



Università
Ca' Foscari
Venezia

Ingegneria di Sistema



Università
Ca' Foscari
Venezia

Finora abbiamo visto...

- L'ingegneria del software si occupa di teorie, metodi e strumenti per sviluppare, produrre e mantenere prodotti software
- Prodotti software consistono in programmi e relativa documentazione.
- Un prodotto software può essere valutato rispetto ad attributi di qualità (di prodotto)
- Il processo software consiste nelle attività necessarie per sviluppare software, e anch'esso può essere valutato rispetto ad attributi di qualità (di processo)



Università
Ca' Foscari
Venezia

Ingegneria di sistema

- Il software è inutile a meno che non sia combinato con componenti hardware per formare un “sistema”
- Introduremo il concetto di ingegneria di sistema
- Descriveremo il processo di acquisizione e di sviluppo di un sistema
- Vedremo come rappresentare l'architettura di un sistema
- Introduremo il concetto di affidabilità di un sistema



Università
Ca' Foscari
Venezia

Sistema

- Un sistema è un insieme di componenti correlate che insieme realizzano un **obiettivo comune**
- La funzionalità di un sistema non è la somma delle funzionalità delle sue componenti



Università
Ca' Foscari
Venezia

Il tutto non è la somma delle parti

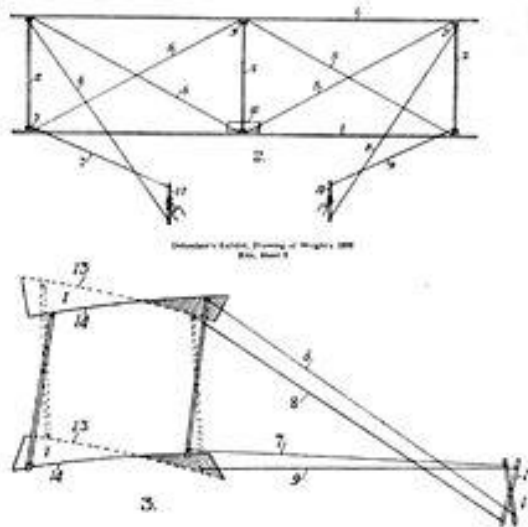
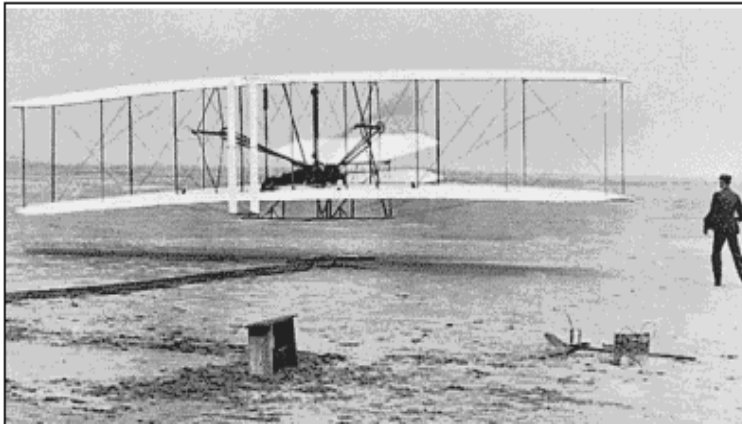
- Le componenti di un sistema possono operare in modo indipendente, ma quando sono integrate in un sistema dipendono da altre componenti
- Esempi
 - Una penna
 - Un sistema di gestione del traffico aereo
 - Un sistema di allarme

Un sistema per volare



- Un primo approccio:
Decomposizione
strutturale
- Nella mitologia greca,
Icaro ha cercato di volare
imitando gli uccelli,
creando un sistema i cui
elementi
corrispondevano alle
parti fisiche dei volatili
(braccia, ali, occhi,
cervello)
- Fallimento!

Un sistema per volare



- Un secondo approccio: decomposizione funzionale
- I fratelli Wright capiscono che **restare in quota**, **andare avanti**, e **mantenere l'equilibrio** sono tre funzioni diverse, che possono essere assegnate a diverse componenti fisiche.
- Successo! (17.9.1903)



Università
Ca' Foscari
Venezia

Ingegneria di sistema

- Trasformare un bisogno operativo in una descrizione di parametri operativi ed una configurazione di sistema attraverso un processo iterativo di analisi, sintesi, ottimizzazione, progetto e valutazione.
- Integrare parametri tecnici correlati ed assicurare la compatibilità di tutte le interfacce fisiche e funzionali al fine di ottimizzare il progetto complessivo
- Integrare affidabilità, manutenibilità, supporto logistico, sicurezza, fattibilità, integrità strutturale, fattori umani con l'obiettivo di ottimizzare il risultato.



Università
Ca' Foscari
Venezia

Ingegneria di sistema

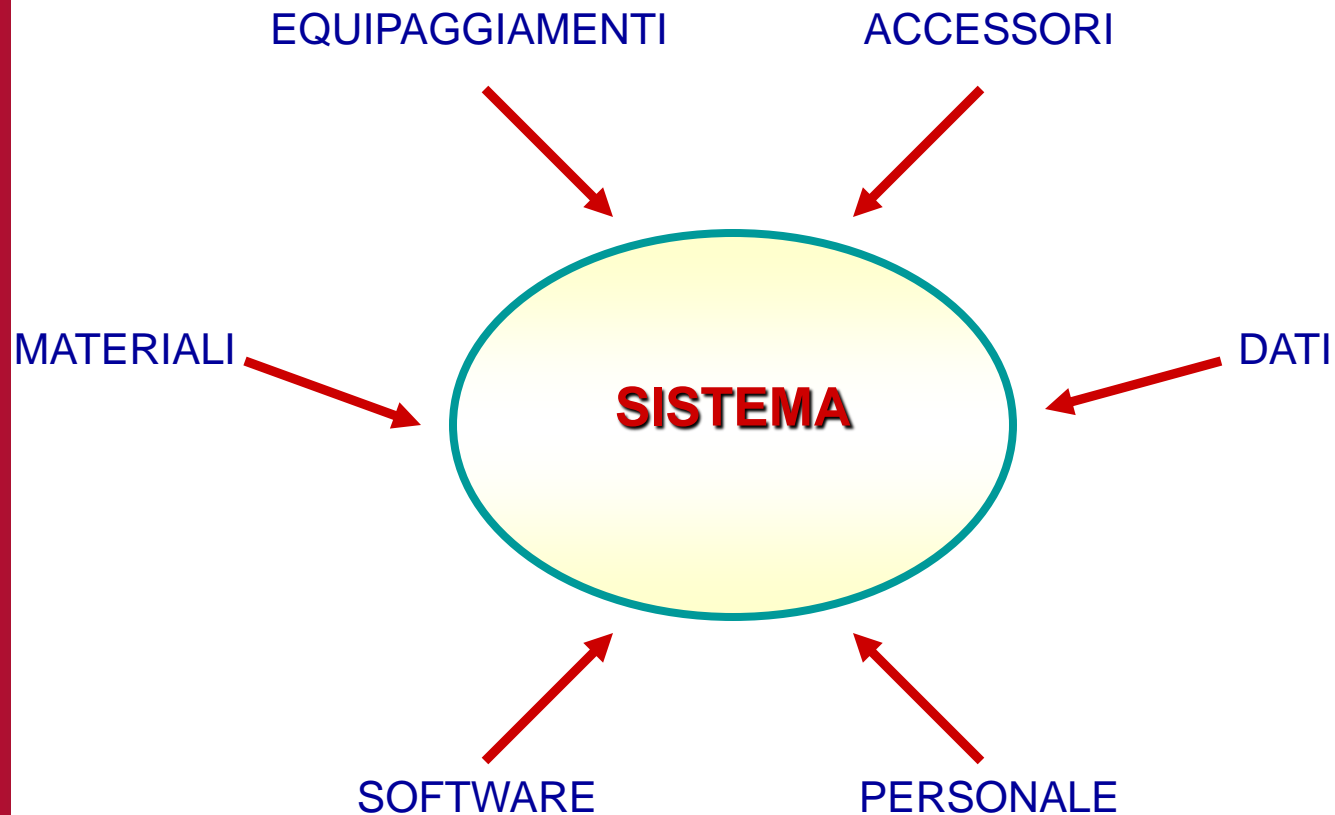
- Un sistema è un insieme di componenti correlate
 - Software
 - Hardware
 - Risorse umane
 - Dati (Informazione)

che insieme realizzano un **obiettivo comune**

- Ingegneria di sistema significa:
 - Progettare
 - Implementare
 - Installare

sistemi che includono **hardware** (meccanico, elettrico, elettronico), **software**, e **personale**

