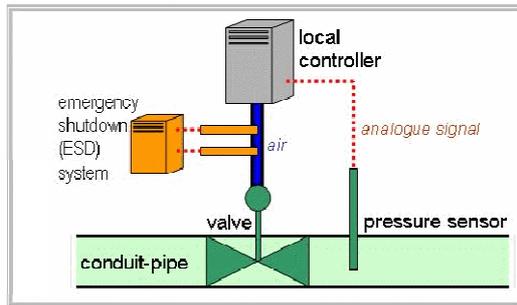


## Problematiche di comunicazione nei sistemi di Automazione

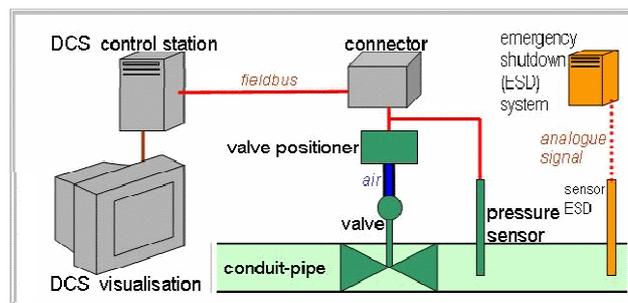
- **Process Automation:** tutte le applicazioni che fanno riferimento a sistemi di acquisizione dati, monitoraggio, supervisione e controllo, con lo scopo di automatizzare sistemi fisici costituiti dalla integrazione di diversi sistemi più semplici



I primi sistemi di controllo furono i "Direct Digital Control (DDC) in cui il computer controllava direttamente i sistemi di I/O.

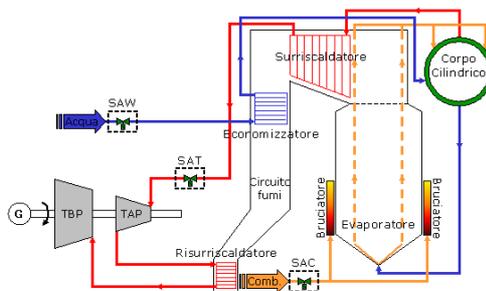
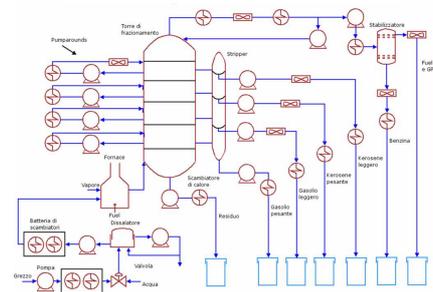
## Problematiche di comunicazione nei sistemi di Automazione

I **Distributed Control Systems (DCS)** hanno rappresentato la naturale evoluzione dei sistemi di DDC ed hanno permesso di realizzare controlli che includevano diversi loop di regolazione e quindi di gestire sistemi complessi.



## Sistemi per l'industria di Processo

- tipici delle industrie petrolchimiche
- trasformano materie prime soprattutto attraverso reazioni chimiche
- caratterizzati da notevole estensione
- non possiedono in genere elevata criticità temporale
- non esistono modelli standard di riferimento



Sistemi di generazione



Sistemi di depurazione delle acque

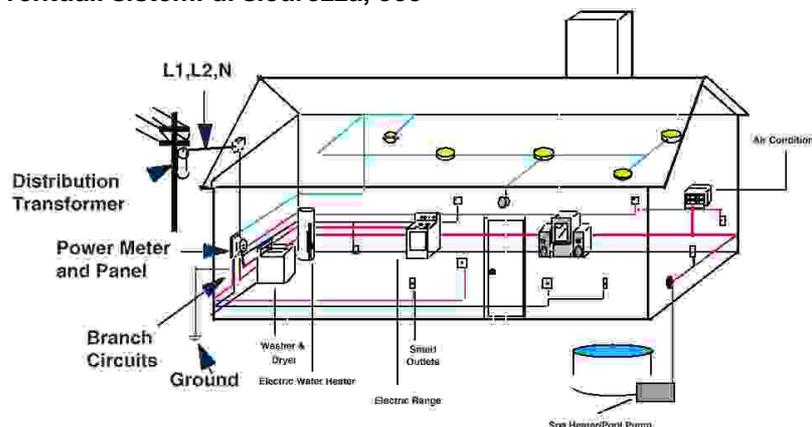
## Sistemi per il Manufacturing

- sistemi per la lavorazione di materie grezze o per l'assemblaggio
- caratterizzati da notevole varietà
- caratterizzati da criticità temporale
- esistono modelli standard



