



Corso di Automazione industriale

Lezione 1 Introduzione

Introduzione all'automazione industriale

Cos'è l'automazione

(Garzanti)

L'introduzione di processi produttivi meccanici, specialmente guidati da sistemi elettronici, in cui l'intervento manuale dell'uomo è ridotto al minimo

(Treccani)

Impiego di un insieme di mezzi e procedimenti tecnici che, agendo opportunamente su particolari congegni o dispositivi, assicurano lo svolgimento automatico di un determinato processo, il funzionamento automatico di un impianto industriale, di un servizio pubblico, ecc.; ...

Perché

Automatizzare consente di:

- Ridurre i tempi / costi
- Aumentare i volumi di produzione
- Aumentare la qualità del prodotto (o comunque standardizzarla)
- Aumentare la flessibilità degli impianti
- Produrre JIT
- Migliorare la qualità del lavoro (a discapito del numero di operatori)

Un video dice più di mille parole...



Un video dice più di mille parole...

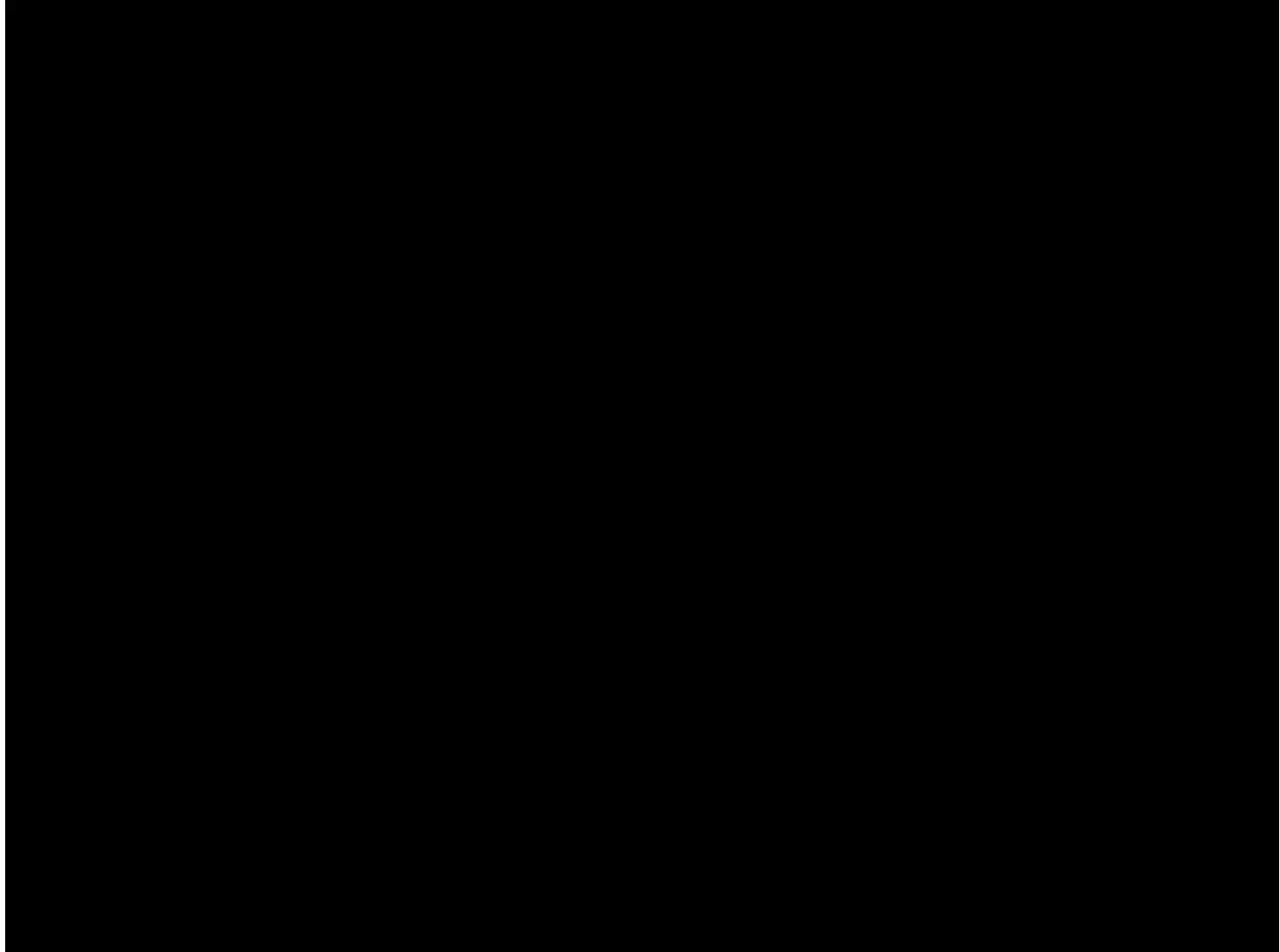
Un video dice più di mille parole...



