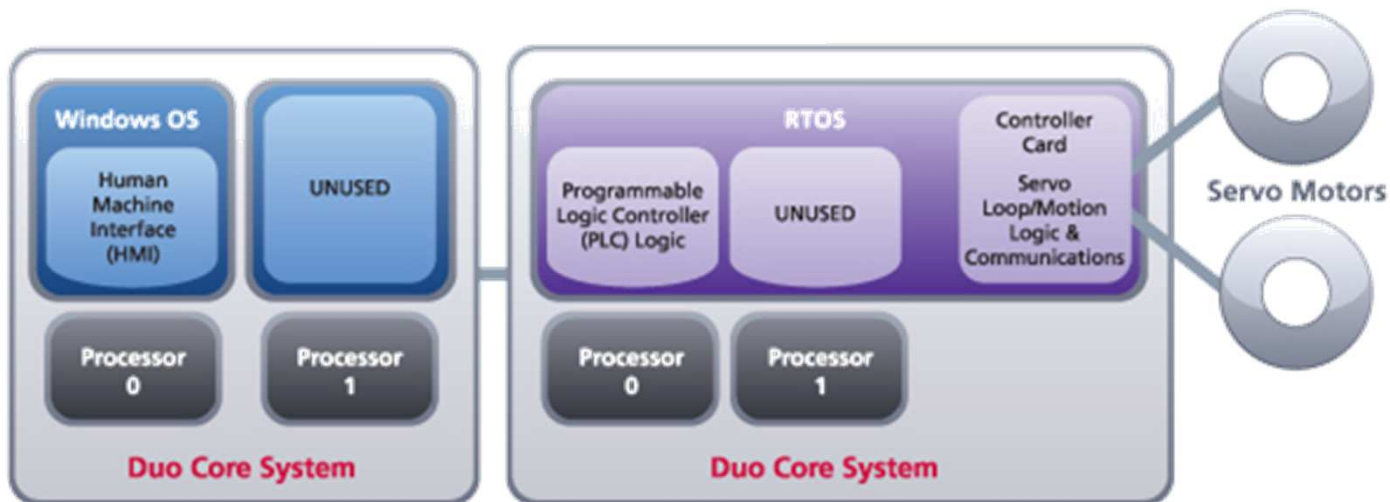


## PC-Based



# Architettura tradizionale

## Architettura Tradizionale di Sistema



# Architettura Hard Real Time prime dell'Innovazione

## **Assunto di base delle architetture esistenti:**

I sistemi di controllo e comunicazione proprietari costano, ma sono gli unici a fornire le prestazioni necessarie.

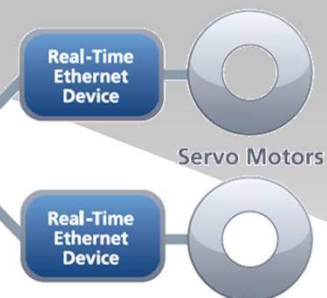
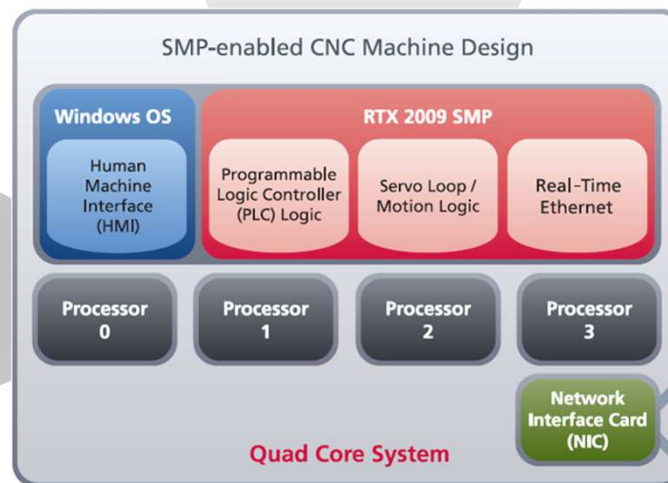


# Architettura Soft-Control con RTX 2011

**Architettura Soft-Control**  
**Convergenza delle**  
**Applicazioni**



**Architettura Soft-Control**  
**Sfrutta al meglio il**  
**Multicore**



**Ambienti Integrati di**  
**Sviluppo e**  
**Distribuzione**



**Il Risparmio del Soft-Control**  
**è troppo evidente**  
**per ignorarlo**



# Definizione di una Architettura Soft-Control

## La logica di controllo Hard Real-time eseguita su COTS, Hardware Condiviso invece che Componenti Hardware Dedicati



Sostituisce componenti hardware e software basati su DSP & FPGA



Fornisce la **precisione real-time** a livello software



Fornisce nativamente **SMP su architetture multiprocessore**



Trae vantaggio da tecnologie ed architetture di **comunicazione standard**

## Stretta integrazione con Microsoft Windows & Intel



Un solo comune IDE (Integrated Development Environment)



Interfacce Utente ai massimi livelli di qualità



Sfrutta al meglio le architetture multicore su x86

# Benefici per un OEM che usa RTX 1

- Distinta base ottimizzata
  - I nostri clienti tipicamente risparmiano dal 25% al 50% dei costi per hardware e software.
  - Elimina uno dei due calcolatori e SO della precedente architettura.
  - Elimina hardware proprietario e schede di comunicazione.
  - Migliora l'utilizzo delle risorse, non lascia CPU inutilizzate.

