

Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni per
lo Sviluppo Sostenibile

Sistemi E Tecnologie per l'Automazione LM

Tipologie di Elaboratori Digitali Real Time
per il Controllo (Controllori Real Time)

Ing. Gianluca Palli
DEI - Università di Bologna
Tel. 051-2093186
E-mail: gianluca.palli@unibo.it
<http://www-lar.deis.unibo.it/people/gpalli/>

Revisionato il 23/10/2013

Obiettivo

Dopo aver descritto:

- Tipologie di soluzioni/componenti HW
- Caratteristiche dell'elaborazione Real Time

□ Tipologie di sistemi di elaborazione per il controllo
(sempre al "livello dei controlli" nella piramide dell'automazione)

Tipologie di Elaboratori Digitali Real Time per il Controllo (detti Controllori Real Time)

- Controllori Embedded
- Controllori Industriali o General Purpose

Tipologie di Controllori Real Time

• Controllori embedded

- **Sistemi di controllo dedicati ad una particolare applicazione (o ad una classe ristretta)**
 - Progettati o commissionati da realizzatore di sistemi di controllo
- sono **parte integrante del sistema**, posizionato direttamente sul plant
- HW generalmente customa "livello di costruttore di sistema di controllo": schede a μ P, μ C, DSP
- **S.O. real-time custom fortemente orientato all'applicazione specifica**
 - Time driven, event driven o ibridi
 - ◆ Attenzione alla predicibilità
- Attività **hard real-time** prevalgono:
 - **controllo digitale**: regolatori standard (PID) e **non**
- Industria aerospaziale, automobilistica, robotica, azionamenti elettrici, alimentatori di Power Electronics speciali

Tipologie di Controllori Real Time

• Controllori industriali

- **Realizzati per coprire una vasta gamma di applicazioni di controllo (General purpose)**
 - Progettati da **costruttore di "controllori general purpose"**
- Es: Controllori Logici Programmabili (PLC), soft-PLC, Distributed Control Systems DCS
 - In altra parte del corso approfondiremo i PLC...
 - Attenzione: confusione sul termine DCS
 - ◆ **Architettura** implementativa al livello dei controlli della Piramide dell'Automazione con più elaboratori è Distribuita (ovvero è un Distributed Control System)
 - ◆ Con DCS si indica anche: particolare tipo di **unità di elaborazione** per il controllo

Sistemi Real Time e i Sistemi di Controllo

■ Controllori industriali

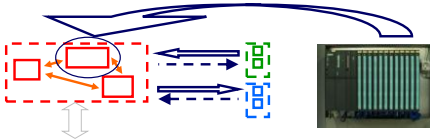
- **HW: general purpose (PC-based) o "custom a livello di costruttore di controllori"**
 - Tipicamente con **architettura modulare a bus** (detta a Rack)
 - Tipicamente le CPU utilizzate sono μ P particolari e DSP
 - Rari μ C: periferiche per il controllo sui moduli



Tipologie di Controllori Real Time

■ Controllori industriali

- HW: general purpose (PC-based) o "custom a livello di costruttore di controllori"
 - Tipicamente con architettura modulare a bus (detta a Rack)
 - Configurabilità e modularità
 - ◆ adattare l'I/O dell'unità di controllo general purpose alla particolare applicazione (interfacciamento sensori e comunicazione)
 - ◆ NB: i PC hanno una architettura a bus



Tipologie di Controllori Real Time

■ Controllori industriali

- HW: general purpose (PC-based) o "custom a livello di costruttore di controllori"
 - Tipicamente con architettura modulare a bus (detta a Rack)
 - Varie tipologie di bus:
 - Bus proprietari:
 - Definiti dal costruttore del controllore industriale
 - Bus standard:
 - Dal mondo PC: ISA, EISA, PCI, PC+
 - Dal mondo PC Industriale: PC104, PC104+
 - Tipicamente industriale: VME
 - Elevate prestazioni
 - ◆ Anche interconnessione di diverse CPU della stessa unità di elaborazione (sistema multiprocessore)
 - Attenzione BUS INTERNO ALL'ELABORATORE
 - ◆ Non confondere con i bus esterni come i bus di campo!