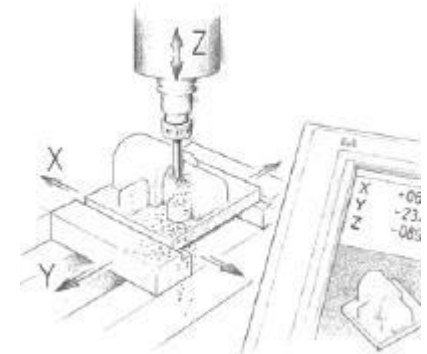
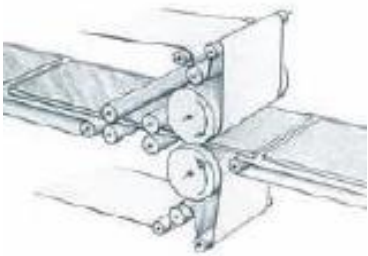
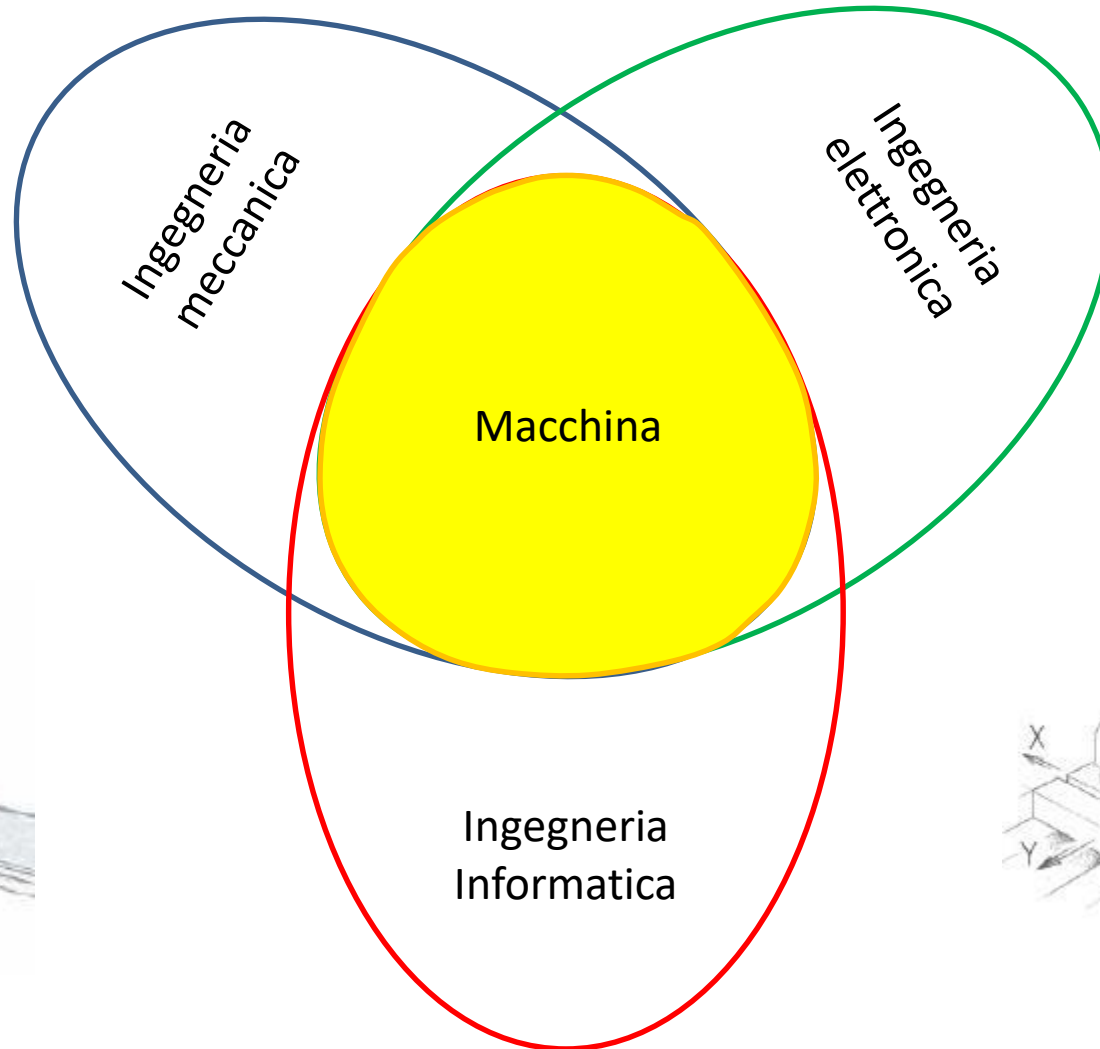
Un video dice più di mille parole...