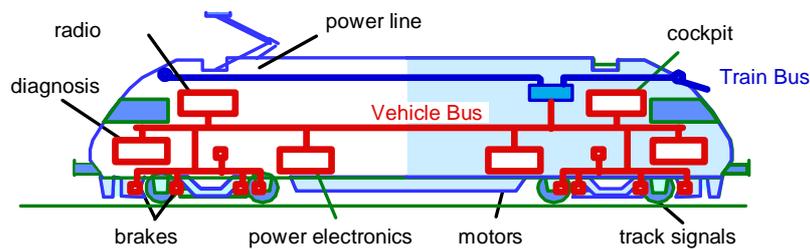
## Sistemi di Building/Home Automation

- Tale classe di sistemi fa riferimento alla gestione delle attrezzature presenti negli edifici /case tecnologicamente avanzate.
- Nel caso della Building Automation i sistemi di controllo si occupano della gestione degli ascensori, dell'impianto di condizionamento centralizzato, dell'impianto antincendio, di eventuali sistemi di sicurezza, ecc



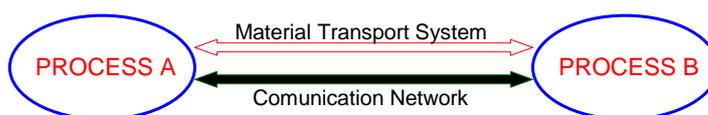
## Sistemi Automotive

- Tale classe di sistemi fa riferimento alla gestione dell'insieme di apparecchiature che sono presenti nei sistemi per il trasporto di persone e merci (automobili, Treni, Aerei).
- Tali apparecchiature sono oggetto di una evoluzione continua e le tecnologie utilizzate fanno un uso crescente dell'informatica e della comunicazione.



## AUTOMATED MANUFACTURING

- **Automated Manufacturing System (AMS)** : sistema interconnesso di stazioni per il trattamento di materiali, capace di operare contemporaneamente su diversi tipi di di componenti sotto il controllo di un computer.
- Termini simili
  - Flexible Manufacturing System (FMS)
  - Computer Integrated Manufacturing (CIM)
  - Factory of the Future (FOF)



## CARATTERISTICHE DI UN AMS

- **AMS** : - elevato grado di automazione  
- elevato grado di integrazione  
- elevato grado di flessibilità
- **Volume flexibility** : capacità di variare il volume di parti trattate
- **Routing flexibility** : capacità di spostare le parti da lavorare in modo dinamico (rottura di macchine, sostituzione di attrezzi, ecc..)
- **Product flexibility** : capacità di variare il prodotto lavorato, riconfigurandosi dinamicamente.

## VANTAGGI DI UN AMS

- Aumento della **produttività**
- Riduzione dei tempi di **riconfigurazione**
- Riduzione delle **scorte** di magazzino
- Riduzione dei **costi** del lavoro
- Uso più **efficiente** delle attrezzature
- Migliore **qualità** del prodotto

## TECNOLOGIE CORRELATE AD UN AMS

- Computer Aided Design ( CAD )
- Computer Aided Manufacturing ( CAM )
- Computer Aided Test ( CAT )
- Production Planning and Control
- Process Technologies
- Robotics
- Automated Material Handling

## PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

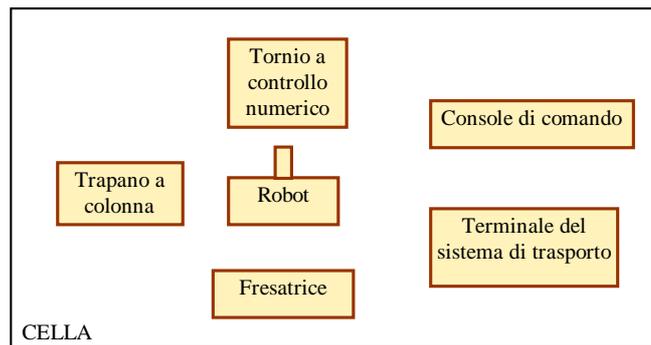
- **Production Planning and Control:** accurata preparazione della schedulazione, degli schemi di lavorazione, degli algoritmi, ecc..., per raggiungere gli obiettivi proposti.

### PERCHE' E' IMPORTANTE?

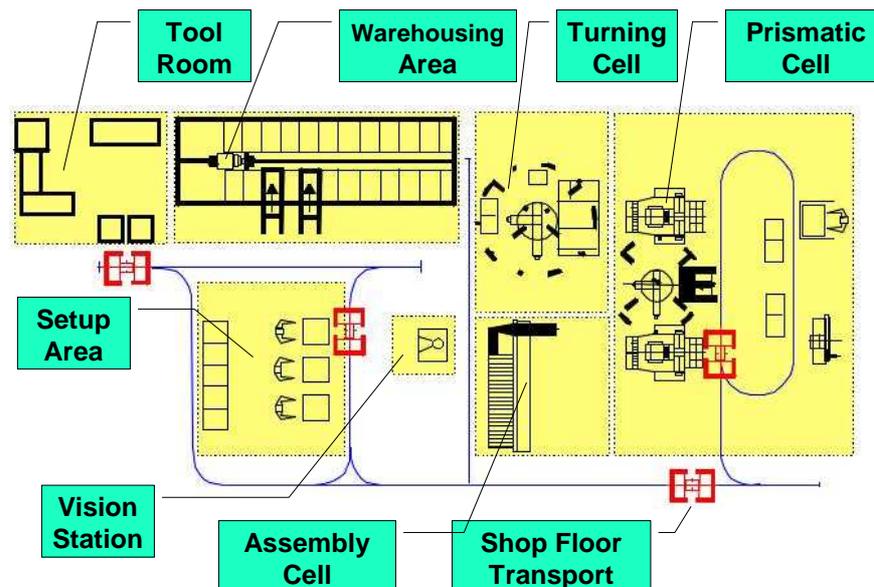
- La schedulazione è importante per **ridurre i tempi morti**.
- Necessità di utilizzare **in modo efficiente** le costose attrezzature di un AMS.
- Efficienza di un AMS **85-95%**
- Efficienza di un sistema tradizionale **40-60%**.

