

PC-based control e EtherCAT per una mecatronica avanzata

Romualdi Fabio

XTS – XPLANAR Product Specialist

BECKHOFF

Meccatronica Avanzata

Sistema a carrelli indipendenti

- Più carrelli passivi (movers) si muovono lungo il percorso determinato dai moduli motore
- I carrelli sono tra loro indipendenti e in qualsiasi punto del percorso possono realizzare
 - Posizionamenti
 - Gearing
 - Camme
 - Controllo in forza
- Sistema modulare: più moduli motore possono essere assemblati a piacere per ottenere il percorso desiderato
(> 100m, 200 movers)

Endless travel

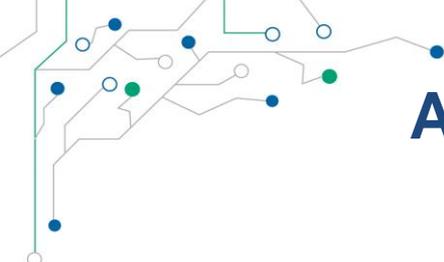


Meccatronica Avanzata

Sistema Planare

- Mover Passivo (magneti permanenti) levita su una Tiles che genera il campo magnetico necessario a sollevamento e al movimento
- I Movers sono tra loro indipendenti
- Sei gradi di libertà
 - Posizionamenti in X,Y fino a 2 m/s
 - Sollevamento Z fino a 5mm
 - Rotazione intorno all'asse Z
 - Tilting $\pm 5^\circ$

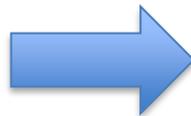




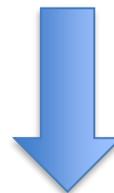
Architettura del sistema di controllo

Le caratteristiche fondamentali che il sistema deve soddisfare

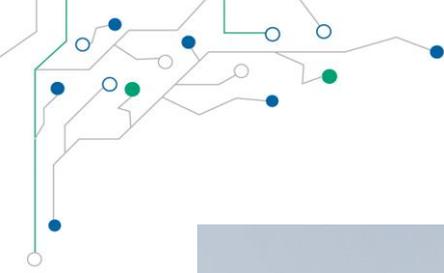
- Modularità
- Indipendenza e controllabilità dei movers in ogni punto del percorso/piano
- Semplicità di cablaggio
- Semplicità di configurazione