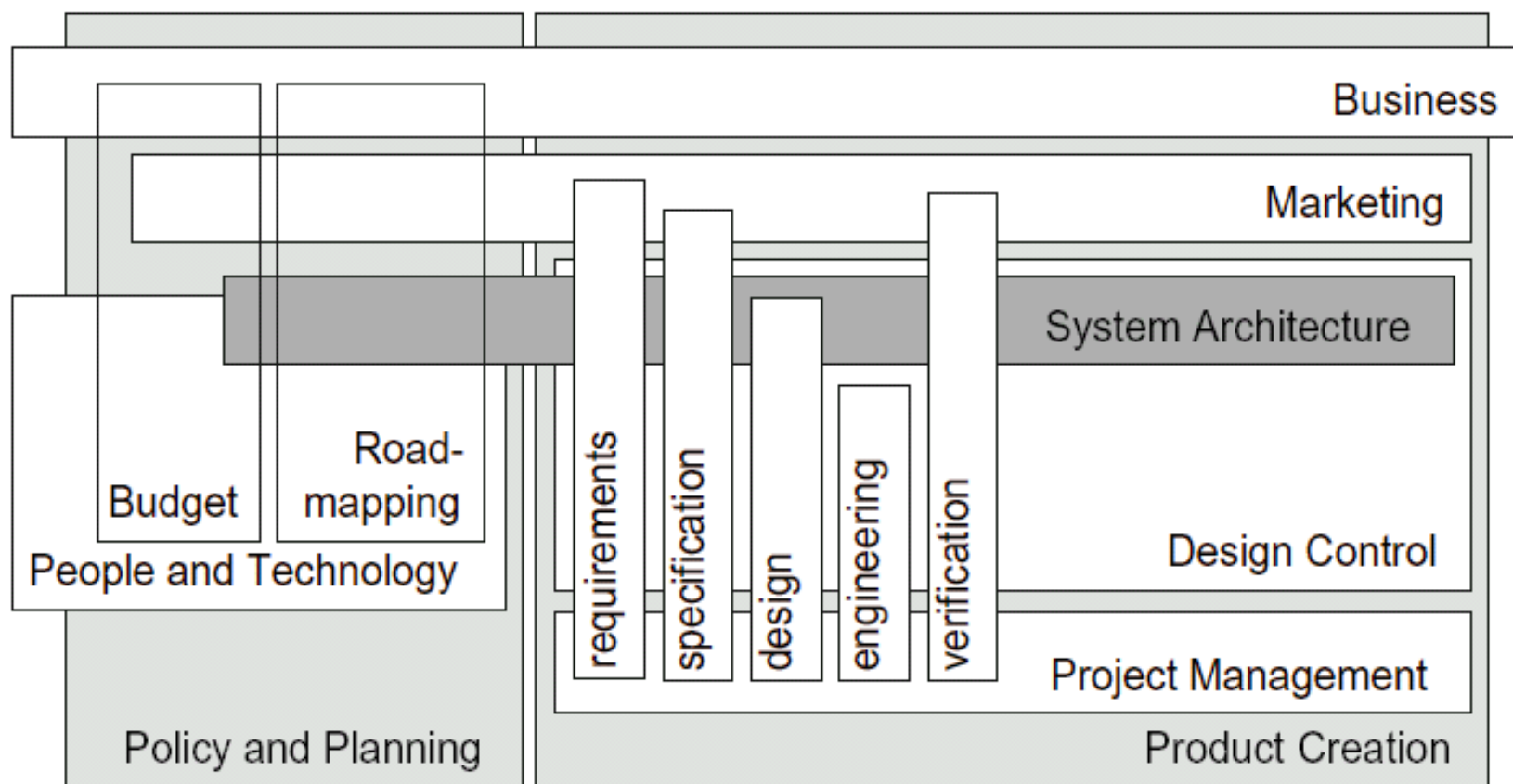
Ingegneria di sistema





Università
Ca' Foscari
Venezia

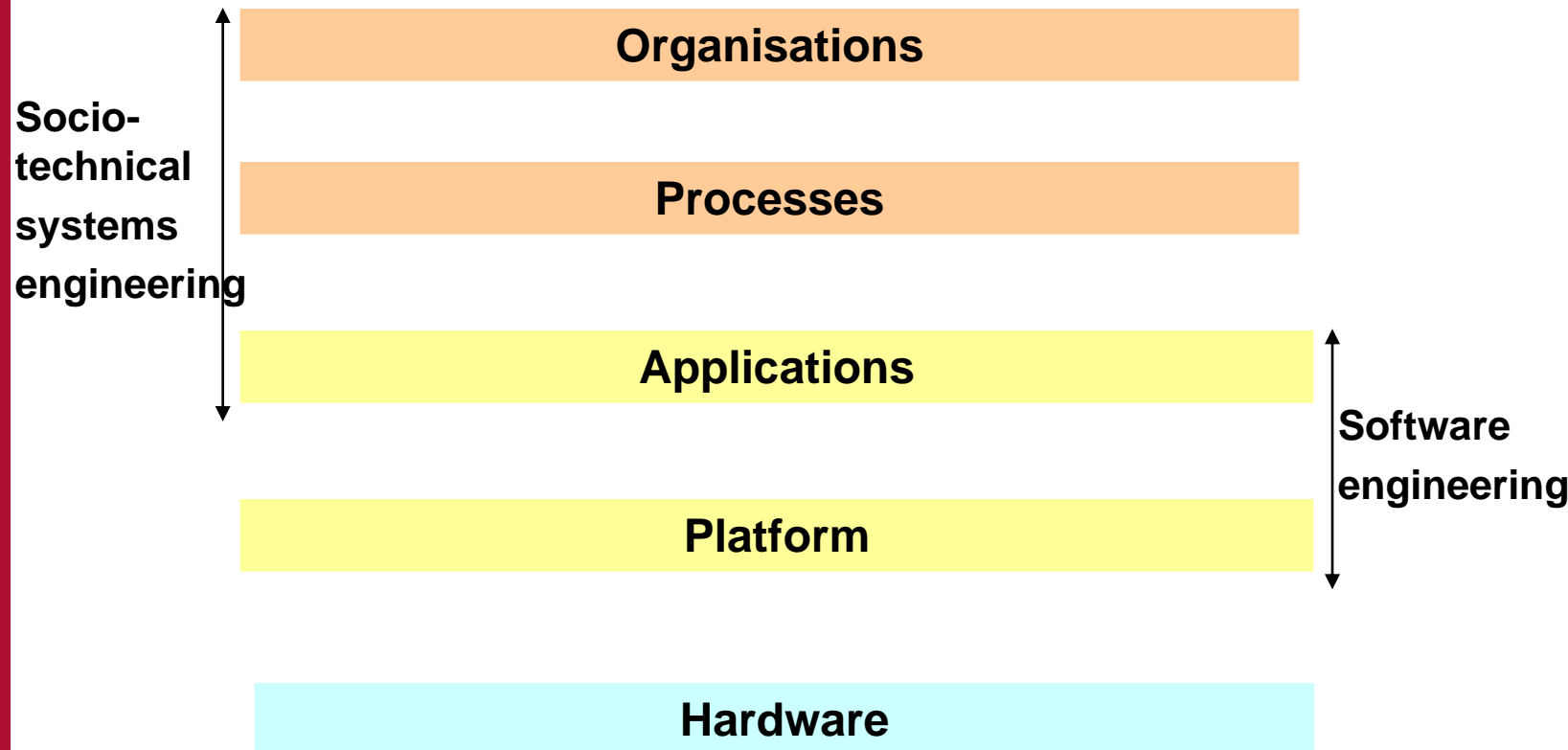
Il contesto...