Un video dice più di mille parole...



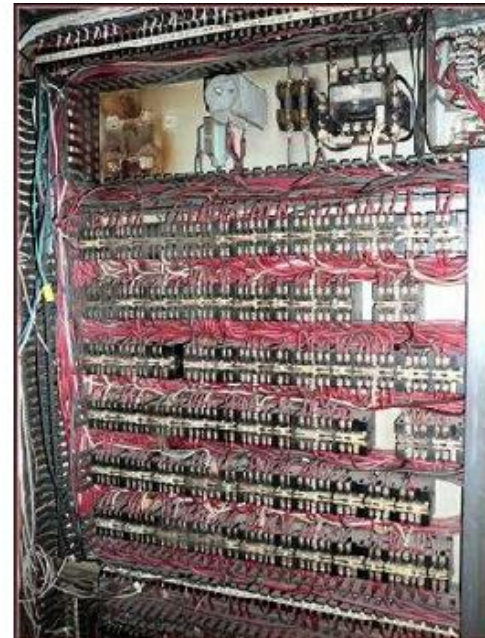
Schema concettuale



Evoluzione

Prima generazione di controllori (1950)

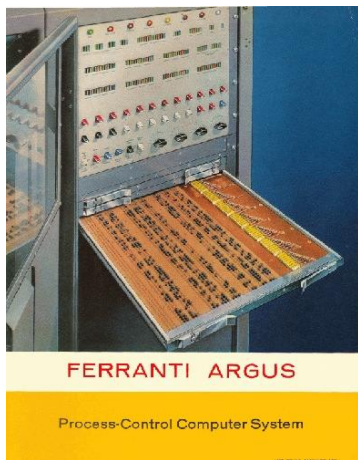
- Costruiti di fatto in logica cablata (relè, bobine, temporizzatori, ecc...)
- Lenti nell'elaborazione
- Non flessibili



Evoluzione

Seconda generazione di controllori (1960)

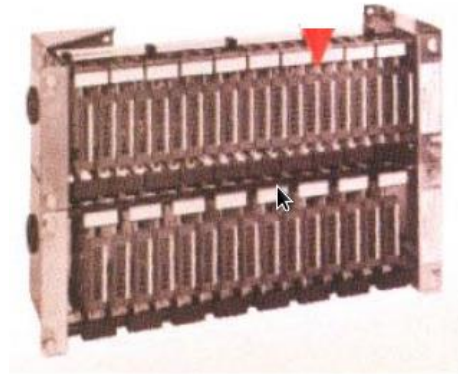
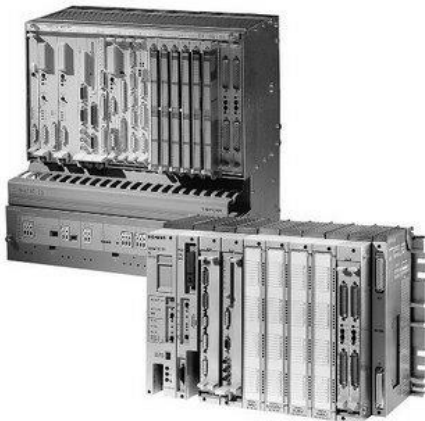
- Passaggio ai semiconduttori
- Aumento di prestazioni
- Aumento di costi
- Flessibilità ancora ridotta (non programmabilità)