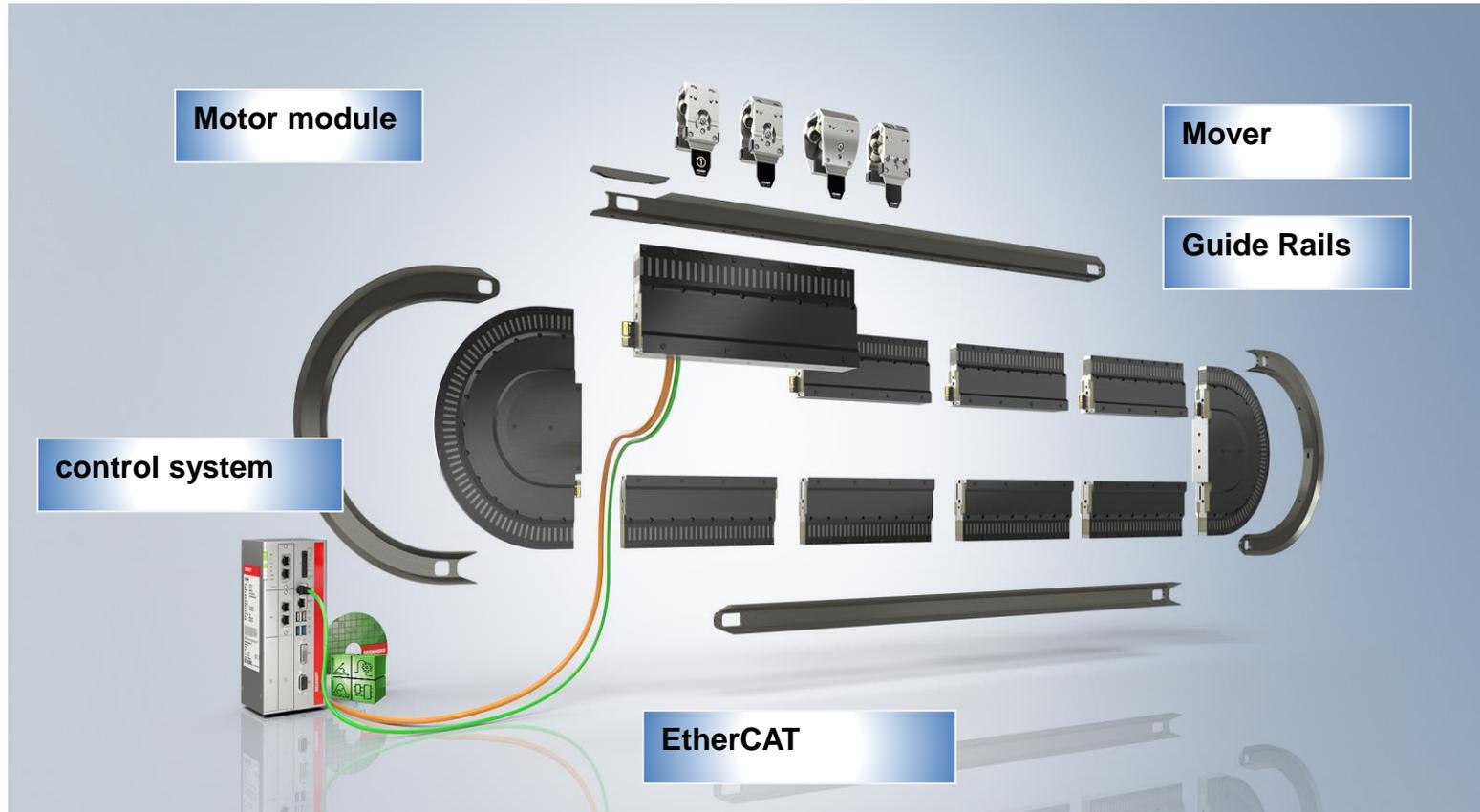
Soluzione ottimale è costituita da controllo centralizzato in cui risiedono tutti gli algoritmi per il feedback e per il controllo