Università
Ca' Foscari
Venezia

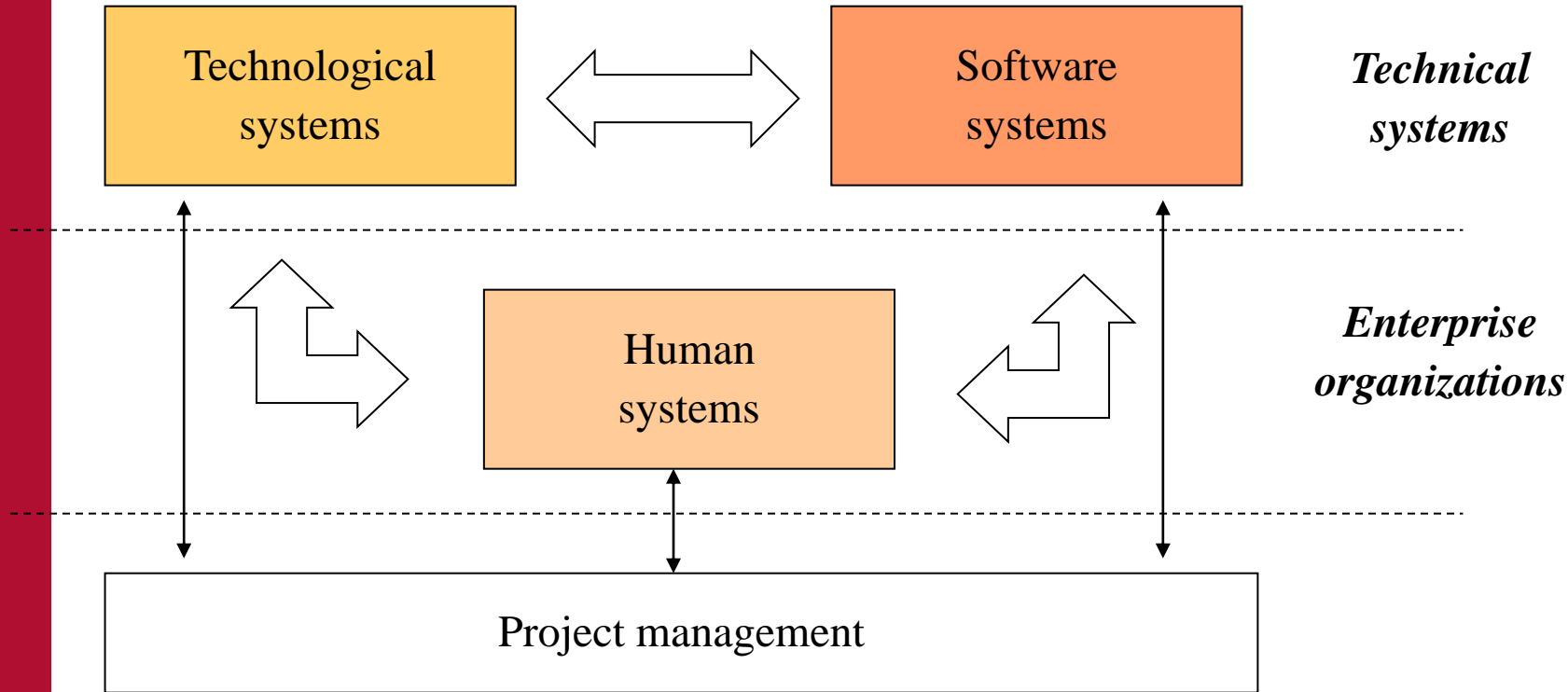
Lo stack dei sistemi





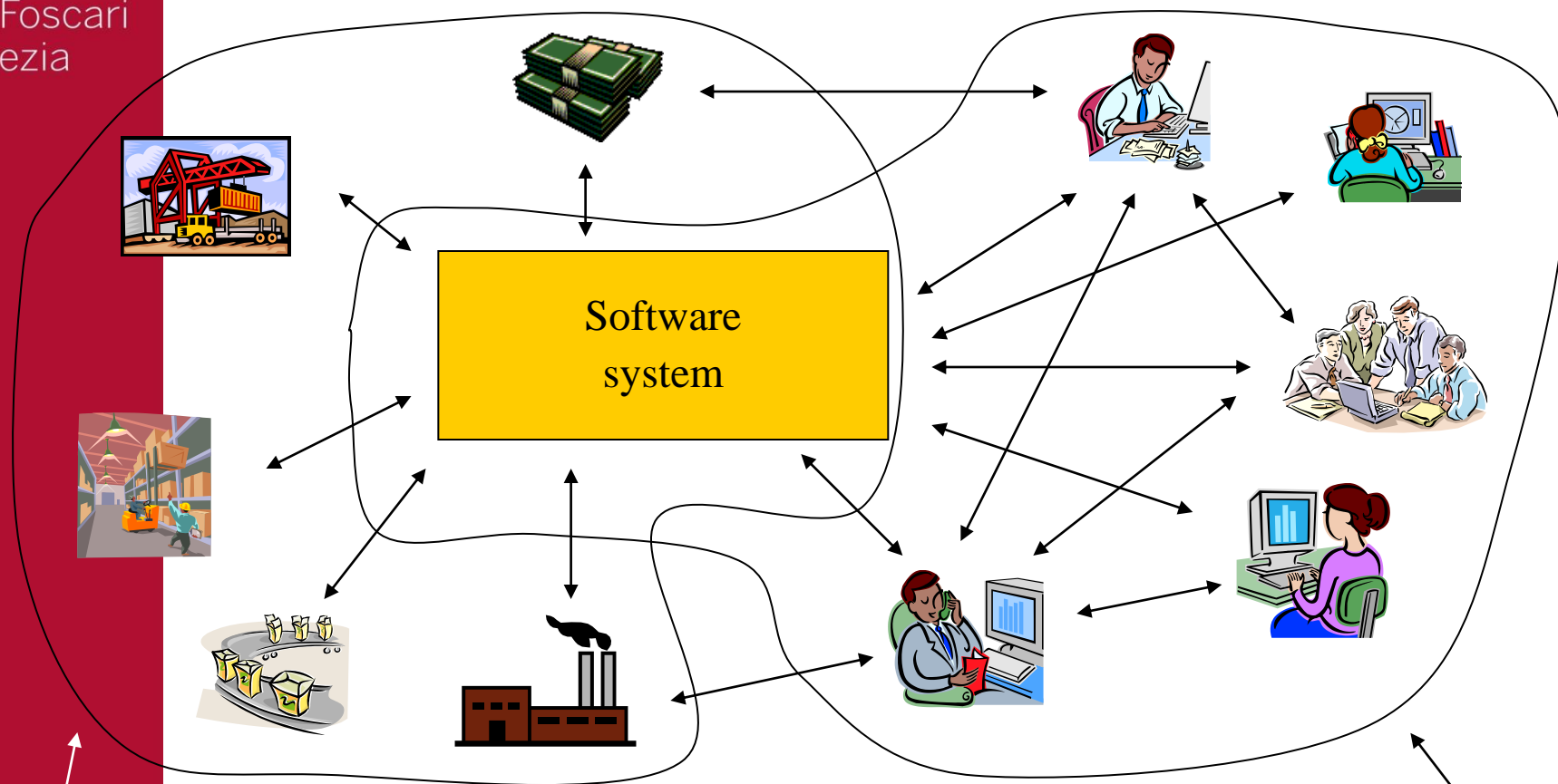
Università
Ca' Foscari
Venezia

Sistemi industriali



Struttura di un tipico sistema industriale

Sistemi informativi (ERP, SCM, BI, CRM)