## CELLA DI LAVORAZIONE

- Le operazioni vengono eseguite entro celle, ciascuna operante su una parte specifica o su parti simili.
- Le celle sono interconnesse da un **sistema di trasporto dei materiali** e delle parti finite: veicoli a guida automatica e nastri trasportatori.



## Layout di un sistema CIM

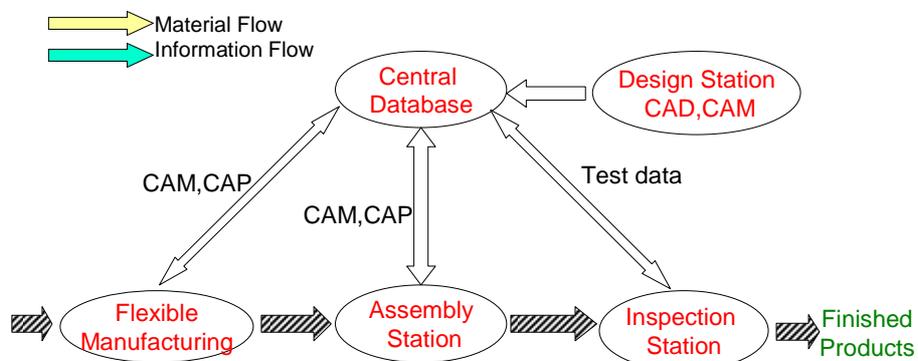


## ELEMENTI DI UN AMS

- Sensori
- Attuatori
- Robot industriali
- Controllori Numerici Computerizzati
- Controllori a logica programmabile
- Sistemi per il trasporto dei materiali
- Magazzini automatici
- Lettori di codici a barre
- Sistemi di visione
- Controlli a microprocessore
- Microcomputers e Minicomputers
- Mainframe Computers.

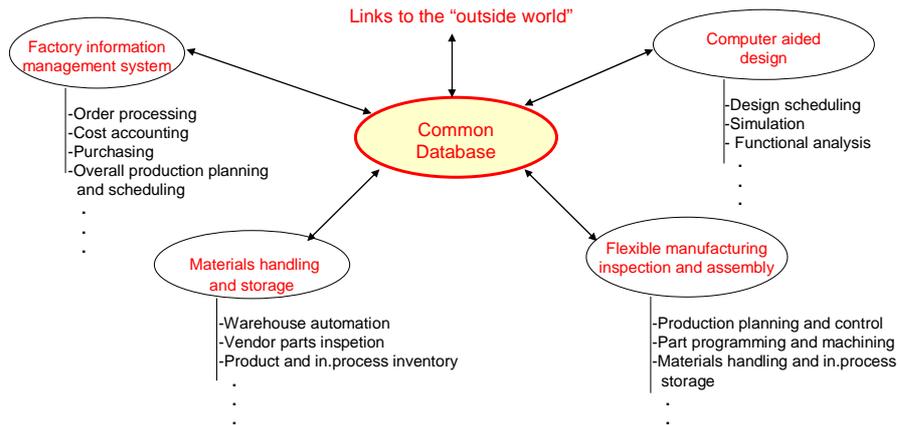
## ORGANIZZAZIONE DI UN AMS

- Un AMS è di norma organizzato in 5 sottosistemi interconnessi da 2 sistemi di trasporto: uno per i materiali ed uno per le informazioni.

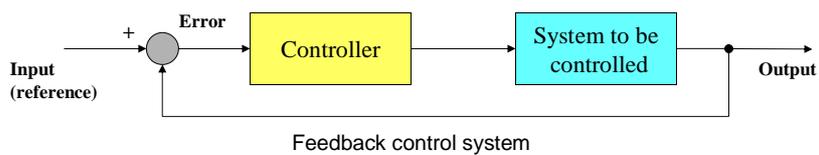


## DATABASE MANUFACTURING MODEL

- Un AMS può essere visto come un sistema di più database fra loro comunicanti.