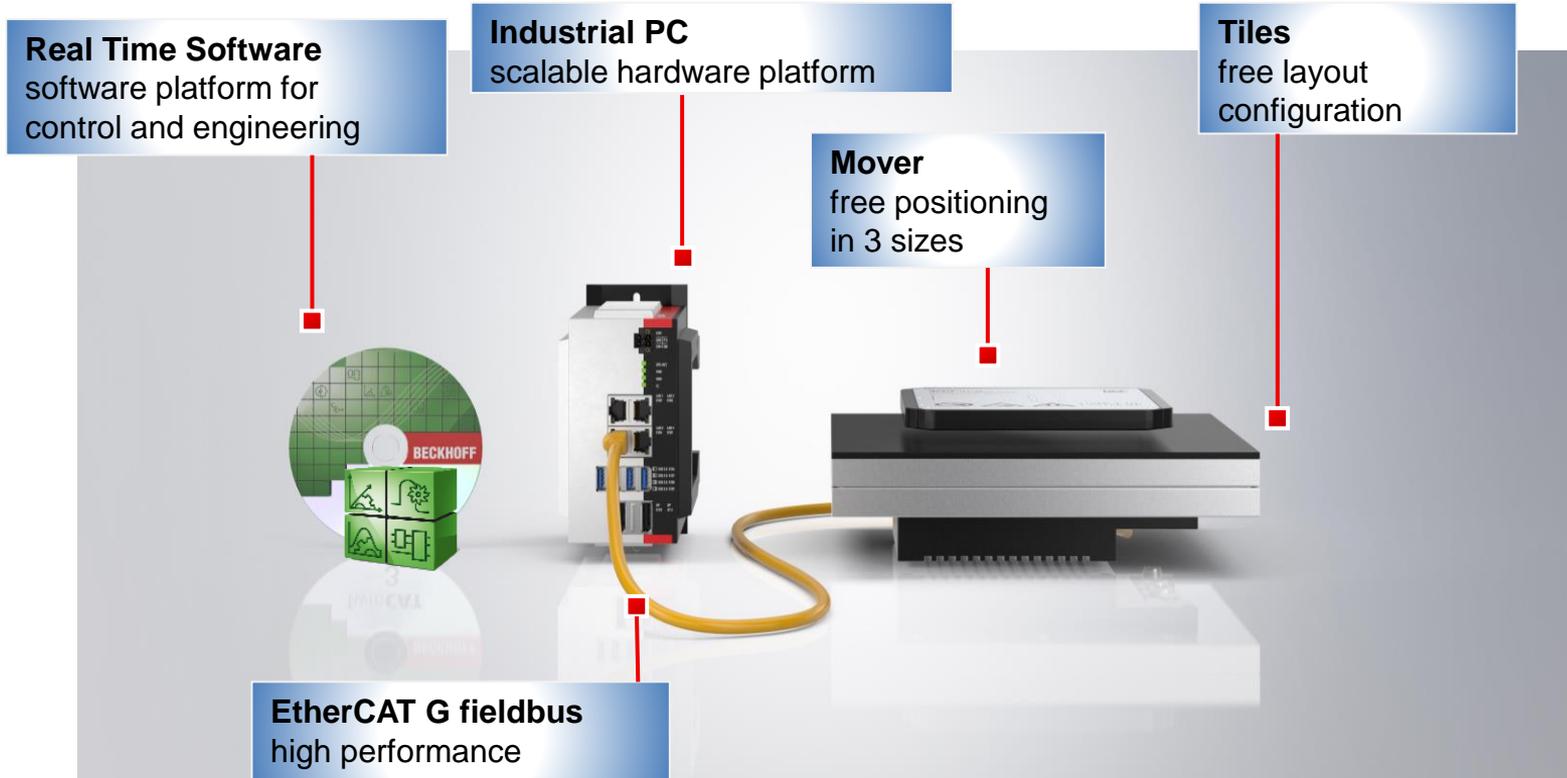
Nessun Servo-Azionamento presente nel quadro



Architettura del sistema

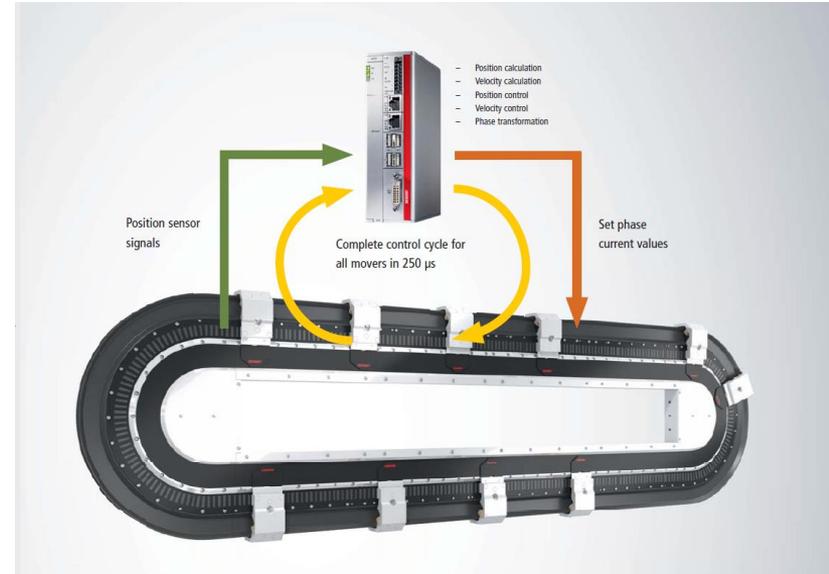


Architettura del sistema



Controllo

- Tutti gli anelli di controllo tipici di un servo-azionamento spostati all'interno dell' IPC → $T_{cyc} < 250\mu s$