*Technological
system*

*Human
system*

**Sistema informativo :
technological system + human system**

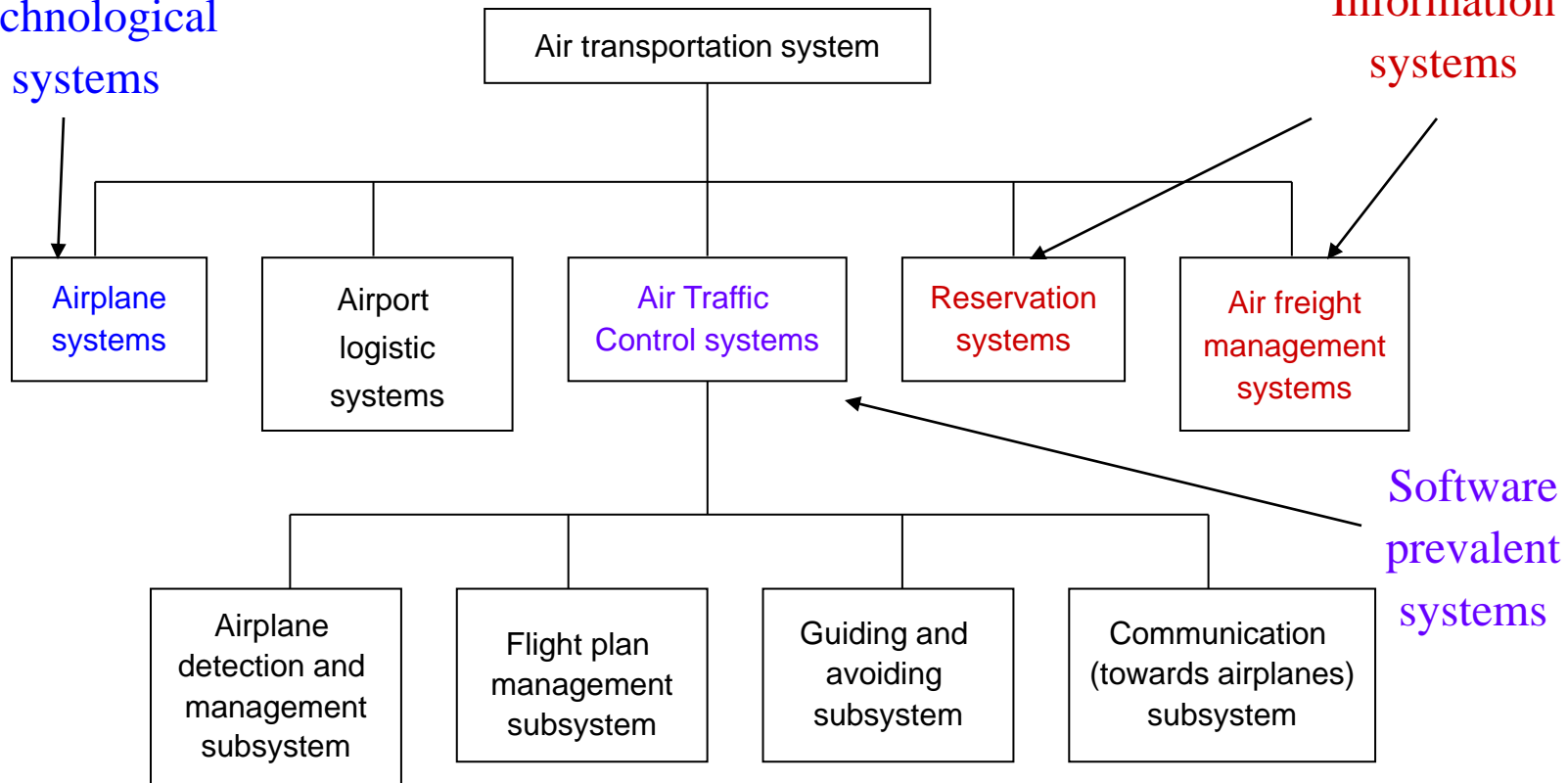


Università
Ca' Foscari
Venezia

Esempio

Technological
systems

Information
systems



Decomposizione gerarchica di un sistema complesso



Università
Ca' Foscari
Venezia

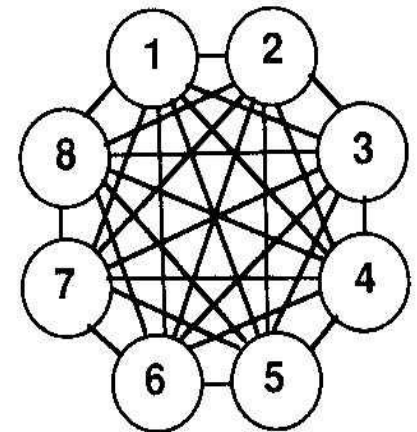
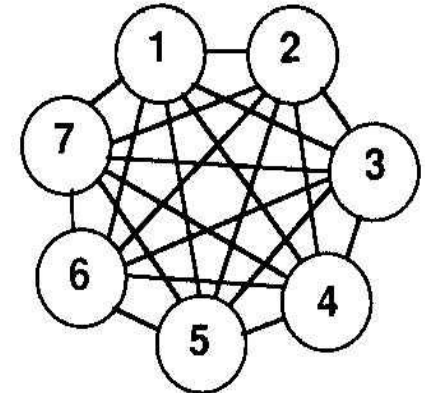
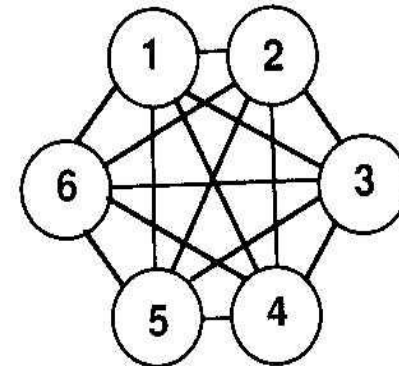
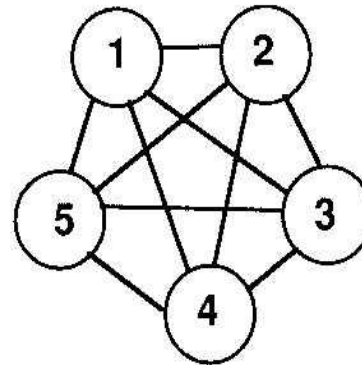
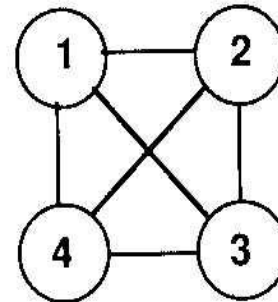
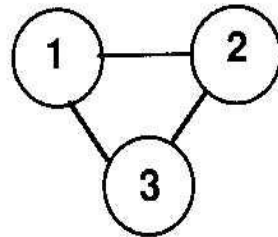
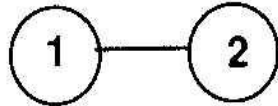
Complessità dei sistemi

- *Numero dei sottosistemi*
 - Ampiezza dell'albero di decomposizione del sistema
 - Profondità dell'albero di decomposizione del sistema
- *Eterogeneità di tipo dei sottosistemi*

Type of system	Scientific bases
Software system	Computer science
Technological system	Physics
Human system	Human sciences

Difficoltà teorica nel definire la relazione tra i sottosistemi

Problema di scalabilità dei sottosistemi





Affidabilità di un sistema

- L'interdipendenza delle componenti fa sì che gli errori possano essere propagati in tutto il sistema.
- I fallimenti possono essere dovuti a interrelazioni tra componenti di cui non si è tenuto conto
- L'affidabilità dipende dall'affidabilità dell'hardware, del software e degli operatori
- **Resilience** = abilità del sistema di continuare ad operare correttamente in presenza di fallimenti di una o più componenti



Università
Ca' Foscari
Venezia

Proprietà emergenti

- Proprietà del sistema visto globalmente, che non necessariamente possono essere derivate dalle proprietà delle singole componenti del sistema
- Possono essere conseguenza delle relazioni che intercorrono tra le componenti del sistema
- Sono proprietà che possono essere valutate e misurate solo in seguito all'integrazione delle componenti del sistema.



Esempi di proprietà emergenti

- Il peso complessivo del sistema
 - Può essere calcolato a partire dalle proprietà delle componenti del sistema
- L'affidabilità del sistema
 - Dipende dall'affidabilità delle singole componenti e dalle relazioni che intercorrono tra le componenti
- L'usabilità di un sistema
 - Non dipende solo dalle componenti hw o sw, ma anche dall'ambiente e dagli operatori



Fattori che influenzano l'affidabilità

- Affidabilità dell'hardware
 - Qual è la probabilità che una componente hardware si rompa e quanto tempo ci vuole a ripararla?
- Affidabilità del software
 - Qual è la probabilità che il software produca un output non corretto?
- Affidabilità degli operatori
 - Qual è la probabilità che un utilizzatore del sistema commetta un errore?



I sistemi e il loro ambiente

- I sistemi non sono indipendenti, ma sono inseriti in un **ambiente**, la cui conoscenza va inclusa nella specifica
- L'obiettivo di un sistema più essere di **modificare** il proprio ambiente (es. sistema di riscaldamento)
- L'ambiente può **condizionare** il comportamento del sistema (es. blackout)
- Un sistema può essere visto come un sottosistema del proprio ambiente
- Sull'ambiente si devono fare delle **assunzioni**



Università
Ca' Foscari
Venezia

Sistemi e sottosistemi

Città

Strada

Edificio

Sistema di
riscaldamento

Sistema
elettrico

Sistema
idraulico

Sistema
di
allarme

Sistema
edile

Sistema
utenti



Università
Ca' Foscari
Venezia

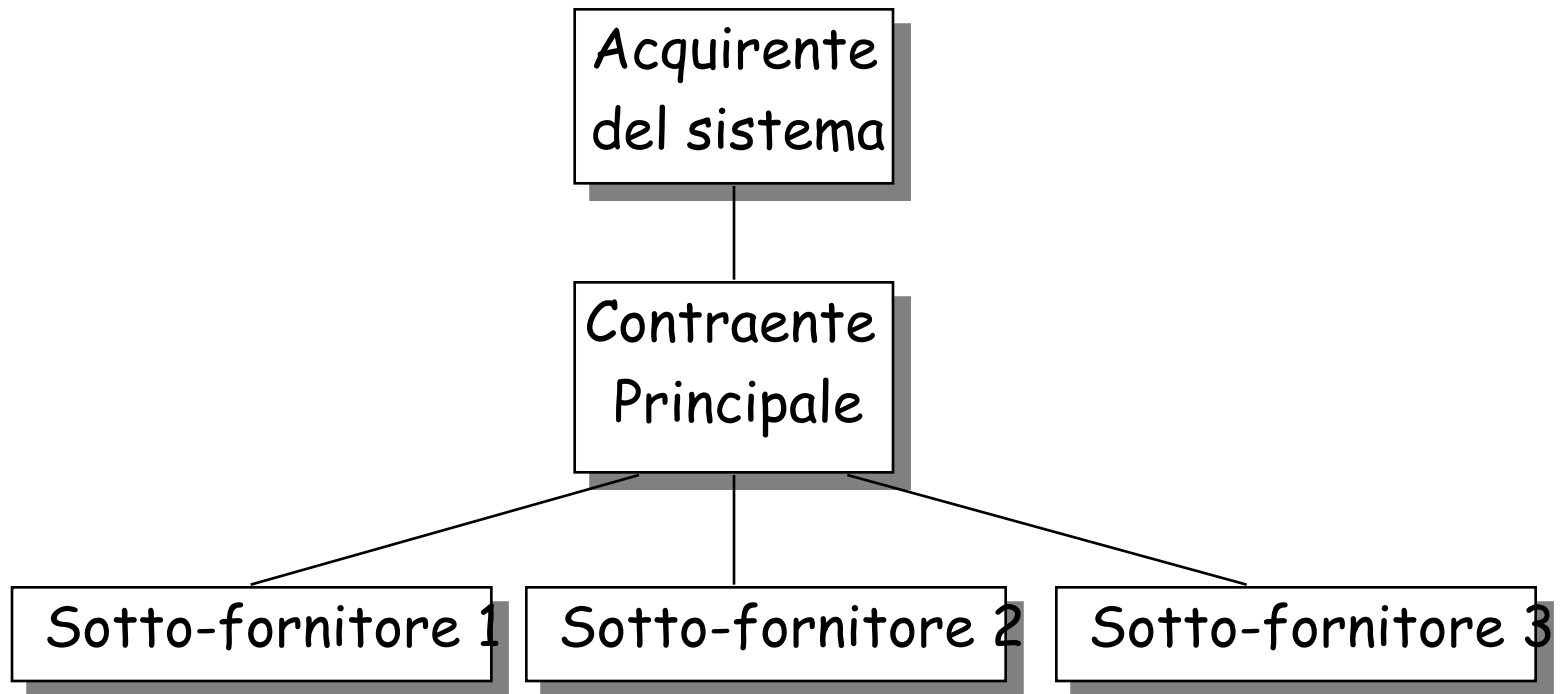
Acquisizione di un sistema

- Un sistema può essere costruito o acquisito.
- Per acquisire un sistema per una azienda per soddisfare una qualche necessità è necessario dare la **specifica** del sistema e **l'architettura** di progetto
- Scegliere tra sistemi o sottosistemi da comprare “off the shelf” e quelli da sviluppare in modo specifico su contratto.
- Fornitori e sotto-fornitori



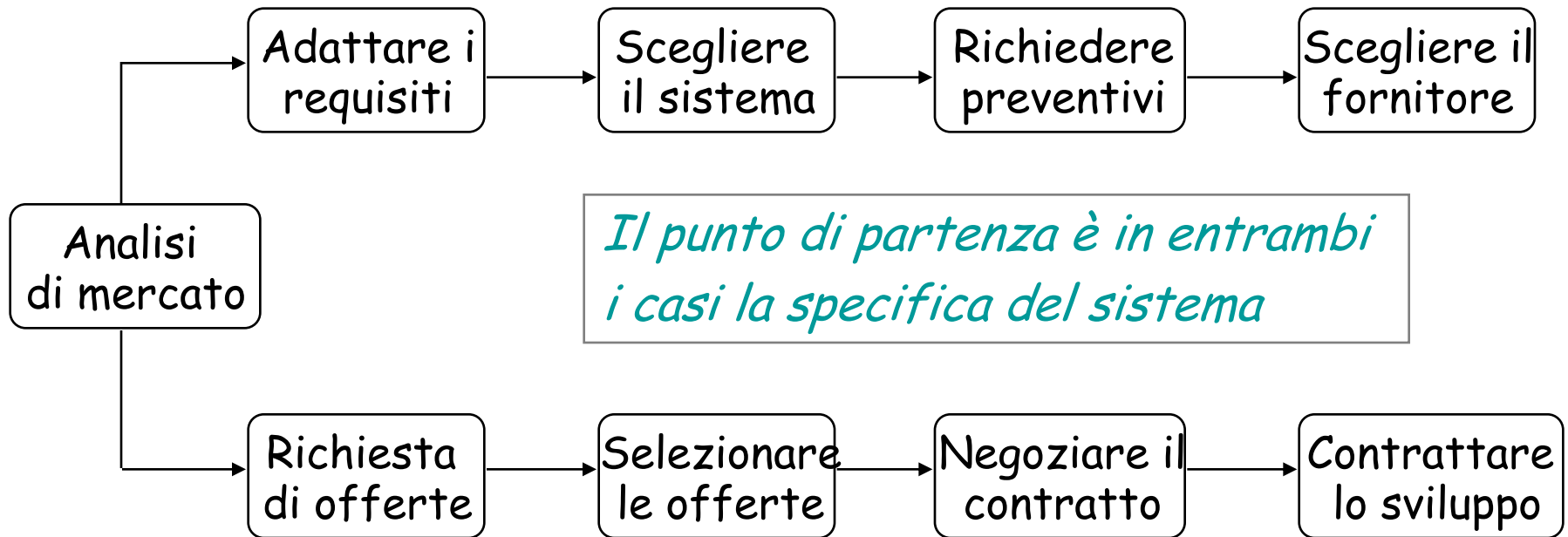
Università
Ca' Foscari
Venezia

Modello contraente/sottofornitori



Acquisizione di un sistema

sistemi "off the shelf"