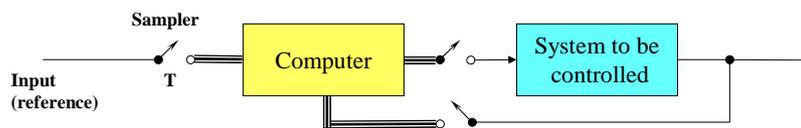


## Monitoring and Control of AMSs



**Monitoraggio:** raccolta di dati sul sistema.

**Controllo :** metodologia per alterare il comportamento di un sistema in accordo a certi obiettivi.



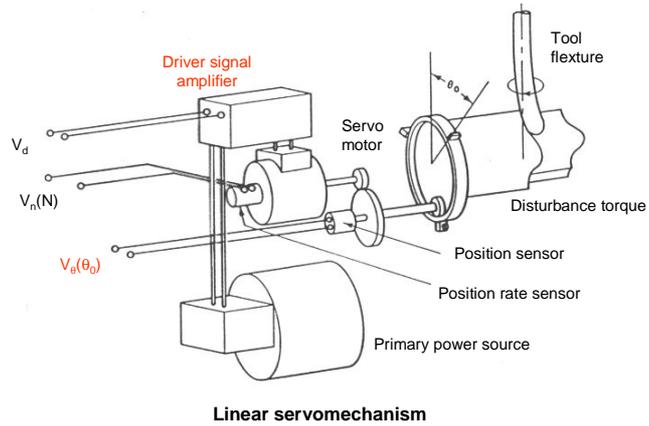
Sistema campionato per il controllo: l'interruttore è chiuso ogni T secondi

- ==== Segnale digitale
- Segnale Analogico

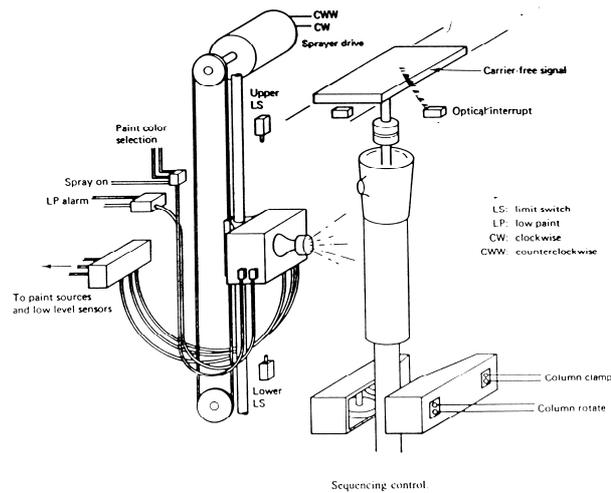
## Controllo Dinamico

È il più basso livello nella gerarchia del Controllo.

Il controllore implementa gli algoritmi per generare i segnali di controllo delle variabili di processo.



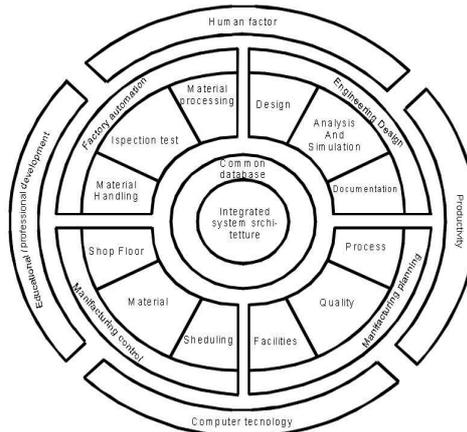
## Controllo sequenziale



**SUPERVISORY CONTROL : DYNAMIC SCHEDULING**  
**SYSTEM WIDE CONTROL : CONTROLLO DEGLI OBIETTIVI COMPLESSIVI**

## MODELLO SME DI UN AMS

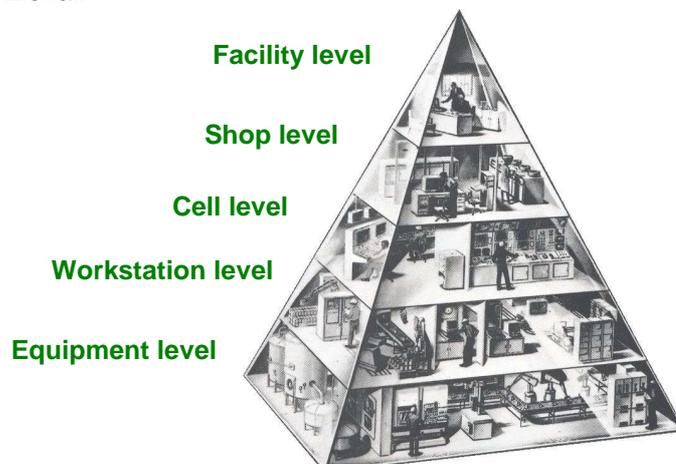
- La "Society of Manufacturing Engineers" (SME) ha sviluppato un modello di AMS che integra le varie aree (factory automation, manufacturing control, manufacturing planning, engineering design) in un'architettura che utilizza un Database comune.