Estensione Realtime del S.O può gestire in parallelo più core → Utilizzo di CPU multicore per aumentare numero di movers e lunghezza/area del sistema

Settings Online Priorities C++ Debugger

Router Memory
Configured Size (MB) 32
Allocated / Available

Global Task Config
Maximal Stack Size (KB) 64KB

Available cores (Shared/Isolated): 2 5 7 8 Read from Target Set on target

Core	RT-Core	Base Time	Core Limit	Latency Warning
0 (Shared)				
1 (Shared)				
2 (Isolated)	Default	1 ms	100 %	(none)
3 (Isolated)		250 μs	100 %	(none)
4 (Isolated)		250 μs	100 %	(none)
5 (Isolated)		250 μs	100 %	(none)
6 (Isolated)		250 μs	100 %	(none)
7 (Isolated)		250 μs	100 %	(none)

Object	RT-Core	Base Time (ms)	Cycle Time (ms)	Cycle Ticks	Priority
Task XPlanar	Core 3	250 μs	0.250 ms	1	1
Task Mover1	Core 4	250 μs	0.250 ms	1	2
Task Mover2	Core 5	250 μs	0.250 ms	1	3
Task Mover3	Core 6	250 μs	0.250 ms	1	4
Task Mover4	Core 7	250 μs	0.250 ms	1	5
NC-Task SAF	Core 2	1 ms	2 ms	2	6
UV Idle Task	Default (2)	1 ms	1 ms	1	11
PicTask	Core 2	1 ms	2 ms	2	20
PickUpTask	Default (2)	1 ms	(none)	0	50

Industrial PC



CONTROL CABINET INDUSTRIAL PC

- Intel® Core™ i7-9700E,
9th generation, 2.6 GHz,
8 cores



EMBEDDED PC

- Intel® Xeon® D-1548, **8 cores**,
2.0 GHz
- Intel® Xeon® D-1567, **12 cores**,
2.1 GHz



CONTROL CABINET INDUSTRIAL SERVER

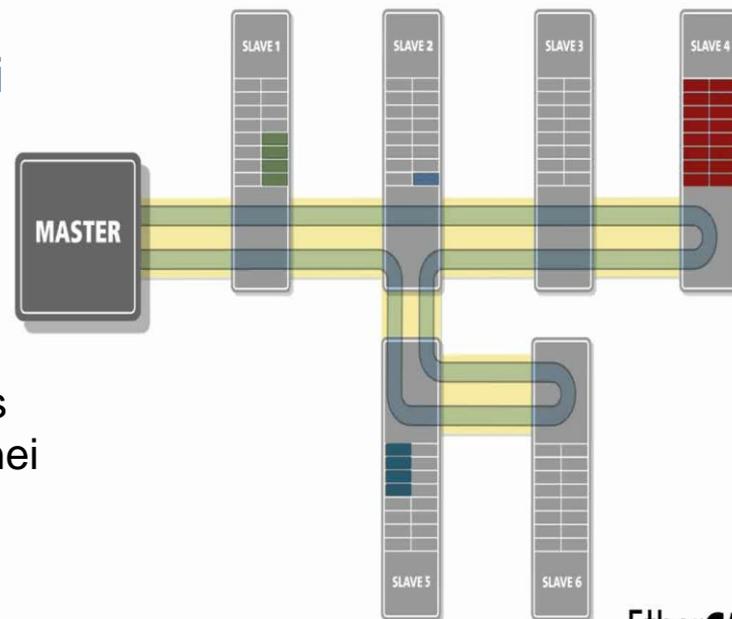
- **Two** Intel® Xeon® Scalable
processors with **8, 12, 16 or 20
cores each** on one motherboard
- 64 GB DDR4 RAM EEC,
expandable to 1024 GB
- graphic card, 1 DVI-I and 1 DVI-D
connector