Evoluzione

Terza generazione di controllori (1960)

- Sistemi a microprocessore
- Programmabilità
- Nascita del PLC (Allen Bradley - 1968)
- Standard industriale dalla metà degli anni '70



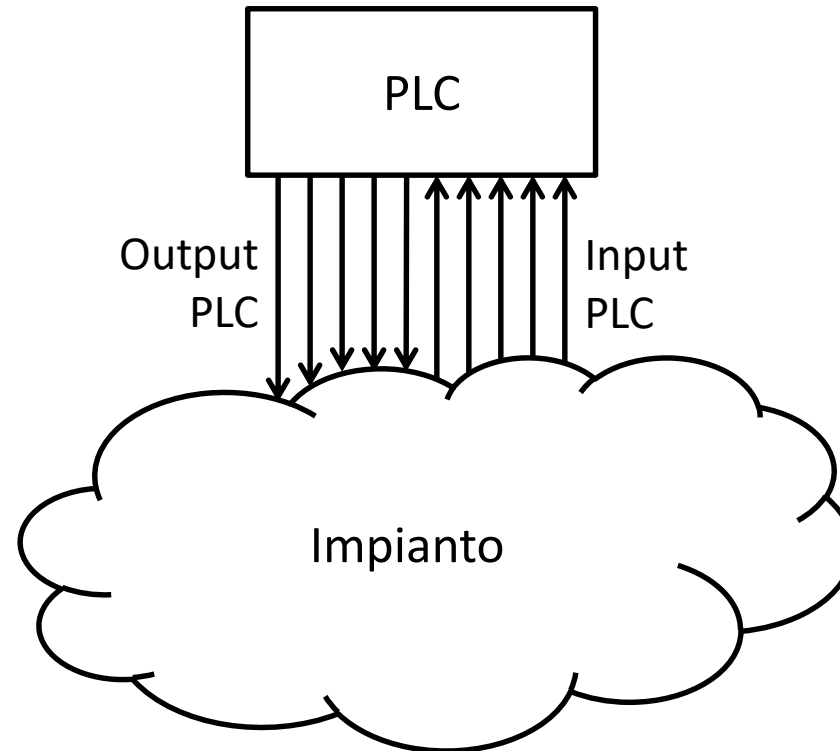
RIVOLUZIONE INDUSTRIALE	PERIODO TEMPORALE	TECNOLOGIE E CARATTERISTICHE
Prima	1785 – metà 19° secolo	utilizzo di macchine azionate da energia meccanica (vapore, acqua)
Seconda	fine 19° secolo – 1970	azionamento elettrico delle macchine e produzione di massa basata sulla divisione del lavoro (catene di montaggio)
Terza	1970 – oggi	utilizzo dell'elettronica e delle tecnologie dell'informazione (IT) per aumentare il livello di automazione di attività complesse (CNC, robot e computer)
Quarta	oggi – futuro	sviluppo di macchine sensorizzate e intelligenti, interconnesse tra loro e con internet, con la raccolta, analisi e uso di grandi quantità di informazioni (Big data), per una specializzazione di massa del prodotto, l'integrazione della catena produttiva (supply and value chains) e una maggiore efficienza

Fonte: European Parliamentary Research Service (EPRS), Industry 4.0 – Digitalisation for productivity and growth, 2015