## Modello Gerarchico

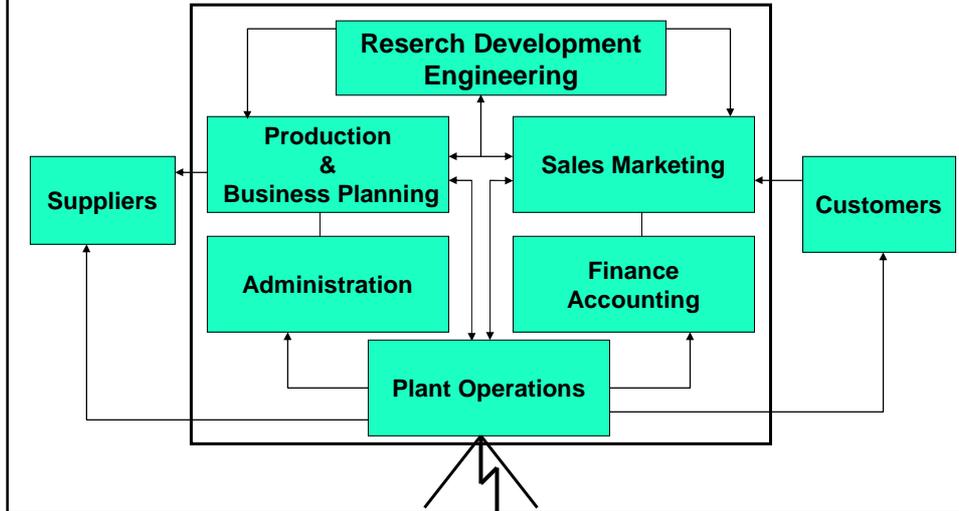
Il modello più usato è l'**Advanced Manufacturing Research Facility (AMRF)** del National Bureau of Standards.

Le attività all'interno della fabbrica sono suddivise in **cinque livelli funzionali**



## Modello Gerarchico: Facility Level

Dispone la pianificazione del processo, la gestione della produzione (inclusa la schedulazione a lungo termine), i collegamenti con le funzioni finanziarie ed amministrative.



## MODELLO GERARCHICO

I quattro livelli più bassi della gerarchia si occupano di attività strettamente connesse al controllo dei processi industriali.

- **SHOP level:** Coordinazione di risorse e gestione dei task, uso di schemi di classificazione in tecnologie di gruppo. Concetto di **Virtual Manufacturing Cell** costituito da macchine che sono interconnesse dinamicamente.
- **CELL level:** schedulazione e controllo delle attività per un particolare lavoro.
- **WORKSTATION level:** coordinazione delle attività di una singola workstation (robot, macchina utensile, sistema di immagazzinamento, computer).
- **EQUIPMENT level:** controllo delle singole risorse quali macchine utensili, robot, magazzini e dispositivi di campo.

## Caratteristiche degli AMS

**Un AMS è composto da molti sottosistemi:** CAD, CAM, Manufacturing Cells, Material Handling, Testing, etc. I differenti livelli di un AMS possono essere considerati come dei sottosistemi.

**Un sottosistema è composto da molti dispositivi:** robot, trasportatori, magazzini, stazioni CAD/CAM, PLC, etc.

**Traffico di comunicazione fra sottosistemi:** dipende dallo schema di controllo usato per i vari sottosistemi della gerarchia del controllo.

**Traffico di comunicazione in un sottosistema:** dipende dalle caratteristiche dei dispositivi.

**Sistemi On-Line:** accettano gli inputs direttamente dall'area dove sono creati ed inviano gli outputs dove sono richiesti.

## Sistemi Centralizzati

Un singolo computer (o pochi computers) sono collocati in una "Control Room".

Non è richiesta una LAN.

### **Vantaggi:**

- Sono vantaggiosi per sistemi a bassa complessità.
- Facili da mantenere (pochi computer in un unico ambiente).
- I programmi applicativi sono facili da sviluppare (unico venditore, sistema operativo, linguaggio).

### **Svantaggi:**

- Capacità limitata.
- Vulnerabilità ai guasti.
- Inadatto ad applicazioni di "automated manufacturing" che sono complesse, on-line.

## Sistemi Distribuiti

Monitoraggio e Controllo sono distribuiti fra i diversi nodi di una rete.

### Vantaggi:

- La capacità complessiva è maggiore rispetto ad un sistema centralizzato.
- È possibile supportare grandi sistemi on-line.
- Supporta un elevato grado di automazione, integrazione e flessibilità
- È facile mettere a punto nuove applicazioni senza influenzare quelle già esistenti nelle altre stazioni.
- Permette un'espansione graduale.