## Benefici per un OEM che usa RTX 2

- Migliore operatività
  - Riduce i costi di progettazione e di produzione.
  - Maggiore produttività dello sviluppo SW, un solo ambiente.
  - Riduce i costi di inventario per i ricambi.
  - Riduce i costi di manutenzione, gestione remota dell'intero sistema.
  - Minore time-to-market.

*“La soluzione più moderna con l'hardware più semplice”*

# Controlli Numerici basati su PC



# Linee di Automazione Postale



# Macchine per il taglio del vetro piano



# Analizzatori per reti di telecomunicazione



# Linee di smistamento e Logistica



# Sistemi di test e collaudo in avionica



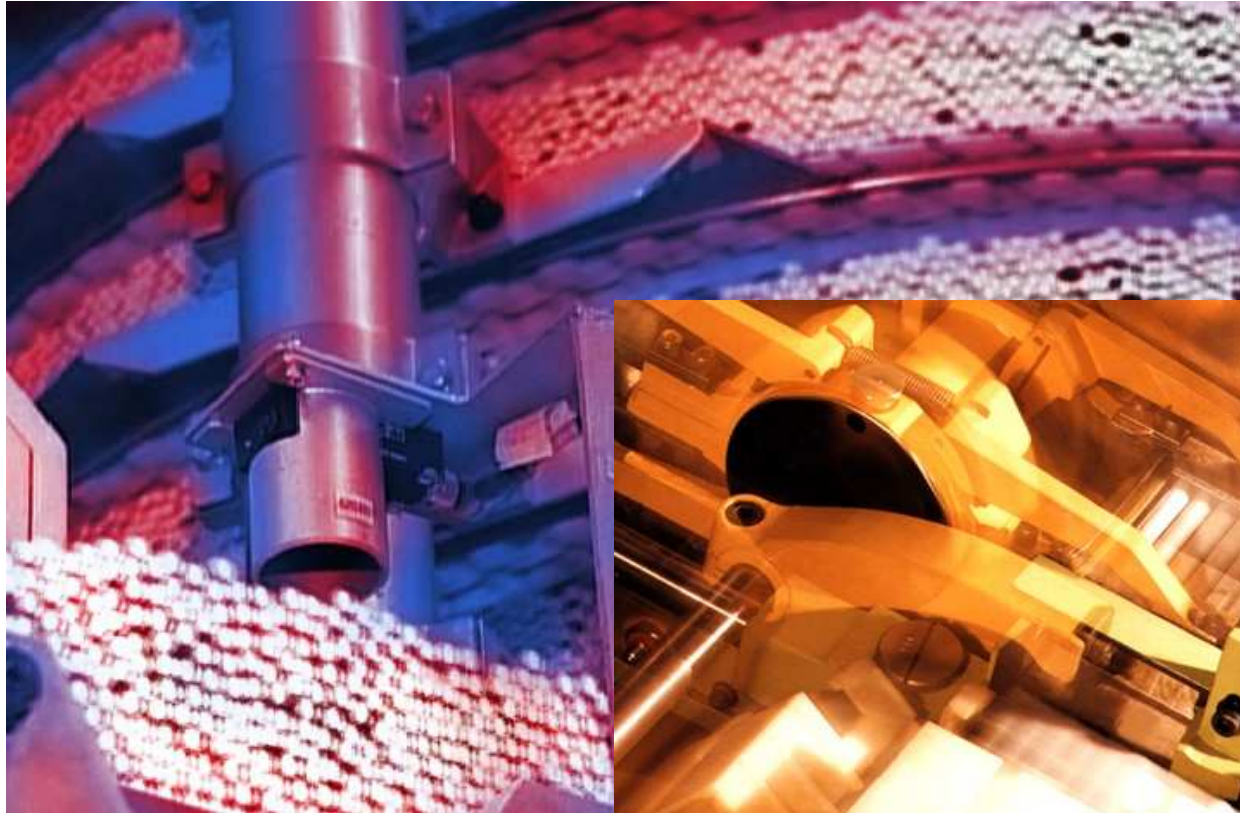
# Macchine Farmaceutiche



# Macchine per produrre bottiglie di plastica



# Track & Trace per Linee di Produzione Sigarette



# Macchine per la produzione di forme e taglio pelle



IntervalZero in Italia

easITEC

**Via M. della Benedicta, 102  
15069 Serravalle Scrivia (AL)  
Tel +39.0143.686023  
Fax +39.0143.634777**

**[www.intervalzero.com](http://www.intervalzero.com)  
[www.easitec.it](http://www.easitec.it)**