Evoluzione

PLC per ogni cosa

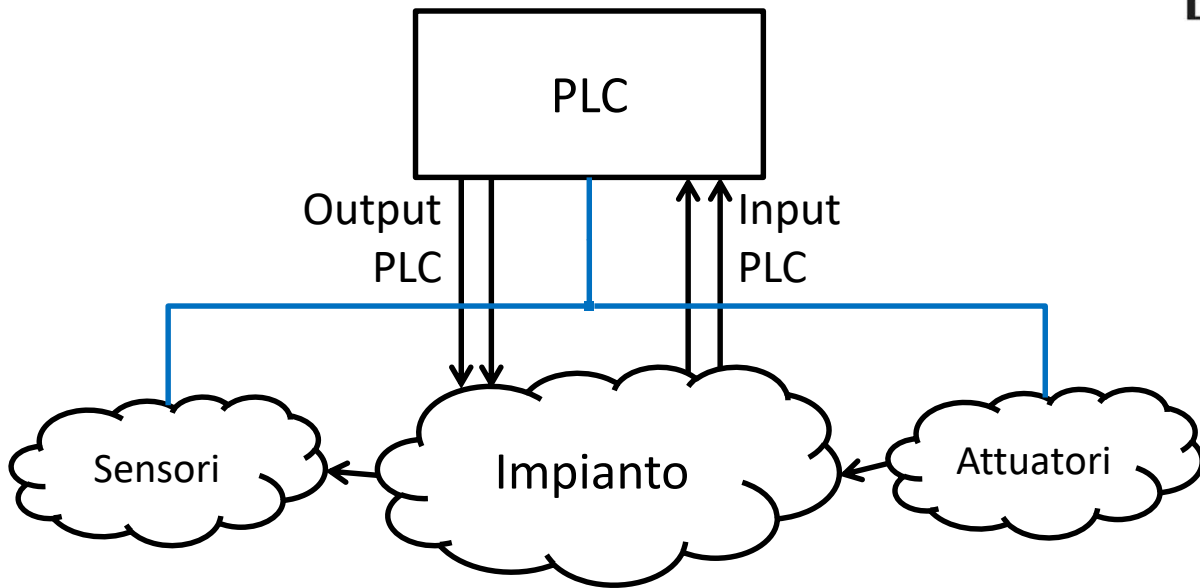
- Controllo centralizzato (fino agli anni '80)



Evoluzione

Prime soluzioni scalabili

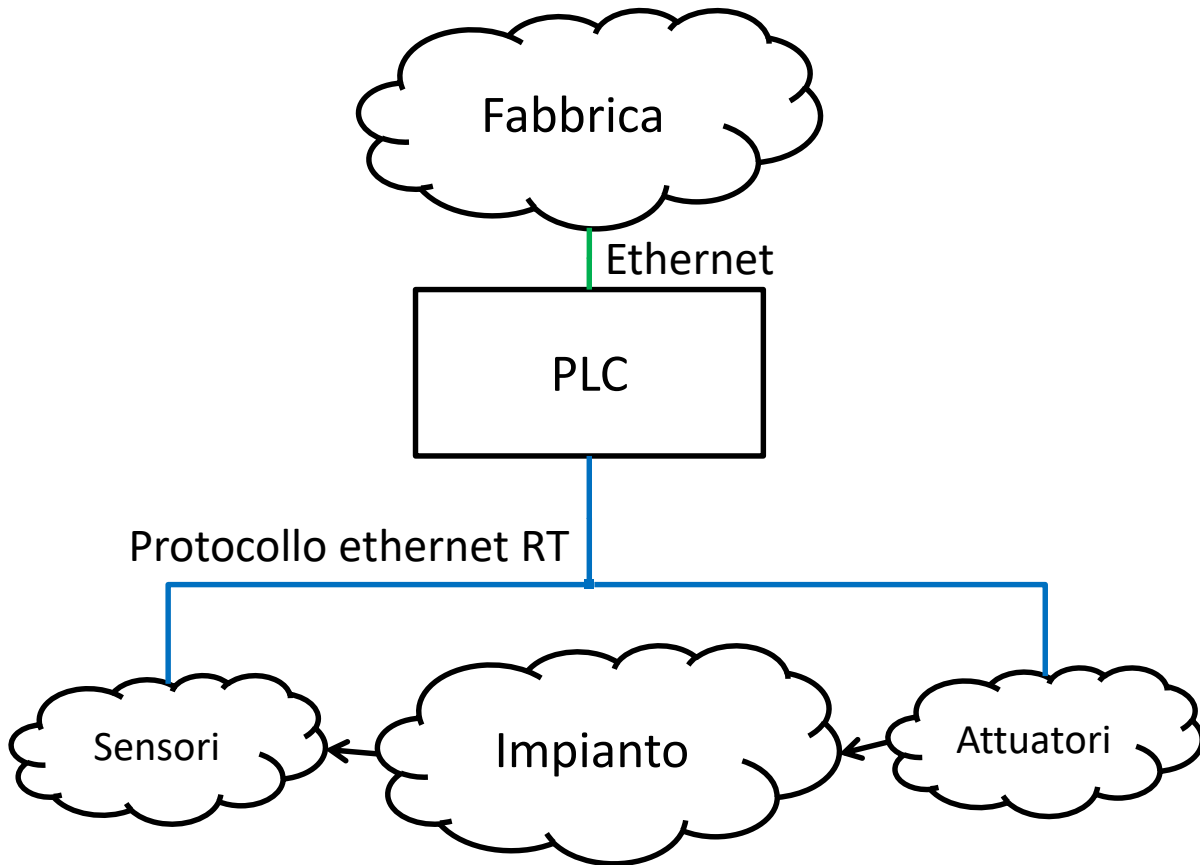
- Reti proprietarie Real-Time: bus di campo (fino agli anni '90)



