



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione



POLITECNICO DI MILANO
DEI

Sistemi ad Eventi Discreti

Prof. Luca Ferrarini

Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

Laboratorio Daisy

Distributed Automaton Systems

<http://daisylab.deib.polimi.it/>



- **Docente**

LUCA FERRARINI

Dipartimento di Elettronica e Informazione

Politecnico di Milano

Tel 02 - 23 99 36 72

email Luca.ferrarini@polimi.it



- **Orario e modalità di ricevimento**

Preferibilmente, subito prima o dopo le lezioni (online e offline);
in alternativa, su appuntamento

NB: non mandate mail se non strettamente necessario... grazie!



- **Orario del corso**

MARTEDI'	13.15-15.15	9.1.2 (in presenza!)
MERCOLEDI'	11.15-12.15	classe virtuale
GIOVEDI'	13.15-15.15	5.0.1 (in presenza!)
- **Esercitazioni**

Svolte non in giorni fissi, ma secondo necessità
Ing. R. Babini (riccardo.babini@polimi.it)
- **Distribuzione ore**

Lezione 30 ore (+ripetizioni)
Esercitazioni 20 ore (+ ripetizioni)
- **Seminari di approfondimento**

1 o 2 nel corso se possibile. Temi: efficienza energetica / automazione / PLC .
Date da stabilirsi in base alla disponibilità dei relatori.



Materiale per l'esame



- **Sito web ufficiale del corso**
andare sul sito di **corsi on line / Beep** del Poli
(Beep -> SED Home -> **Informazioni sul corso e docenti** ->
seguire il link del messaggio->
https://ferrarini.faculty.polimi.it/sed-blended-2020/sed_blen_2020.php)

- **Materiale didattico del corso**
Libri, eserciziari, dispense, temi d'esame risolti
Il corso e' interamente coperto!

- **Esami:** scritto
Date da fissare



Cos'è l'Automazione Industriale?



Automazione Industriale:

insieme di discipline (modelli, metodi e strumenti) che permettono di analizzare e progettare *sistemi automatici di controllo* di impianti e processi industriali

Sistema automatico di controllo:

sistema che permette la funzione di governo di impianti, processi, macchine, o sistemi di altra natura (sistemi economici, sistemi ambientali, ecc.) in maniera indipendente dall'operatore umano



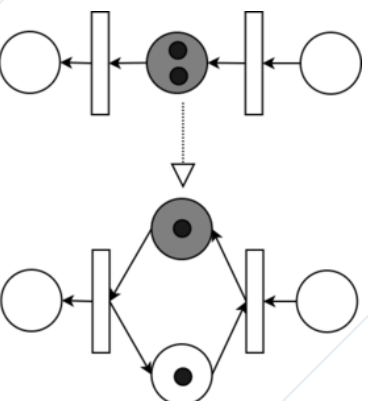
Cosa caratterizza l'Automazione Industriale?

- **“industriale”**

tra i vari sistemi che possono dare origine a “problemi di controllo” qui ci si concentra solo su sistemi provenienti dal mondo industriale