sistemi dedicati



Università
Ca' Foscari
Venezia

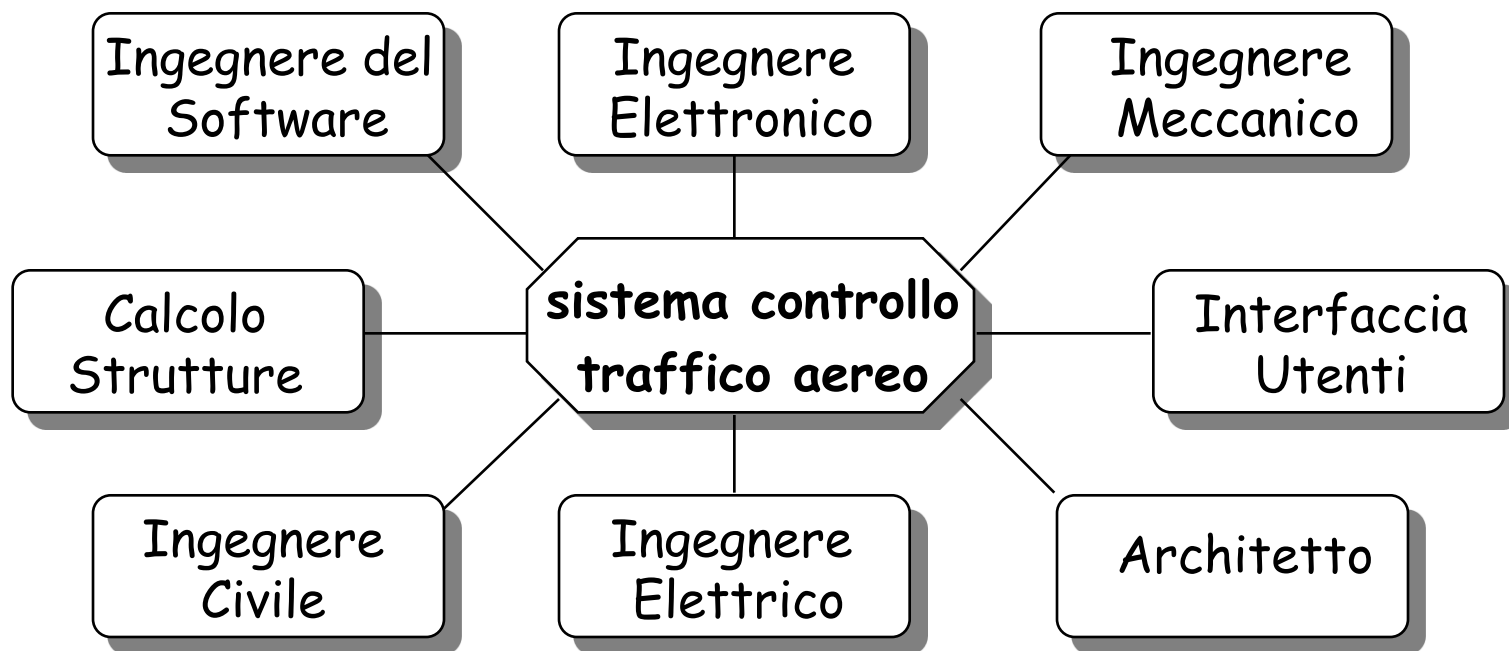
Progettazione di un sistema

- Coinvolge inevitabilmente tecnici di aree diverse, con problemi di “vocabolario” e metodologia
- Usualmente segue un modello di sviluppo a cascata, per poter sviluppare parallelamente le diverse componenti del sistema
- C'è poco spazio per iterazioni tra le varie fasi, per gli alti costi di modifica
- Il sottosistema “software” è quello più flessibile (fa da collante)



Università
Ca' Foscari
Venezia

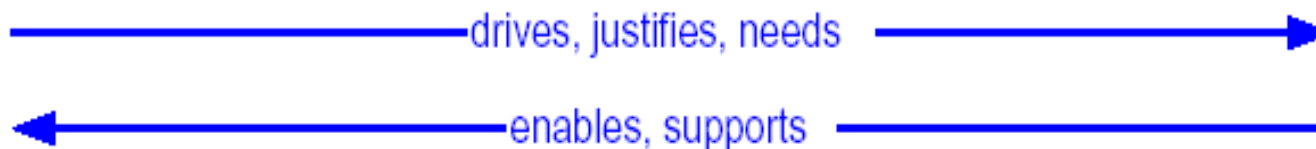
Multidisciplinarietà



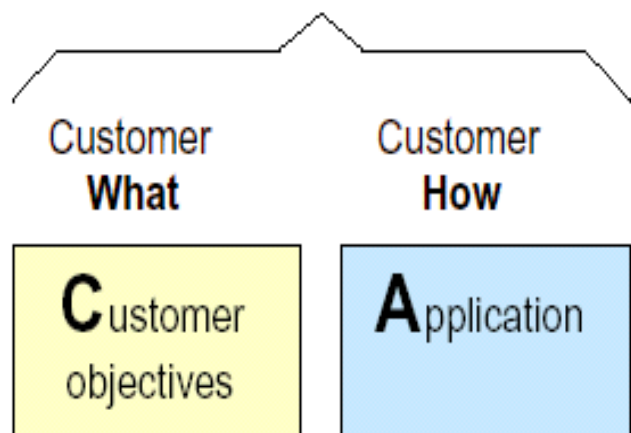


Università
Ca' Foscari
Venezia

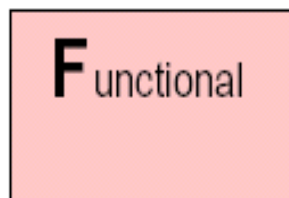
Architettura di riferimento



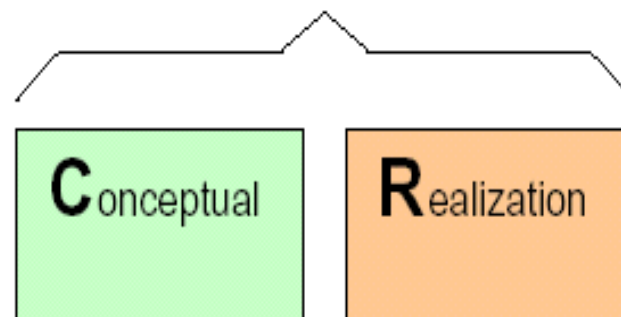
What does Customer need
in Product and **Why?**