Evoluzione

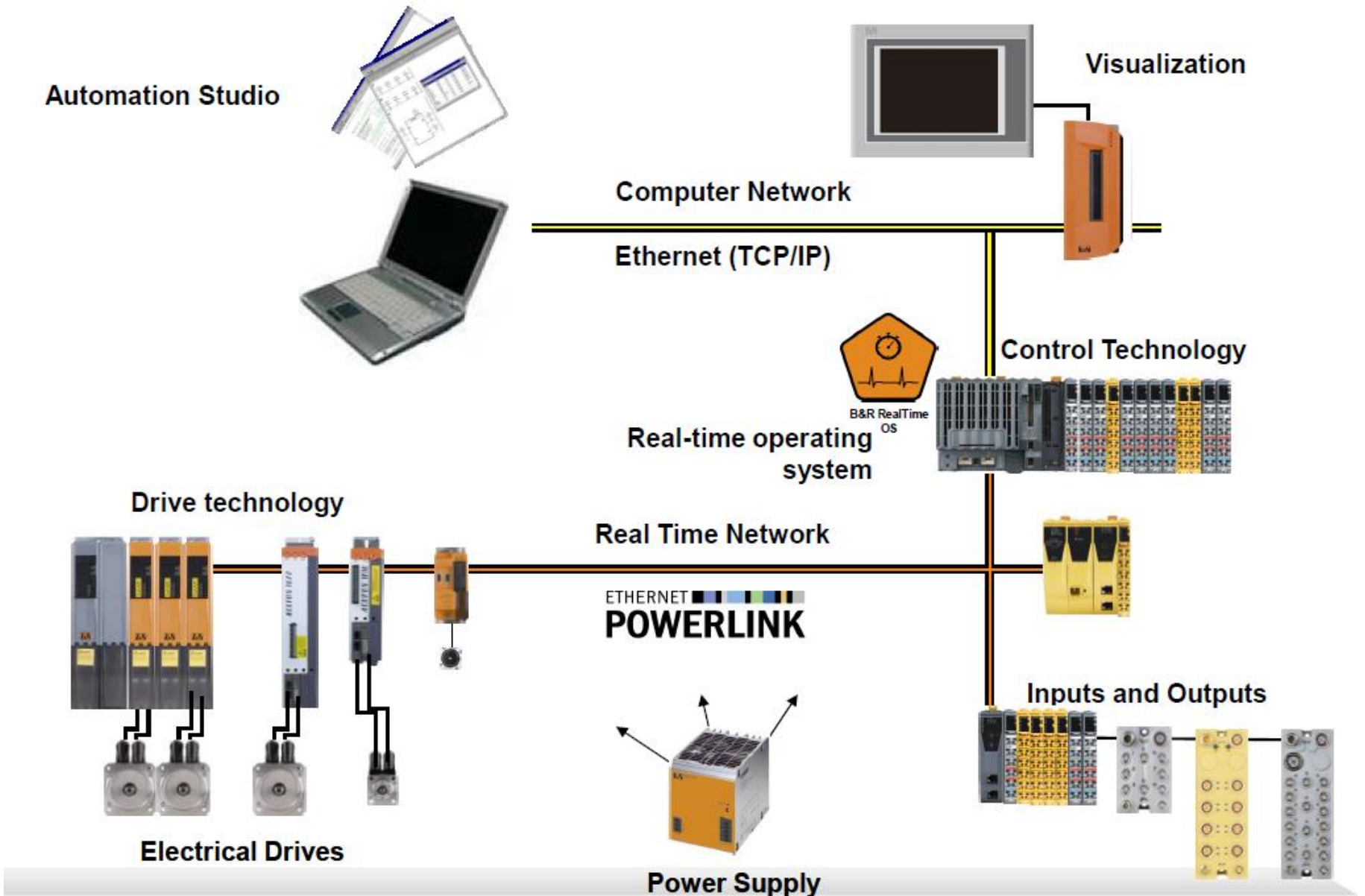
Integrazione con il livello superiore (supervisione, ...)