- **strumenti matematici**

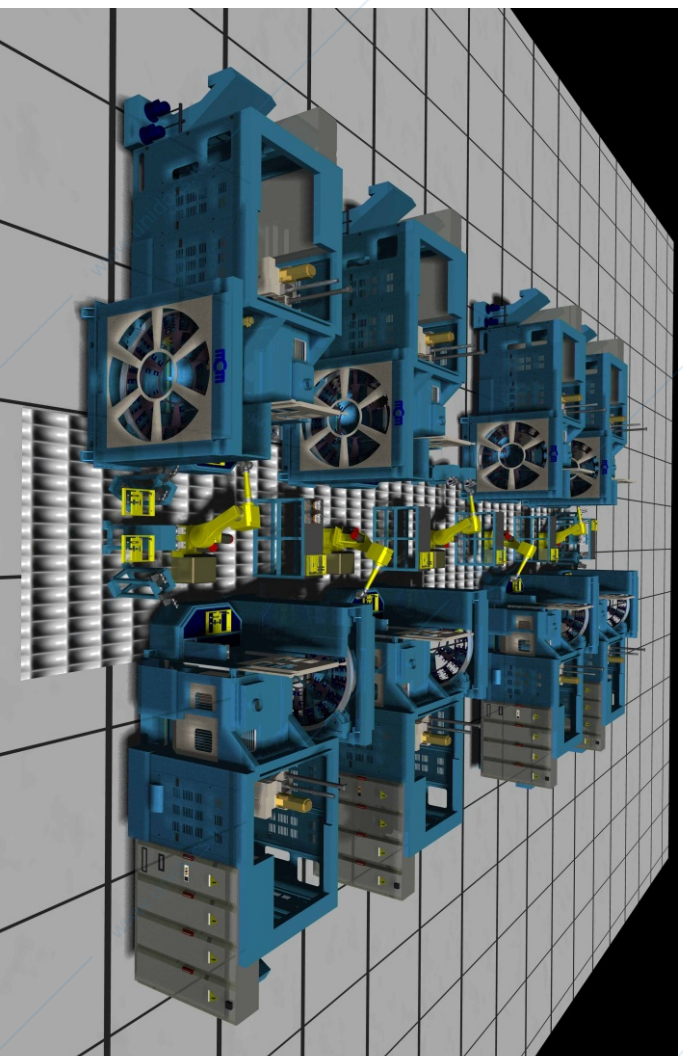
i modelli matematici sono a stati discreti (numero finito di valori) e transizioni discrete (eventi), detti **sistemi dinamici ad eventi discreti**, quindi molto diversi dai sistemi “guidati dal tempo” (sistemi dinamici a tempo continuo o a tempo discreto) visti in Automatica





Cosa caratterizza l'Automazione Industriale?

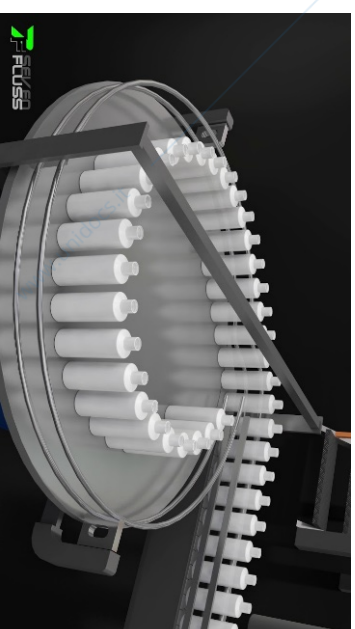
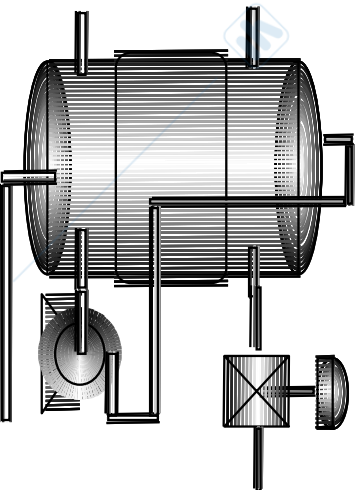
- **impianti da controllare**
 - impianti di produzione discreta, cioè dove si lavorano materie prime per arrivare a prodotti finiti (i "pezzi") dopo una serie di lavorazioni successive attraverso macchine, sistemi di trasporto e di immagazzinamento





Cosa caratterizza l'Automazione Industriale?

- **impianti da controllare**
 - talora i “pezzi” sono flaconi da riempire, gli impianti contengono serbatoi e reattori, i componenti sono pompe e valvole
 - anche se questi impianti sono caratterizzati da dinamiche continue, il problema di controllo è essenzialmente discreto