Tipologie di Controllori Real Time

■ Controllori industriali

- S.O. Real-Time:
 - Definito dal Costruttore del Controllore
 - Tipicamente TIME DRIVEN (soprattutto nei PLC)
 - Rende trasparente il bus
 - Virtualizza le periferiche e la gestione del tempo (ovviamente...)
 - Spesso commerciale/Standard: VxWorks, RTAI Linux, FemLab, InTime, WinRTX
- Applicazioni: definite da progettista del sistema di controllo finale
 - Interfaccia di programmazione fornita dal costruttore del controllore
 - ◆ spesso maschera la mappatura implementativa (modello di esecuzione)
 - ◆ sarà piu' chiaro in seguito quando si vedrà la programmazione del controllo di sequenze per PLC

Tipologie di Controllori Real Time

■ Controllori industriali DUE GRANDI FAMIGLIE

PLC:

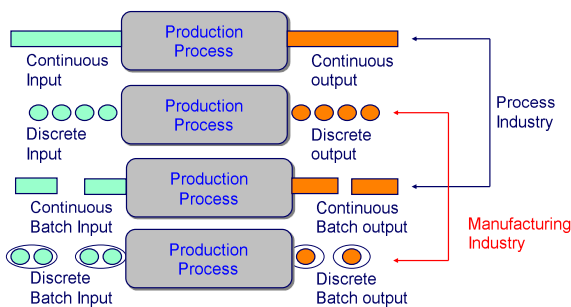
- Soprattutto Controllo di sequenze
- Soft Real time
- Utilizzo:
 - ◆ Industria manifatturiera (+)
 - ◆ Industria di processo (-)

DCS:

- Soprattutto Controllo digitale STANDARD (PID)
- Hard Real time
 - ◆ Tsample = 1-10ms
- Utilizzo:
 - ◆ Industria di processo (+)
 - ◆ Industria manifatturiera (-)

Digressione...

Industria Manifatturiera vs Industria di Processo



Digressione...

Industria Manifatturiera vs Industria di Processo

■ Industria Manifatturiera:

- **Produzione pezzi meccanici**
- **Produzione veicoli**
- **Produzione schede/componenti elettronici**
- **Produzione elettrodomestici**
- **Produzione alimenti confezionati**
 - **Cibo solido**
 - **Bevande**
 - **Dolciumi**
 - ...
- **Produzione farmaci per il consumatore**
-

■ Industria di processo:

- **Produzione/distribuzione energia elettrica**
- **Distribuzione gas/acqua**
- **Industria chimica**
- **Industria petrolifera**
- **Produzione della carta**
- **Produzione alimenti sfusi**
-

Tipologie di Controllori Real Time

■ Prima Considerazione:

Tipicamente:

- **Controllori embedded:**
sono **dentro ai prodotti finali (che necessitano di controllo)**
 - Automobile, Aereo, Azionamento elettrici...
- **Controllori industriali**
servono per **controllare i sistemi di produzione**
 - Produzione automobili, aerei, cioccolatini...
- Ci sono delle eccezioni:
 - In prodotti "grandi" (es: aeroplani) si possono anche usare controllori industriali
 - Porzioni particolari di un sistema di produzione: controllo embedded
 - ◆ Es: sistema di taglio al laser

Tipologie di Controllori Real Time

■ Seconda Considerazione:

Tipicamente:

- **Controllori embedded:**
realizzati da **"costruttori/realizzatori di sistemi di controllo"**:
HW, SO, Ambiente di sviluppo e SW applicativo sviluppato/gestito dalla stessa azienda
 - Automotive, Azionamenti elettrici...
- **Controllori industriali**
realizzati da **"costruttori di controllori"**:
HW, S.O. e ambiente di sviluppo fatto dal "costruttore di controllori"
SW applicativo fatto da **"realizzatore di sistemi di controllo"**
 - Macchine automatiche/utensili
 - Industria di processo

Tipologie di Controllori Real Time

■ Seconda Considerazione (cont.):

Attenzione:

Ci possono essere situazioni che stimolano approcci diversi:

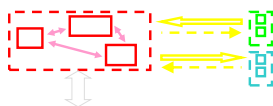
- **controllori industriali realizzati da "costruttori di sistemi di controllo"**
 - Riduzione costi
 - ◆ Solo per elevato numero di pezzi
 - Maggiore protezione del proprio know how
 - Indipendenza dal costruttore di controlli
 - ◆ Monofornitore...
 - Attenzione: difficile ottenere le stesse prestazioni
 - ◆ Team di progetto articolato: HW/SW/Controlli
 - ◆ Casistica per la verifica
 - ◆ Aggiornamenti

Alcune architetture tecnologiche basate su Controllori Industriali

Architetture basate su controllori industriali

■ Introduzione:

Modello generale per
architettura tecnologica
("livello dei controlli" nella P.A.)