### Svantaggi:

- L'ambiente è difficile: disturbi, vibrazioni, sporcizia.
- Il sistema spesso incorpora dispositivi di differenti costruttori: la comunicazione è un problema.
- Interoperabilità: differenze implementative (anche con lo stesso protocollo) ostacolano la comunicazione

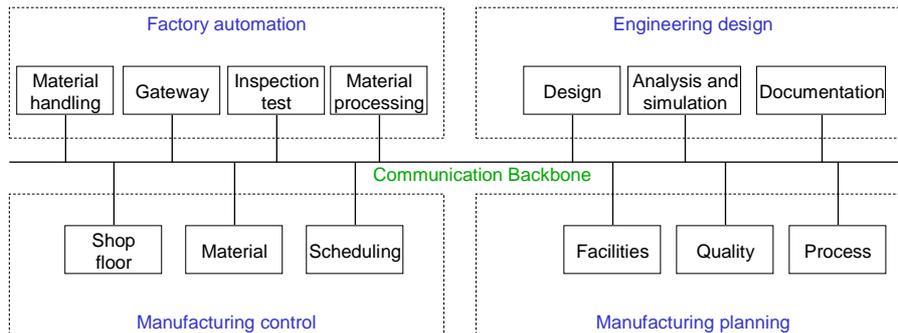
## RETI NELLA FABBRICA

- Le Reti di Calcolatori: uno strumento per risolvere i problemi dell'**Automazione di Fabbrica**.
- Con riferimento alle pianificazione e controllo della produzione, le aree che maggiormente usufruiscono della rete sono:
  - Sistemi flessibili di produzione
  - Celle di lavorazione
  - Assemblaggio Flessibile
  - Testing
  - Progettazione
- Il ruolo chiave della Rete è la **comunicazione** fra i vari elementi del sistema e l'accesso al DataBase comune.
- A seconda della dimensione della fabbrica, la rete può essere strutturata come un unico Backbone, o come più Reti interconnesse: **Modello SME/Modello Gerarchico**.

## A COMPUTER NETWORK

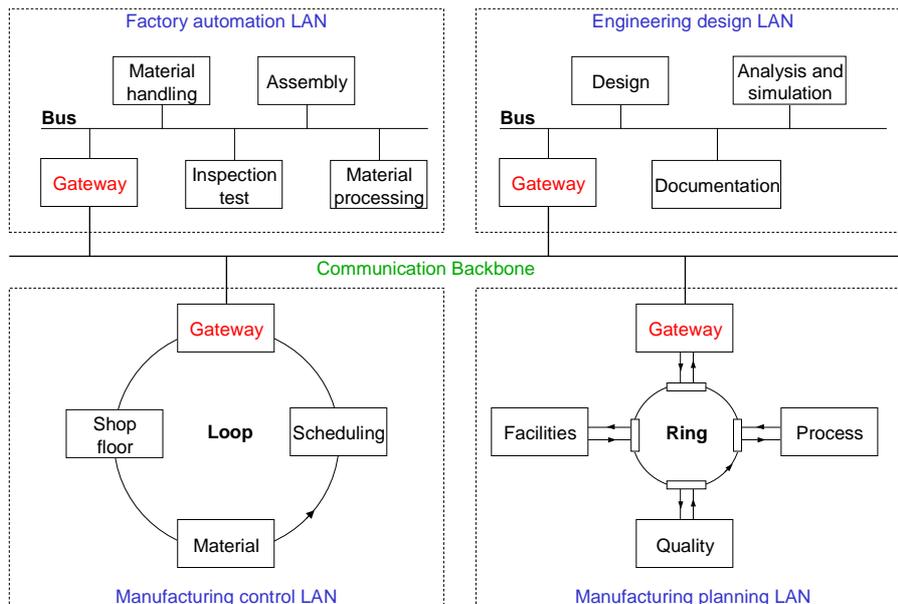
(basata sul modello SME del CIM)

- Tutte le attività operative all'interno della fabbrica fanno riferimento ad un unico Data Base (anche distribuito).
- E' richiesto l'uso di un backbone ad alta velocità.