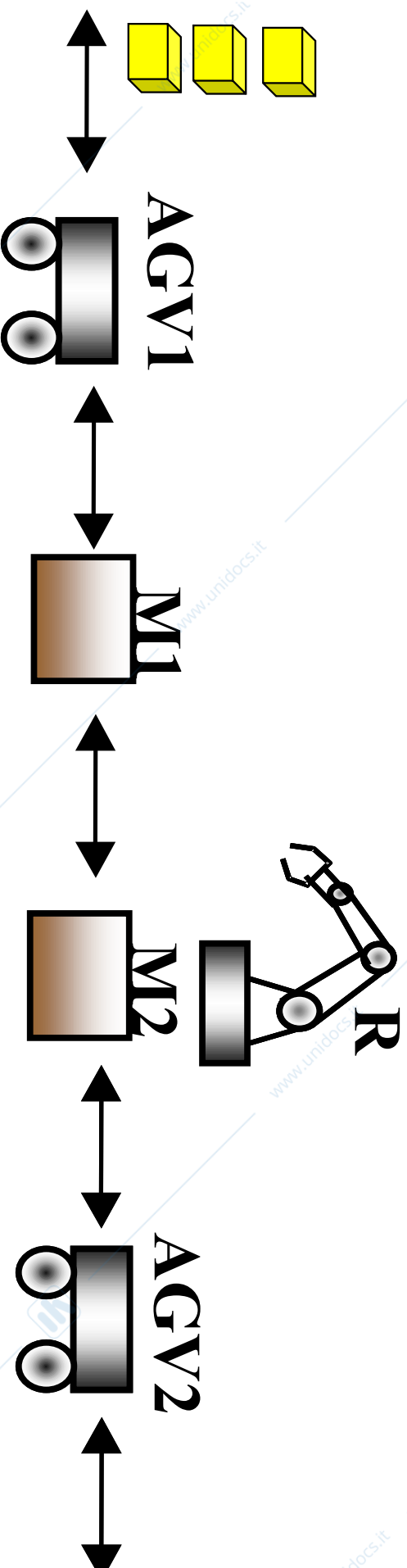




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2

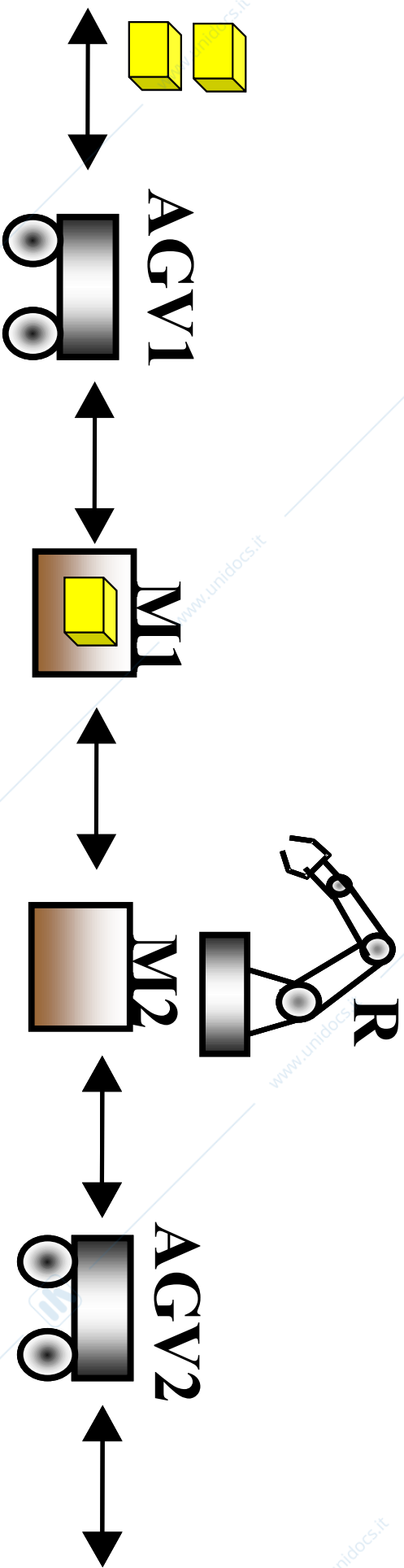




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2

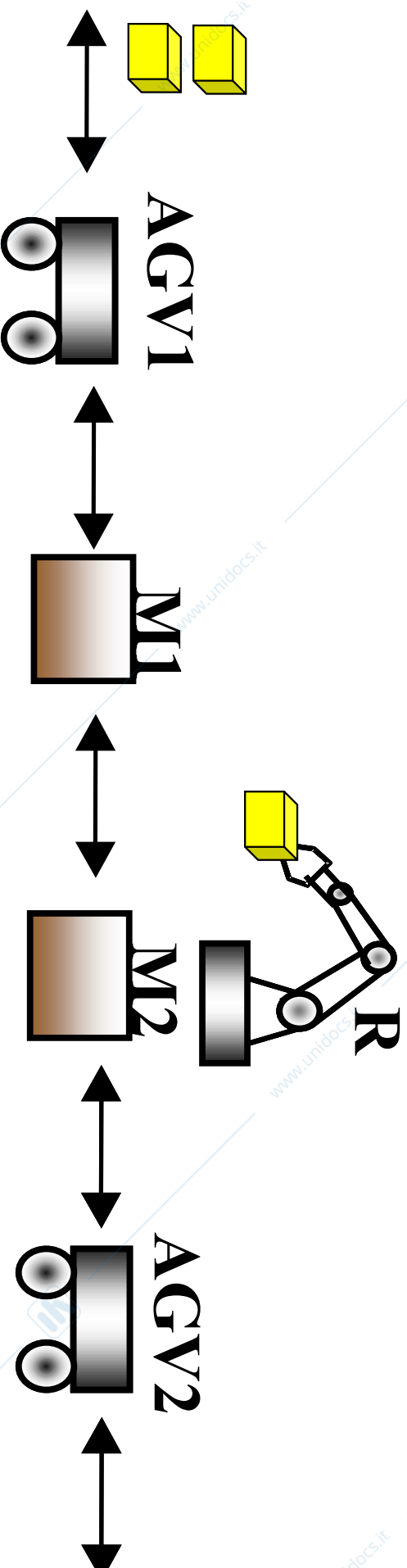