Si analizzano alcune architetture tecnologiche specifiche molto usate:

- per industria di processo
 - DCS
- per industria manifatturiera
 - PLC e Motion Control

Architetture basate su controllori industriali

Industria di processo

Modello funzionale tipico:

- **Unità di riferimento: impianto (o parte di esso)**
- **Controllo di diretto di variabili temporali prevalente (PID domina)**
 - **Controllo Digitale** (ancora qualche soluzione analogica o meccanica...)
 - ◆ Controllo di portata, di pressione, livello, reazione chimica, ampiezza e frequenza della tensione elettrica prodotta
- **Controllo di sequenze modesto:**
 - **Avvio – funzionamento di regime – Arresto + Emergenze**
 - ◆ Poche sequenze nel funzionamento di regime
 - **Rare azioni dirette sul campo**
 - **Spesso gestito manualmente da operatore**
- **Monitoraggio dell'operatore molto approfondito e continuo**

Architetture basate su controllori industriali

Industria manifatturiera

Modello funzionale tipico:

- **Controllo di sequenze rilevante:**
 - Quasi esclusivamente automatico
 - Sequenze di lavorazione/movimentazione:
Innescano:
 - diverse traiettorie di moto
 - diverse interdipendenze tra gli organi
 - Rilevanti azioni dirette sul campo

Architetture basate su controllori industriali

Industria manifatturiera

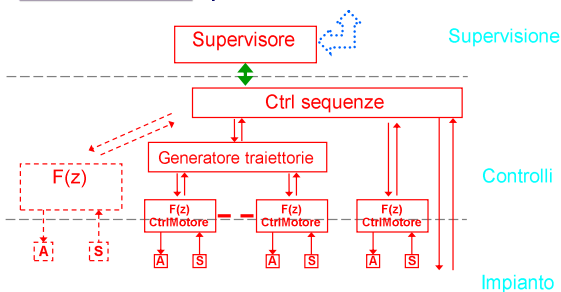
Modello funzionale tipico (continuazione):

- **Controllo di diretto di variabili temporali**
 - Quasi esclusivamente confinato all'interno degli azionamenti elettrici
 - ◆ Visti spesso come attuatori
 - ◆ Controllo Embedded
 - Altre rare occorrenze
 - ◆ Controllo temperatura colla per etichettatura
 - ◆ Controllo di tiro di nastri
- **Monitoraggio/intervento dell'operatore saltuario**
 - Solo per cambio rilevante nel funzionamento
 - ◆ Es: Cambio Formato

Architetture basate su controllori industriali

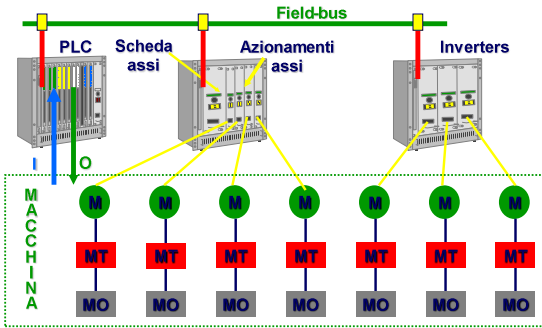
Industria manifatturiera

Modello funzionale tipico:



Architetture basate su Controllori Industriali

Architettura tecnologica industria manifatturiera



Ing. Gianluca Palli - Sistemi e Tecnologie per l'Automazione LM

Controllori 25

Architetture basate su Controllori Industriali

Architettura Tecnologica per Ind. Manifatturiera: Variante Importante

- L'architettura vista ora □ Macchine Automatiche
- Per MACCHINE UTENSILI A CONTROLLO NUMERICO □
alcune differenze
 - Simile ad Architettura dell'industria manifatturiera per la parte di Motion Control
 - ◆ Però specifiche diverse
 - ◆ Precisione ↑
 - ◆ Velocità ↓
 - ◆ NB: in generale
 - Differente la generazione di traiettorie e sequenze di lavoro: Sistemi CAD/CAM
potrebbe non esservi un controllo di sequenze esplicito □ NO PLC

Ing. Gianluca Palli - Sistemi e Tecnologie per l'Automazione LM

Controllori 26

Architetture basate su Controllori Industriali

Nota: Impostazione del corso

- Viste alcune architetture tecnologiche basate su Ctrl Real-time
- ... ce ne sono molte altre
- Scopo di questa parte del corso:
 - NON ELENCARE tante soluzioni tecnologiche,
 - ma FORNIRE METODO PER COMPRENDERE E CLASSIFICARE una qualunque architettura tecnologica per il livello dei controlli della PA (anche tramite gli esempi visti)
- Cardini del metodo:
 - Ogni soluzione è generalmente conforme alla arch. generale vista a inizio corso
 - Dietro ogni soluzione tecnologica c'è un modello funzionale
 - ◆ Esplicito o implicitoBisogna metterlo in luce!
 - Architetture funzionali del livello dei controlli della PA in genere sono conformi al modello generale visto a inizio corso.

Ing. Gianluca Palli - Sistemi e Tecnologie per l'Automazione LM

Controllori 27

Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni per
lo Sviluppo Sostenibile

Sistemi E Tecnologie per l'Automazione LM

Tipologie di Elaboratori Digitali Real Time
per il Controllo (Controllori Real Time)

FINE

Ing. Gianluca Palli

DEI - Università di Bologna

Tel. 051-2093186

E-mail: gianluca.palli@unibo.it

<http://www-lar.deis.unibo.it/people/gpalli/>