## Subnetwork-based network

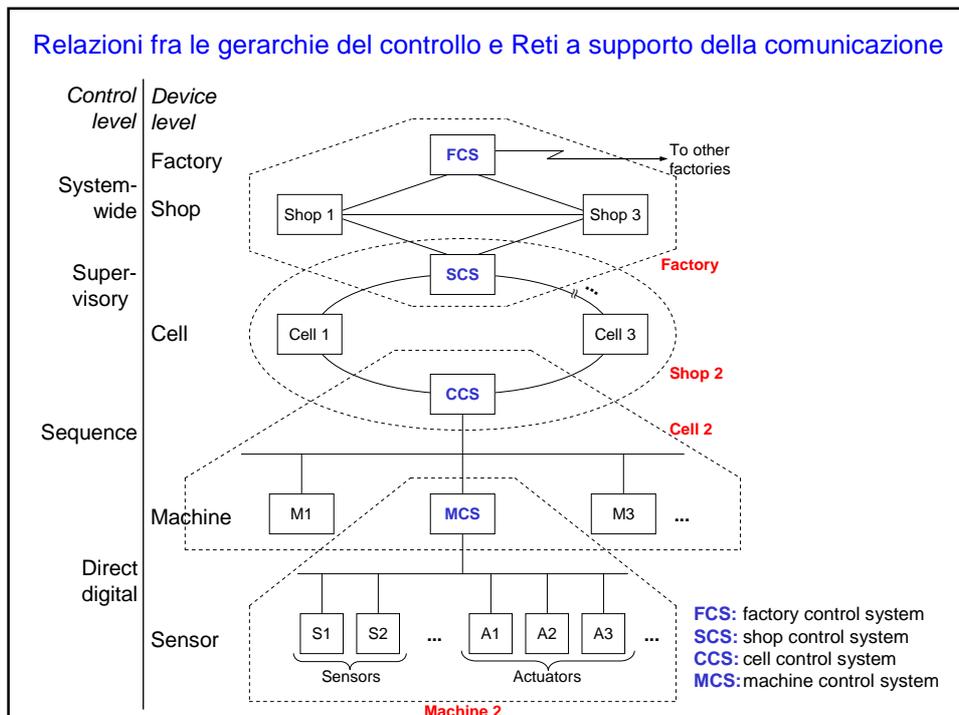
(basata sul modello SME del CIM)



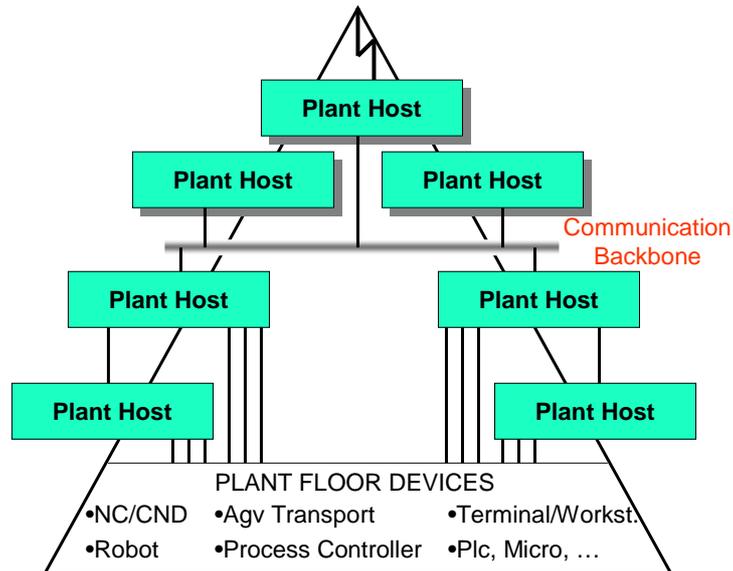
## Organizzazione gerarchica di Rete

- Nel contesto del modello gerarchico del CIM, possono essere previsti fino a **cinque livelli di Rete**.
- Factory level network
- Shop level network
- Cell level network
- Machine level network
- Sensor level network
- Le varie reti possiedono **caratteristiche diverse** in funzione del diverso tipo di traffico che devono supportare

## Relazioni fra le gerarchie del controllo e Reti a supporto della comunicazione



## La rete reale: riduzione del numero di livelli



## LA PROGETTAZIONE DELLA RETE

### - Assunzioni di base -

- **Problema:** data un'applicazione, specificare l'architettura di Rete, i protocolli associati ed il Software applicativo che supporti l'applicazione, soddisfacendo nel contempo i vincoli di costo e prestazioni
- La **Rete** deve **integrare** tutti gli aspetti del **CIM**. Il progettista del SW applicativo deve essere cosciente di questo ruolo della Rete.
- I **protocolli** ed i vari **componenti** della Rete vanno considerati **sempre disponibili** (perché sono standard, o perché sviluppati in precedenza).
- E' necessaria una **lista** di tutti i **dispositivi** del sistema (anche quelli previsti in futuro) e della loro **dislocazione fisica** (che influisce sulla topologia).
- Il **Processo Applicativo** deve essere **completamente definito** e ben chiaro al progettista della rete.

## LA PROGETTAZIONE DELLA RETE

### - Considerazioni progettuali -

- **Scelta** dell'**architettura di rete** (cioè mezzo fisico, metodo di accesso, protocolli dei vari strati OSI, funzionalità dell'Application layer, ecc.)
- **Definizione** di una opportuna topologia di rete.
- **Scelta** di specifiche implementazioni adatte all'architettura selezionata, che fornisca adeguate prestazioni e si interfacci facilmente con l'applicazione.
- **Definizione** dei requisiti richiesti dal **Processo Applicativo** (tempi di produzione e consumo dell'informazione, dimensione dei messaggi, tempi di lavorazione, ecc.) e loro **traduzione** in requisiti della Rete.
- **Progettazione** del **Software applicativo**.
- **Valutazione** del progetto complessivo.