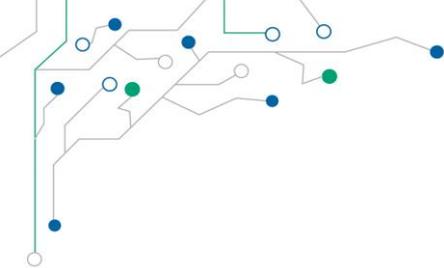
Bus di campo EtherCAT

Bus di campo su base Ethernet 100Mbit/s,
Prestazioni elevate grazie a **elaborazione dei pacchetti on the Fly**

Performance:

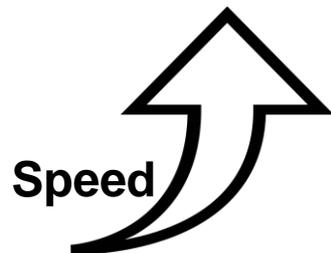
- 1000 I/O digitali distribuiti in 30 μ s
- 100 Servo-assi ogni 100 μ s
- EtherCAT direttamente in I/O Slice, no Sub-Bus
- Utilizzo ottimale della porta Ethernet standard nei controlli, nessun hardware extra
- Sincronizzazione precisa ($\ll 1 \mu$ s!) grazie ai Distributed Clocks





EtherCATG

- Stesso protocollo EtherCAT
- Su Ethernet a 1Gbit/s e 10Gbit/s



- 2,000 digital inputs/outputs every 15 μ s
- 100 servo axes every 30 μ s

100 Mbit/s EtherCAT®

Min. telegram length (0...46 byte user data)* = 6.08 μ s
Max. telegram length (1,500 byte user data)* = 122.40 μ s

- 100BASE-TX
- Vast choice of components



*Incl. Preamble and VLAN-Tag

1 Gbit/s EtherCAT® G

Min. telegram length (0...46 byte user data)* = 0.58 μ s
Max. telegram length (1,500 byte user data)* = 12.24 μ s

- 1000BASE-T
- Integration of data-intensive devices
- Very high bandwidth



*Incl. Preamble and VLAN-Tag

10 Gbit/s EtherCAT® G10

Min. telegram length (0...46 byte user data)* = 0.06 μ s
Max. telegram length (1,500 byte user data)* = 1.22 μ s

- 10GBASE-T
- Integration of EtherCAT G segments
- Ultimate bandwidth



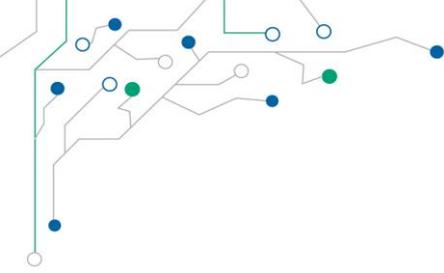
*Incl. Preamble and VLAN-Tag

Conclusioni

- Grazie alle prestazioni delle attuali CPU multicore
- Un Bus di campo performante come Ethercat
- RealTime Multicore
- E' possibile realizzare all'interno dell'IPC di controllo più funzionalità oltre al codice PLC necessario all'automazione di macchina



- Sistema di trasporto planare
- Sistema di trasporto lineare
- Robotica
- Visione
- Matlab/Simulink
- Analytics
- Machine Learning
- ...



Grazie per l'attenzione

Romualdi Fabio

XTS – XPLANAR Product Specialist

BECKHOFF