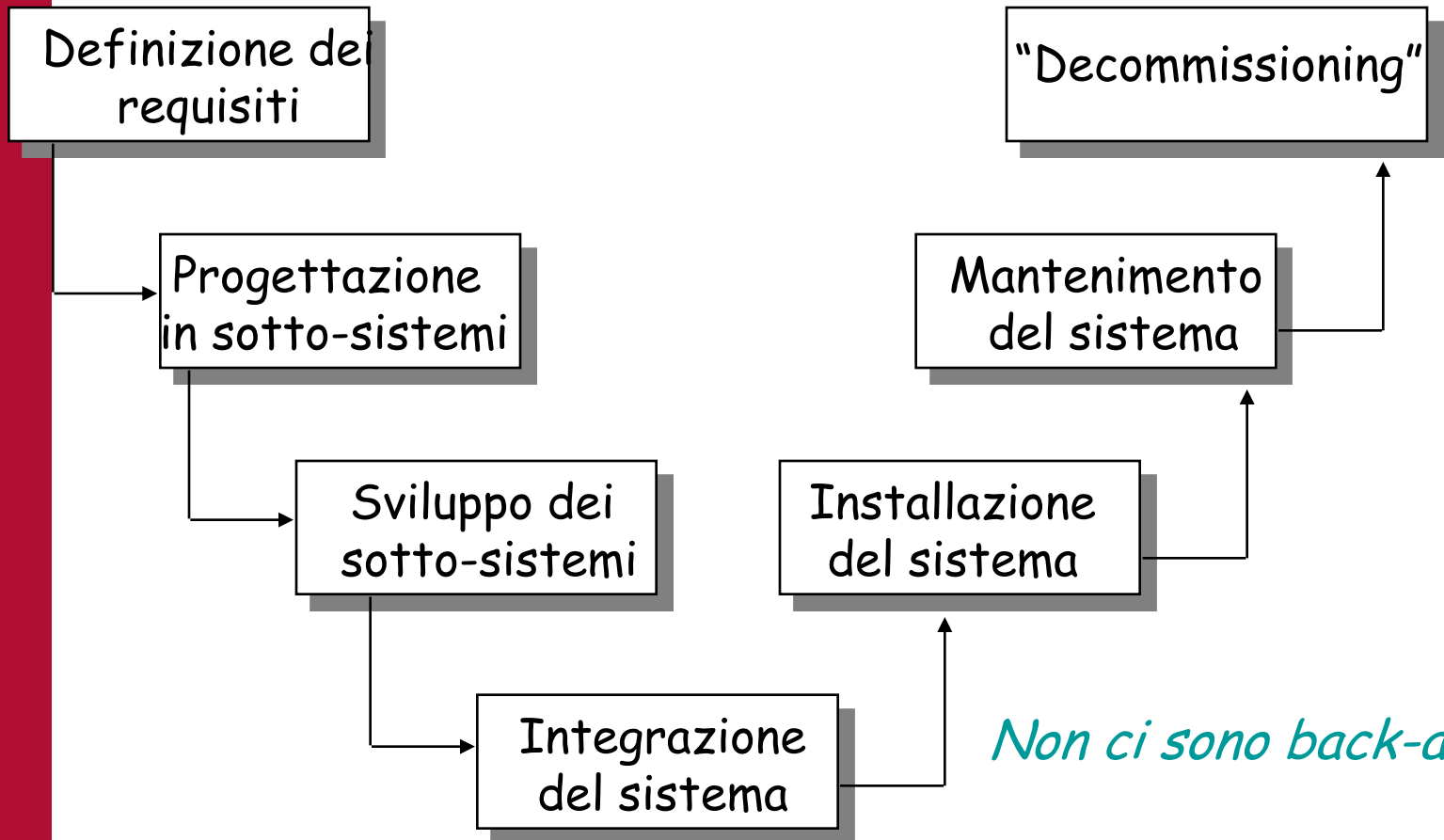
Product
What



Product
How



Sviluppo di un sistema

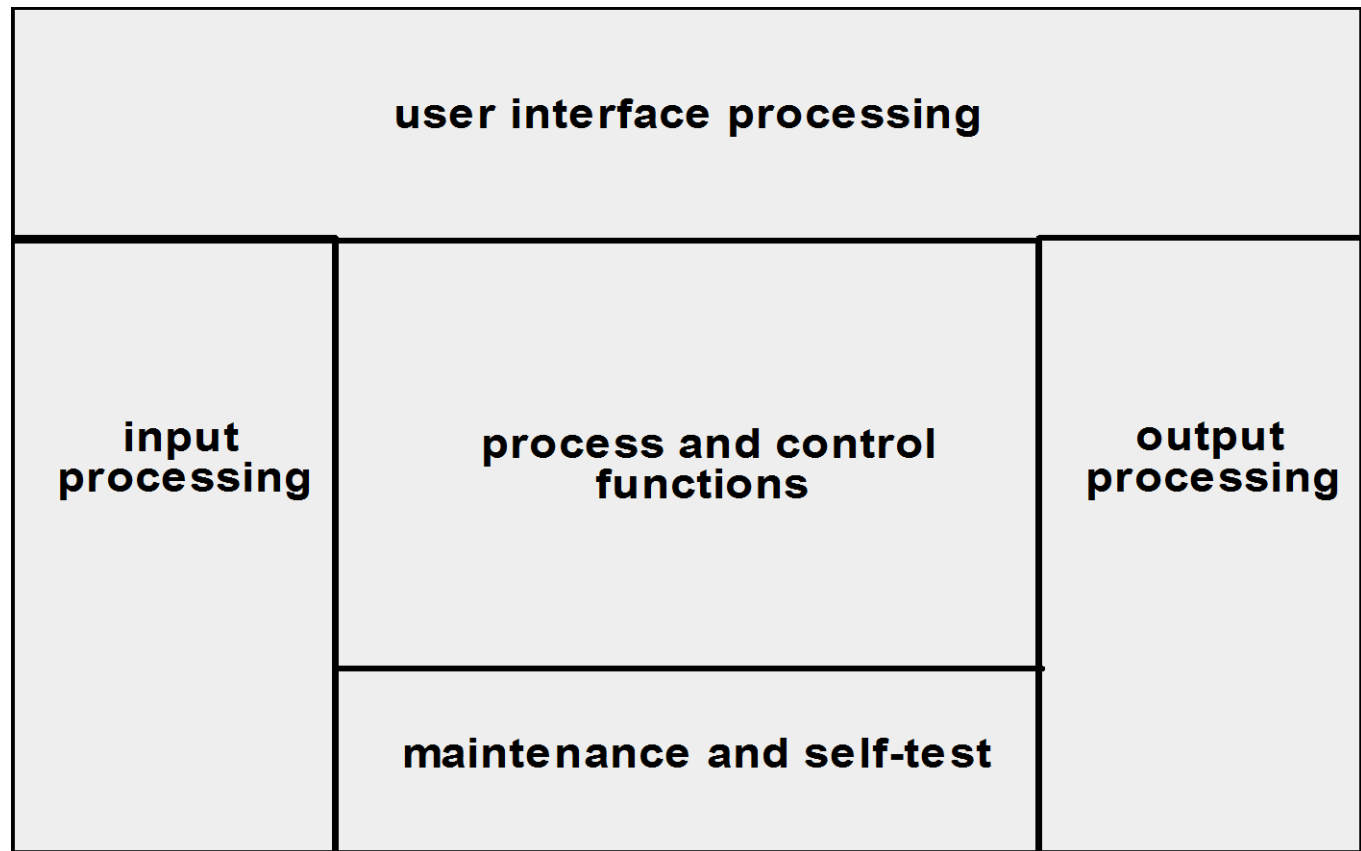




Requisiti di un sistema

- Quali sono i requisiti globali del sistema?
- Requisiti **funzionali**: cosa il sistema deve fare
- Requisiti **non funzionali**:
 - **proprietà** del sistema, ad es. sicurezza, efficienza...
 - **vincoli** sul sistema, ad es. vincoli d'ambiente...
 - caratteristiche che il sistema **non** deve esibire

Template di un sistema informatico



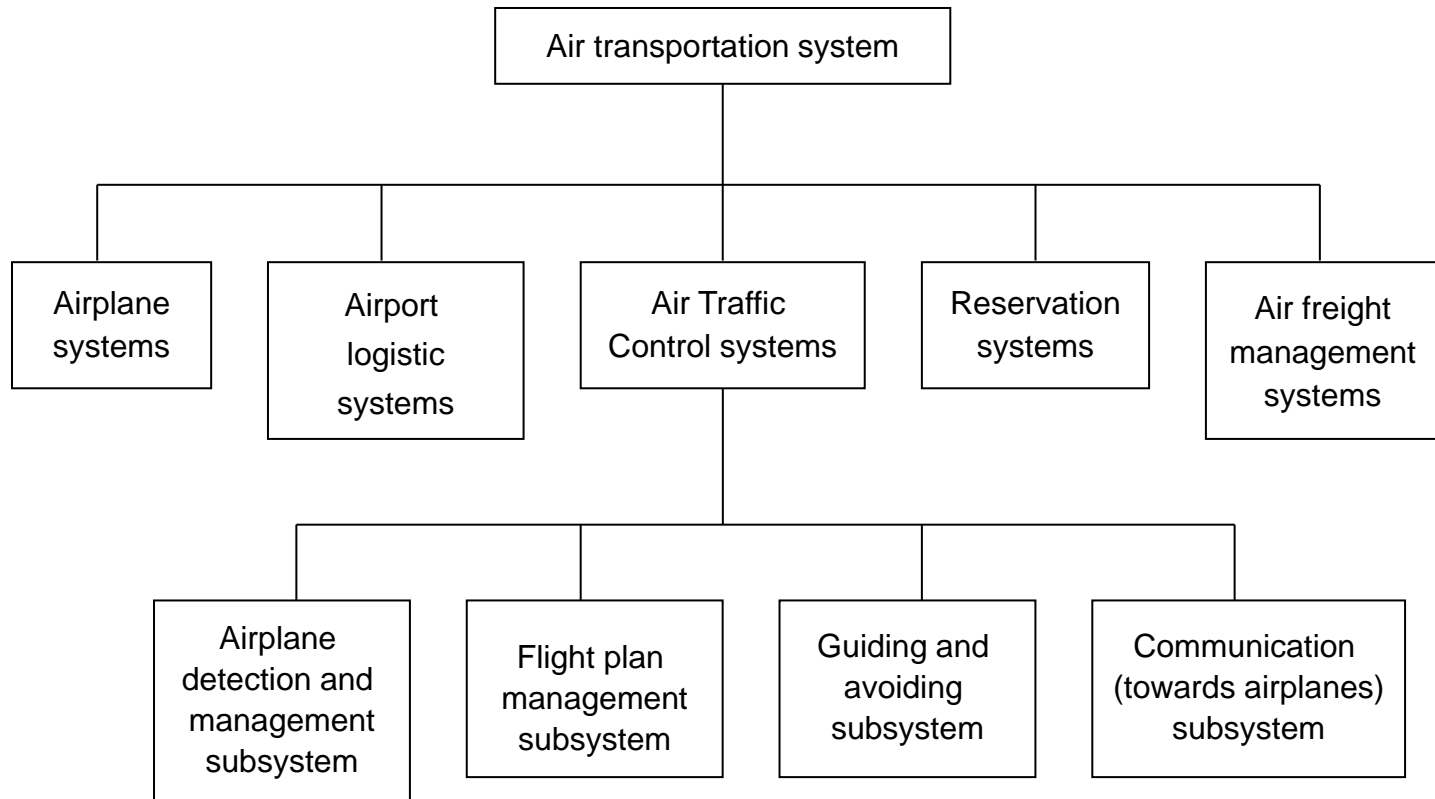
Modellare l'architettura di un sistema

- Il modello architeturale di un sistema mostra in modo astratto la struttura in sottosistemi
- Modelli gerarchici: organizzazione ad albero
- Modelli funzionali: rappresentano i flussi di informazione tra i vari sottosistemi
 - Usualmente è presentata in **diagrammi a blocchi**
 - Dal modello si dovrebbero identificare i diversi tipi delle componenti funzionali di un sistema
 - FFDB, DFD, Behaviour diagrams...