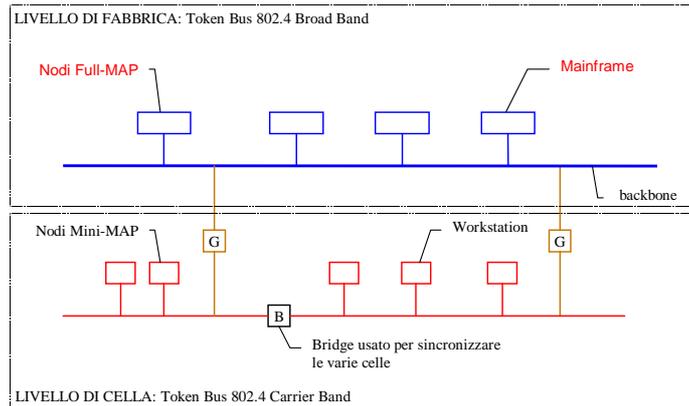
## LA PROGETTAZIONE DELLA RETE

### - Procedura di progettazione -

- **Caratterizzare** l'applicazione in modo esatto (quanti livelli gerarchici e quali funzioni in ogni livello).
- **Definire** un set di requisiti applicativi (funzioni desiderate, prestazioni attese, vincoli di costo e tempi di realizzazione).
- **Considerare** diverse proposte alternative.
- **Valutare** le varie alternative rispetto ai requisiti.
- **Scegliere** la migliore soluzione.
- Se diverse soluzioni appaiono soddisfacenti, **aggiungere** ulteriori parametri di valutazione per la scelta (uso di protocolli standard, considerazioni di mercato, esperienza interna, reputazione del fornitore, ecc.)

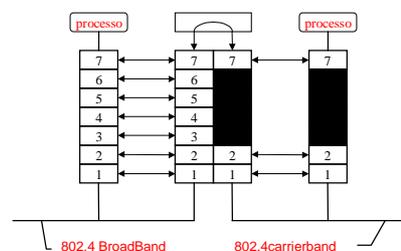
## Manufacturing Automation Protocol (MAP)

- E' stato sviluppato dalla **General Motors** per risolvere il problema delle **Isole di Automazione**.
- Prevede **due soli livelli** della gerarchia di Fabbrica: **Livello di Fabbrica (Shop)** e **Livello di cella**



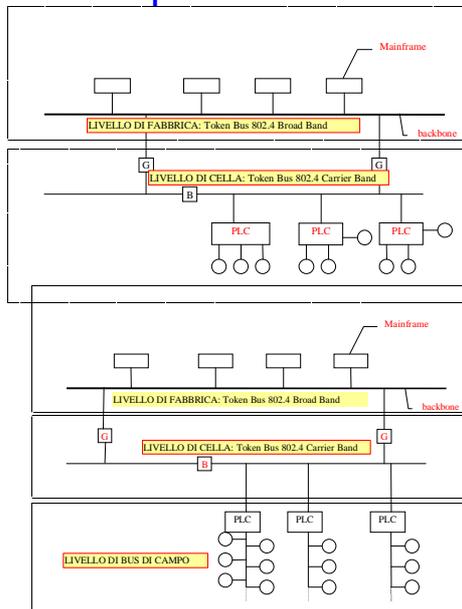
- **Livello di Fabbrica:**
  - backbone su cui sono collegati mainframe per la pianificazione e la gestione di tutte le attività dell'impianto
  - usa il protocollo Token Bus 802.4 a **larga banda**.
  - Sono disponibili diversi canali a 10 Mbps
  - Implementa i **7 livelli OSI**
- **Livello di Cella**
  - usa il protocollo Token Bus 802.4 **Carrierband**.
  - un unico canale a disposizione.
  - Implementa una architettura a **tre livelli** di protocollo.

Il collegamento fra il livello di fabbrica ed il livello di cella usa dei gateways chiamati **Enhanced Performance Adapter (EPA)**



## Livello di Campo

- Una evoluzione del MAP consiste nella aggiunta del livello di Campo
- Tutte le informazioni nell'impianto divengono di dominio comune



## Protocolli utilizzati in MAP/TOP

OSI REFERENCE MODEL	MAP 3.0	TOP 3.0	
APPLICATION	<a href="#">Directory Services</a> <a href="#">Network Management</a> Private ACSE <a href="#">MMS FTAM ACSE</a>	<a href="#">MHS</a> ----- <a href="#">RTS</a>	<a href="#">FTAM VT</a> <a href="#">Private Directory Services</a> <a href="#">Network Management</a> ACSE
Presentation	Presentation		Presentation
Session	Session		Session
Transport	Transport Class 4		Transport Class 4
Network	CLNS		CLNS
Data Link	ES - IS IEEE 802.2  <a href="#">IEEE 802.4</a> 10 MB Broadband or 5 MB Carrierband	ES - IS e X.25 PLP IEEE 802.2  <a href="#">IEEE802.3</a> <a href="#">IEEE802.5</a>	<a href="#">X.25</a> <a href="#">LAPB</a>
Physical			X.21 bis E X.21