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2

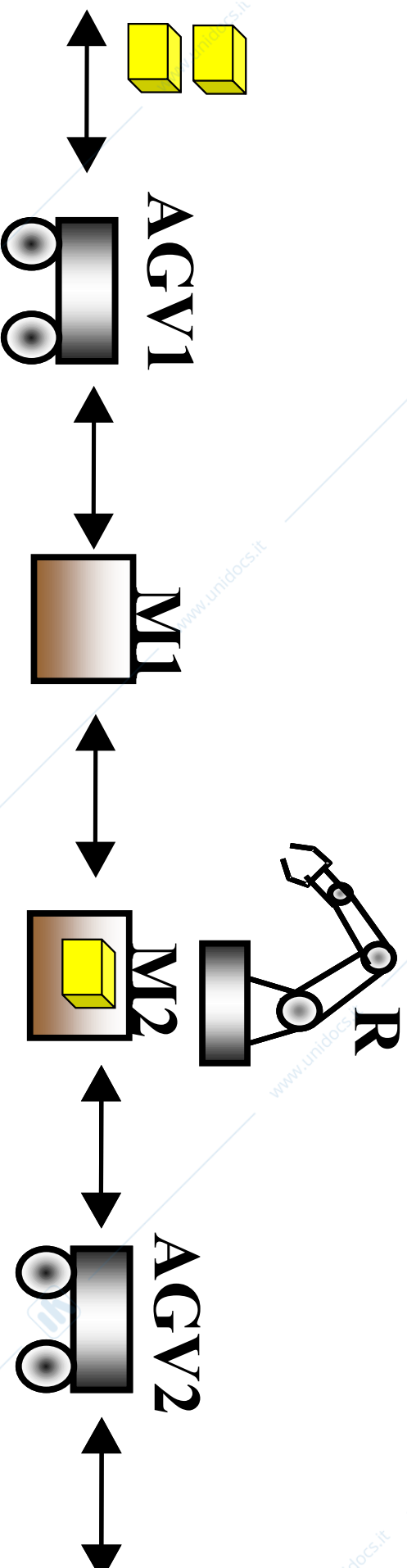




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2

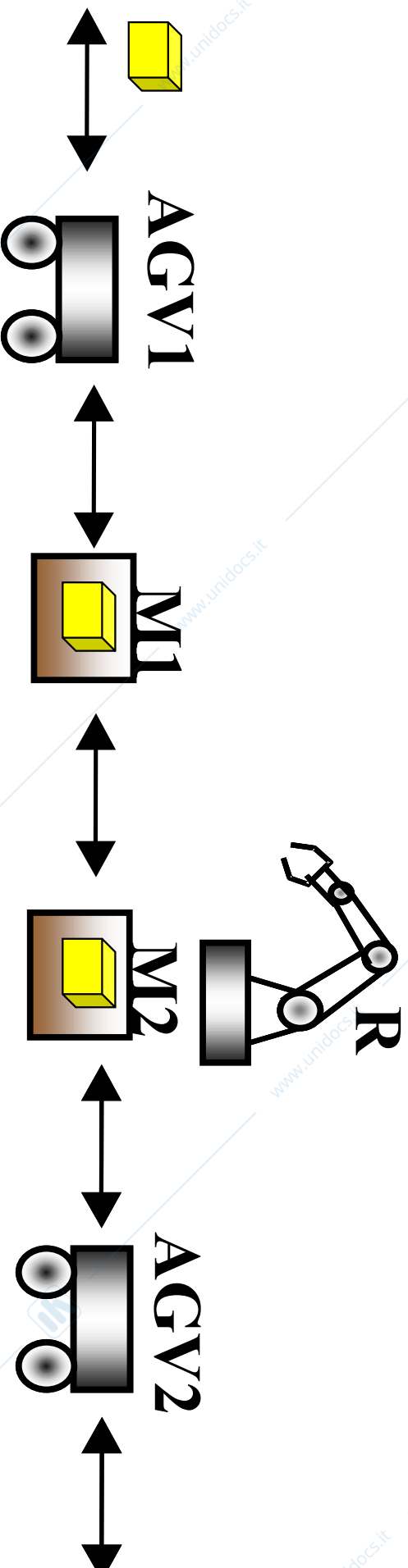