Università
Ca' Foscari
Venezia

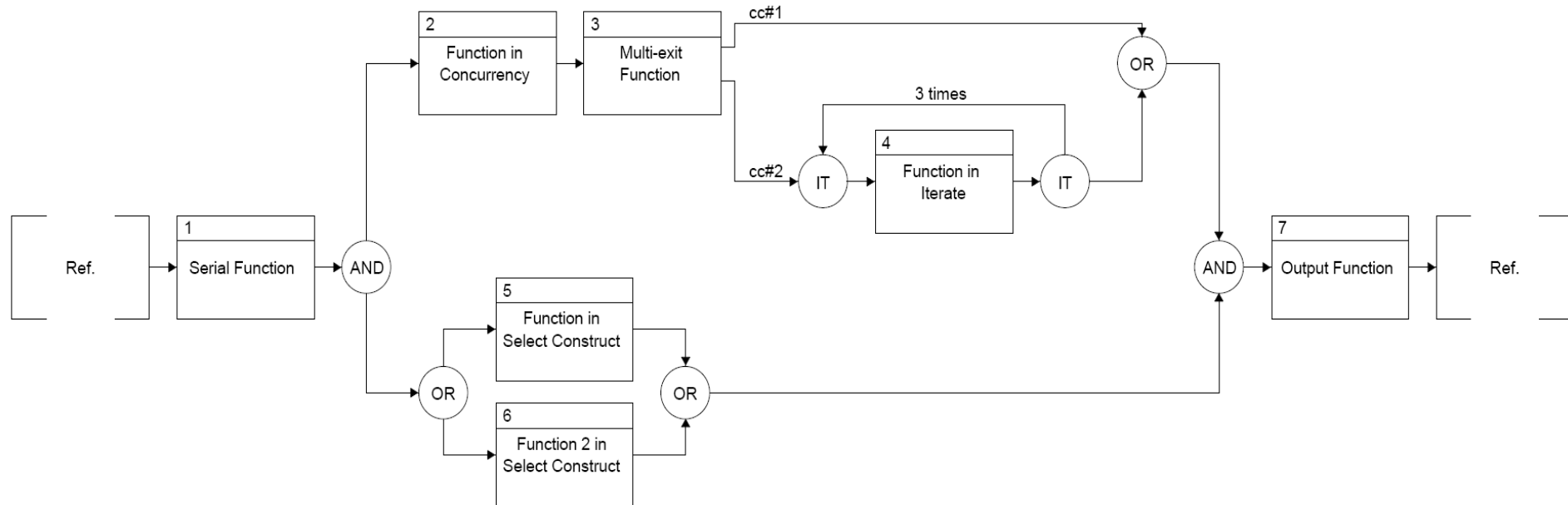
Modello gerarchico (statico)