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2

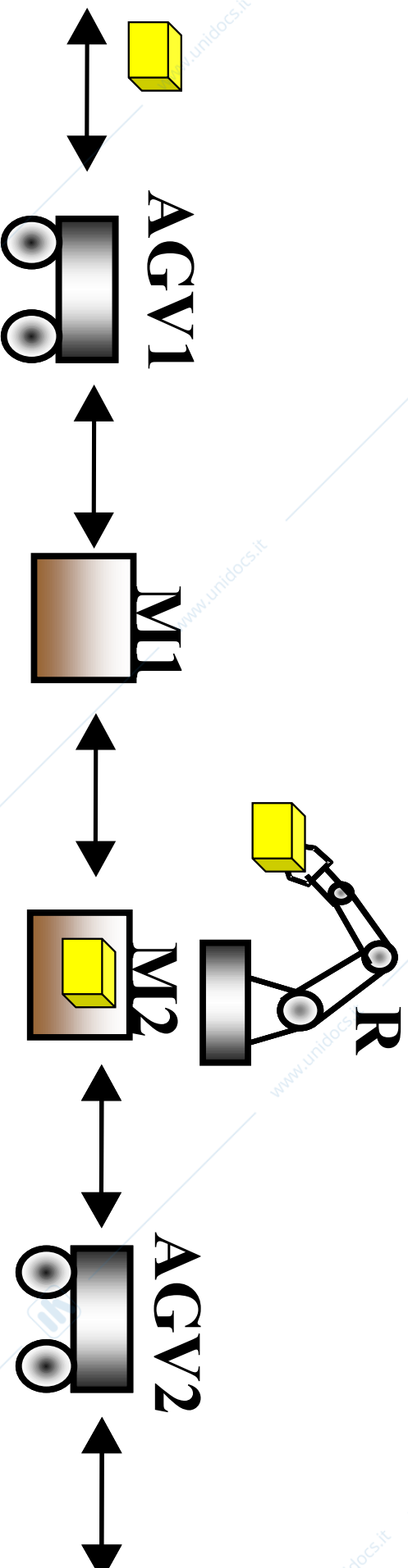




Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2



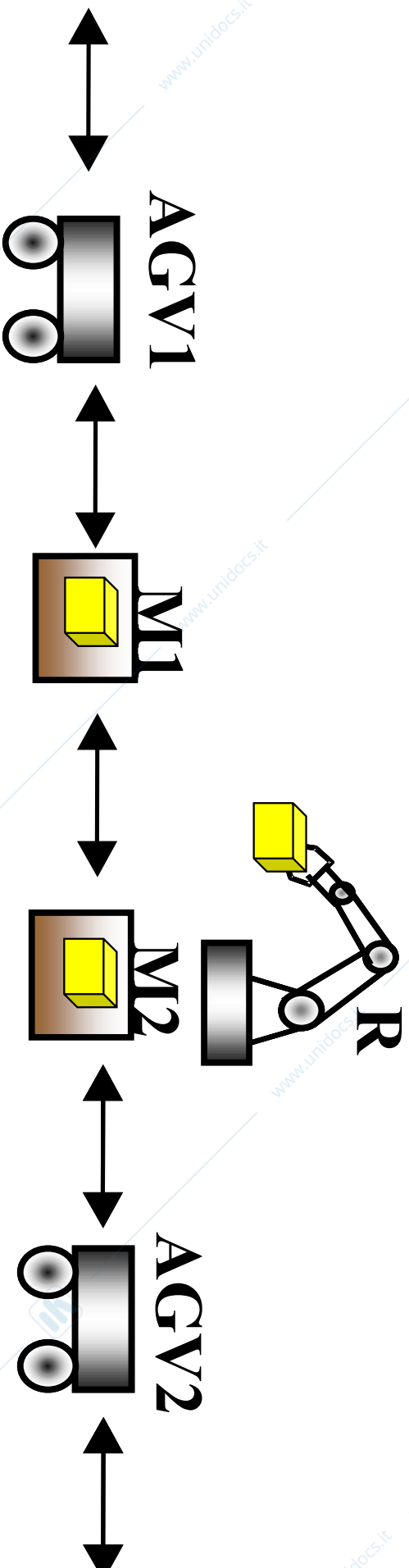
*Sistema in deadlock, anche se può
temporaneamente proseguire*



Esempio di sistema da controllare



Il Robot R può: scaricare M1 su M2, oppure scaricare M2 su AGV2



*Sistema in deadlock, anche se può
temporaneamente proseguire*



Esempio di sistema da controllare

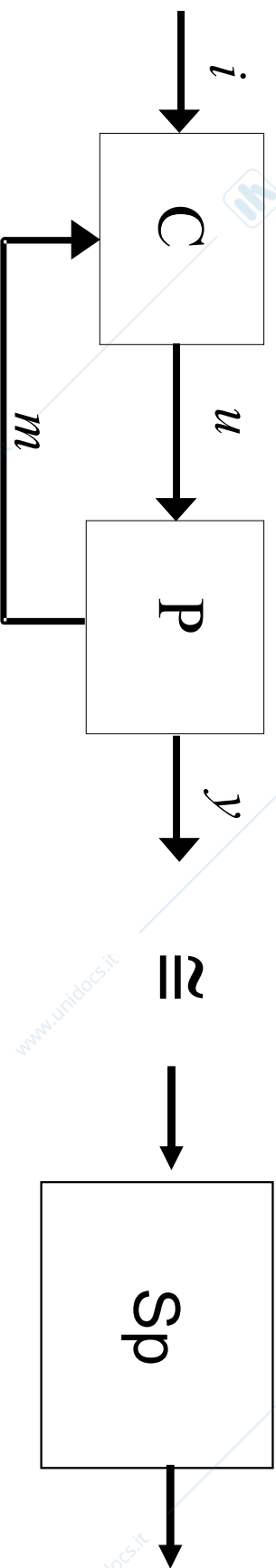


Per tali sistemi occorre:

- coordinare e sincronizzare le attività dei vari componenti del sistema
- evitare occupazioni contemporanee di macchine e dispositivi
- evitare situazioni di blocco
- rispettare le sequenze di lavoro desiderate
- gestire situazioni anomale (es: guasti)

Quindi noi in questo corso:

- impareremo a modellare il comportamento del sistema
- analizzeremo e modificheremo il modello
- alla fine, realizzeremo un software di controllo su un controllore industriale (PLC)



- impianto \Rightarrow modello del sistema da controllare (P)
- dato P e data una specifica del comportamento del sistema in anello chiuso (Sp), determinare un controllore C in modo tale che il sistema in anello chiuso si comporti “il più possibile” in modo simile a quanto specificato
- possibilmente anche a fronte di guasti prevedibili
- trovato C, lo realizzeremo con dispositivi industriali (PLC)



Programma del corso

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari



Il corso è diviso in **due parti**

- Modellistica di sistemi ad eventi discreti (*reti di Petri*)
- Controllori Industriali (*PLC*)

La prima parte occupa circa il 60% del corso



Programma del corso – parte RETI di PETRI



- Definizioni e proprietà delle reti di Petri
- Proprietà formali: Vivezza, limitatezza, reversibilità
- Proprietà strutturali: P-Invarianti, T-Invarianti, Sifoni, Trappole
- Sintesi del controllore con vincoli sullo stato
- *La modellistica dei sistemi con reti di Petri*



Programma del corso – parte PLC

www.unidocs.it



- Controllori logici programmabili (PLC)
- Standard IEC 1131
- LD (Ladder Diagram)
- SFC (Sequential Functional Chart)
- Esempi di sistemi di produzione discreti
- Circuiti idro-pneumatici (cenni)