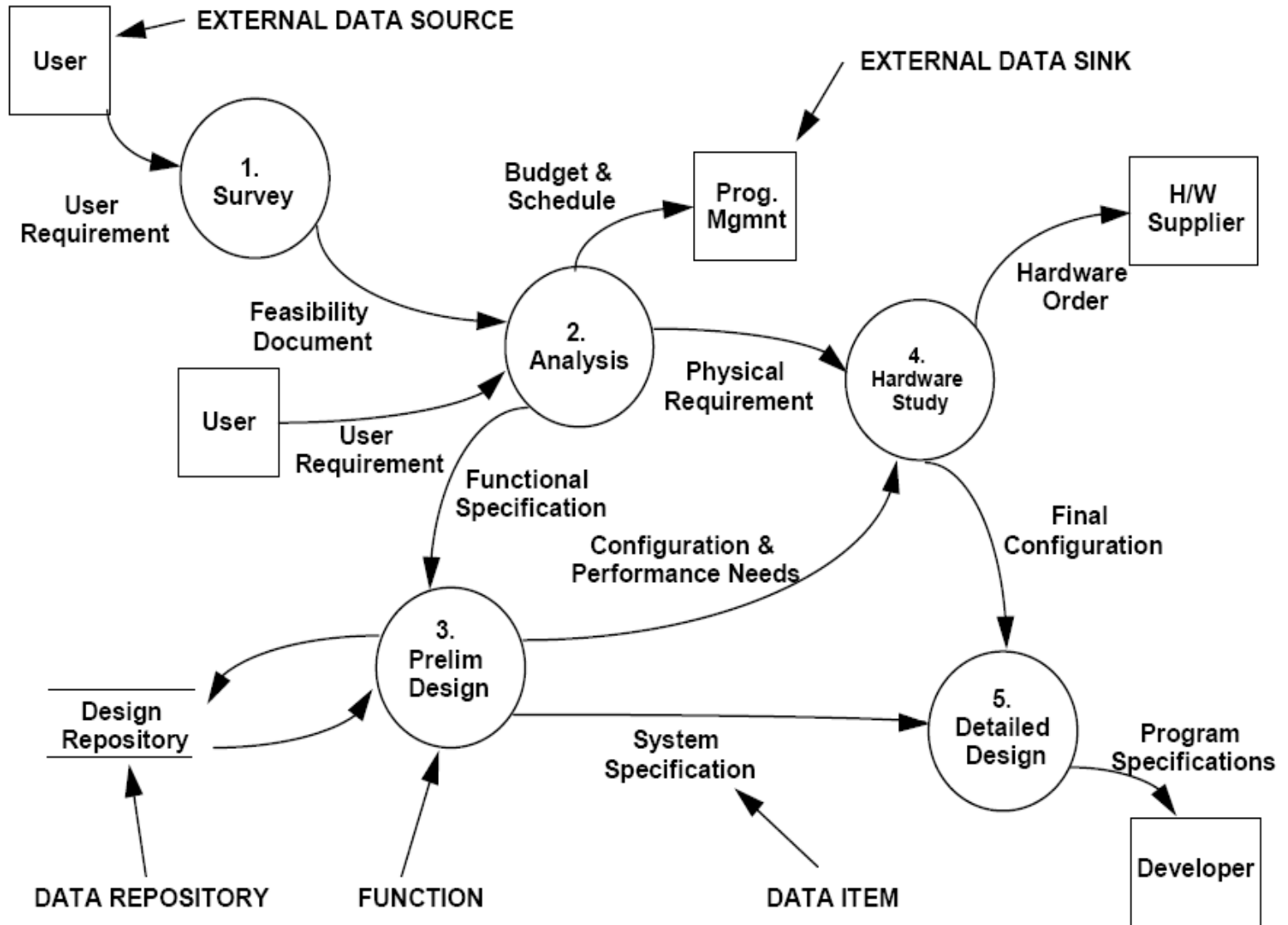


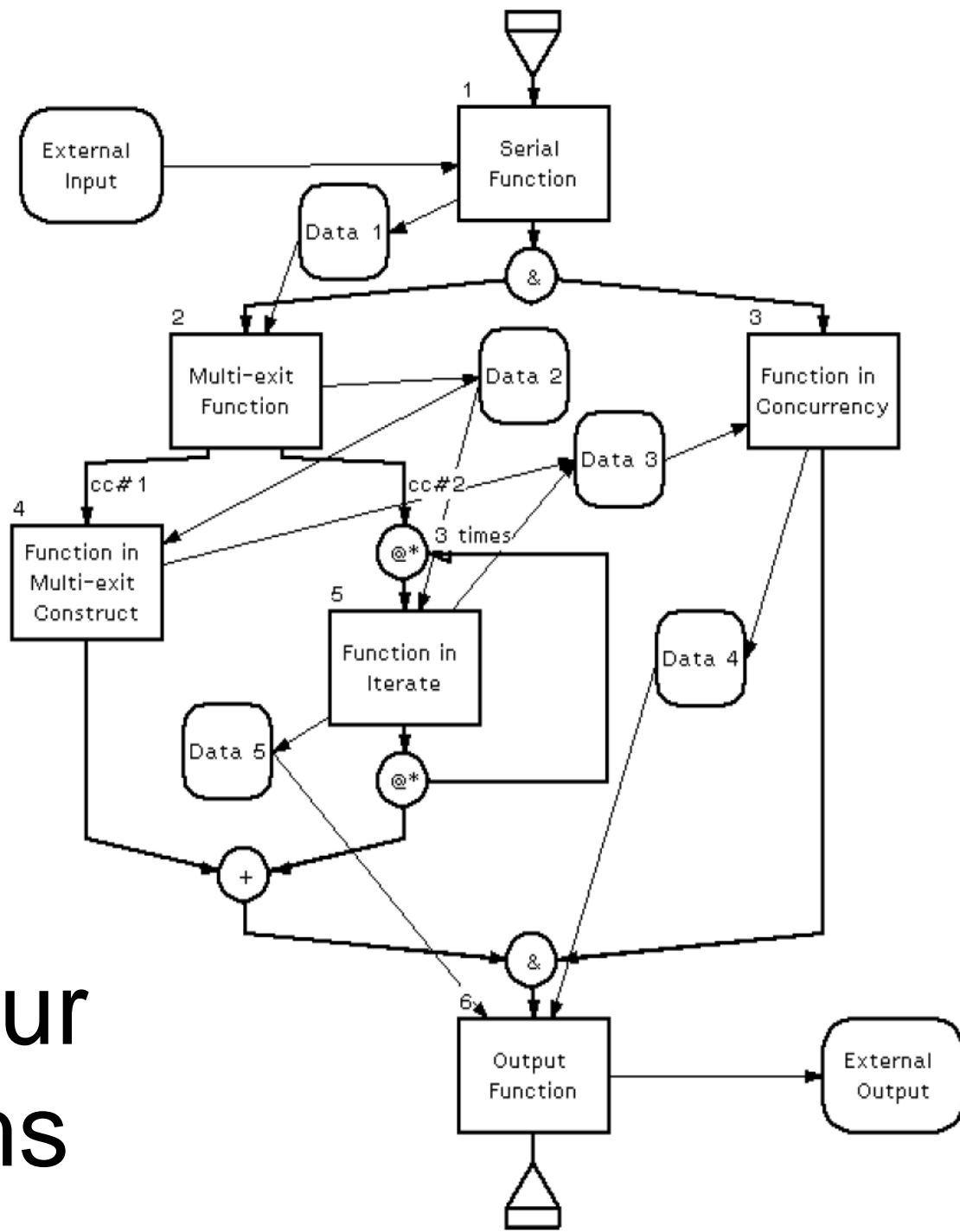
Università
Ca' Foscari
Venezia

FFDB: Function Flow Block Diagrams



DFD Data Flow Diagrams





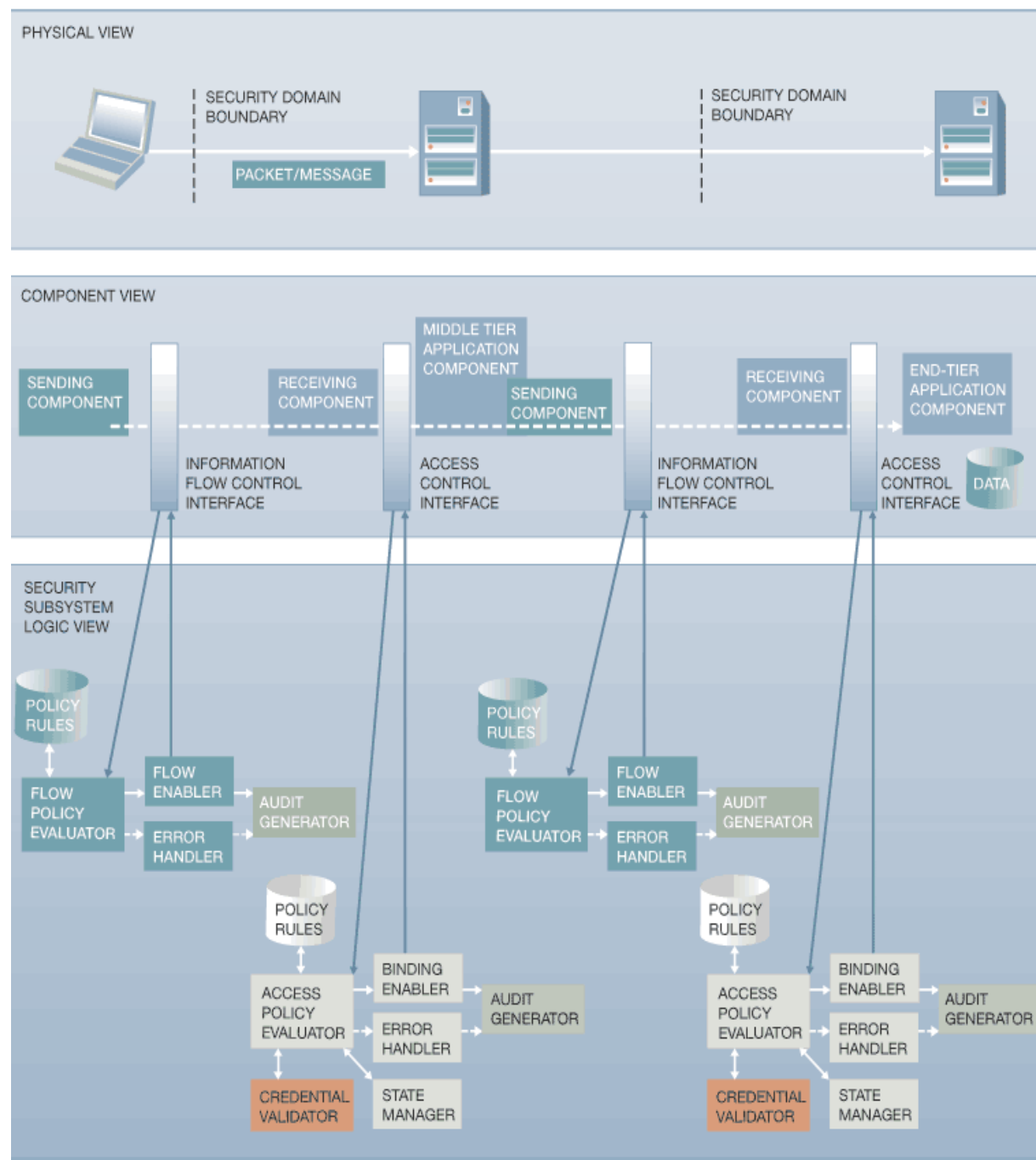
Behaviour diagrams



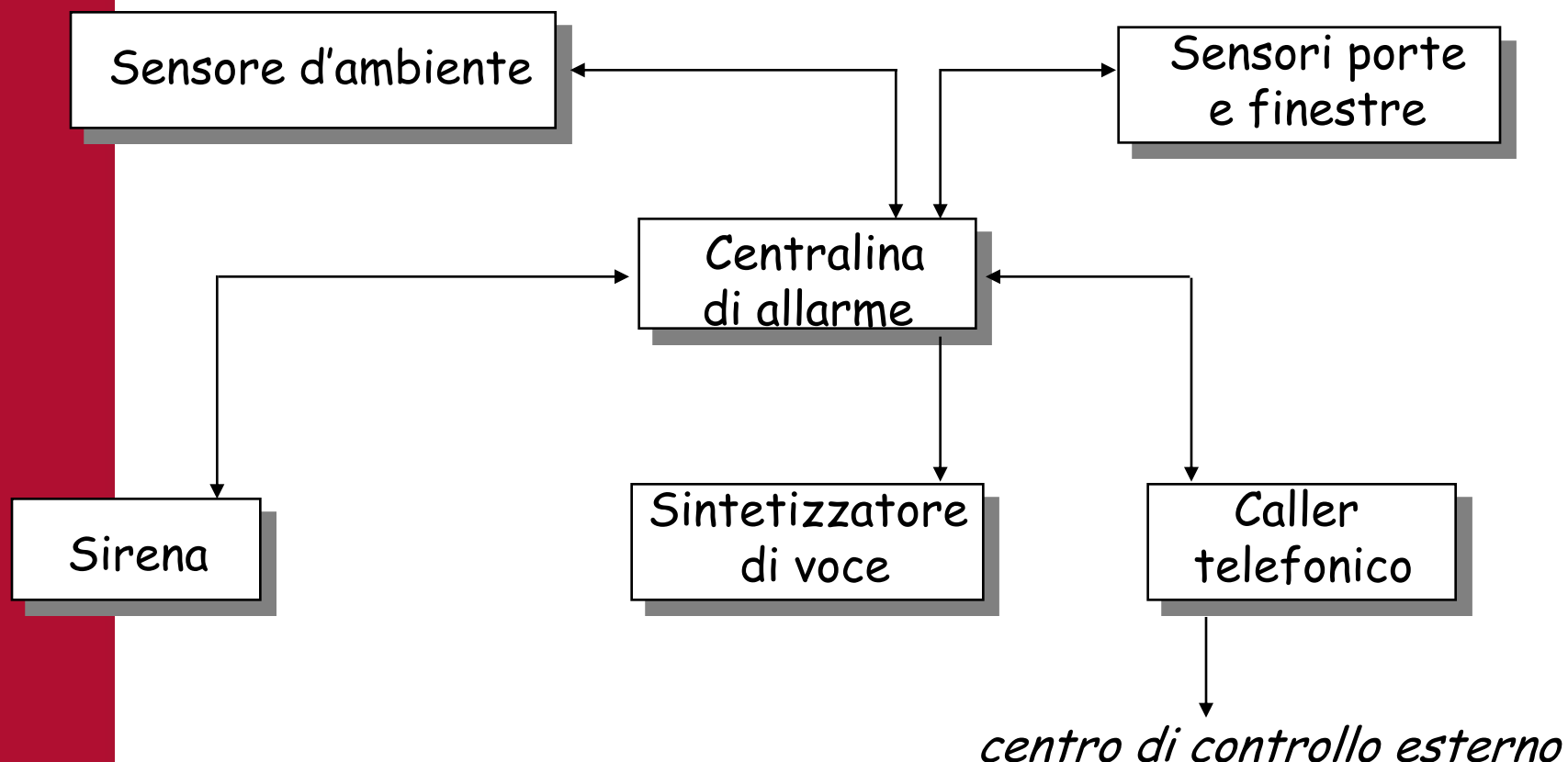
Università
Ca' Foscari
Venezia

Mixed models

Figure 11 Three-tier client/server input flow with security subsystems



Esempio: un sistema di allarme





Le componenti funzionali di un sistema

- **Sensori**: derivano informazione dall'ambiente
- **Attuatori**: determinano cambiamenti nell'ambiente
- Componenti di **calcolo**: eseguono delle computazioni input -> output
- Componenti di **comunicazione**: permettono ad altre componenti del sistema di comunicare
- Componenti di **coordinamento**: coordinano le operazioni delle varie componenti
- **Interfacce**: trasformano rappresentazioni usate in una componente del sistema in un'altra rappresentazione

Esempio