- Reti Real-Time su Ethernet (dal 2000)

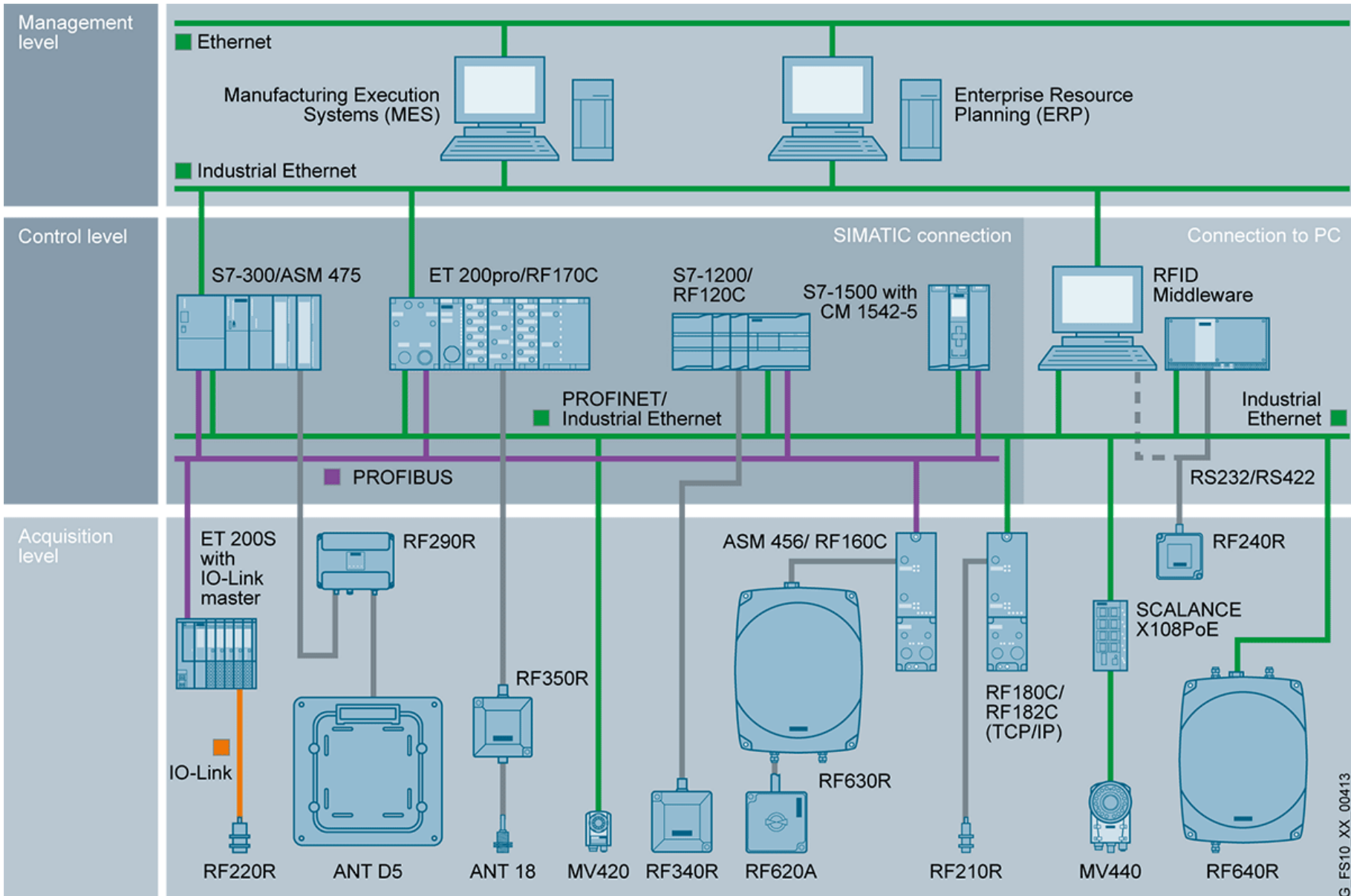


...

Esempio di architettura attuale (B&R)

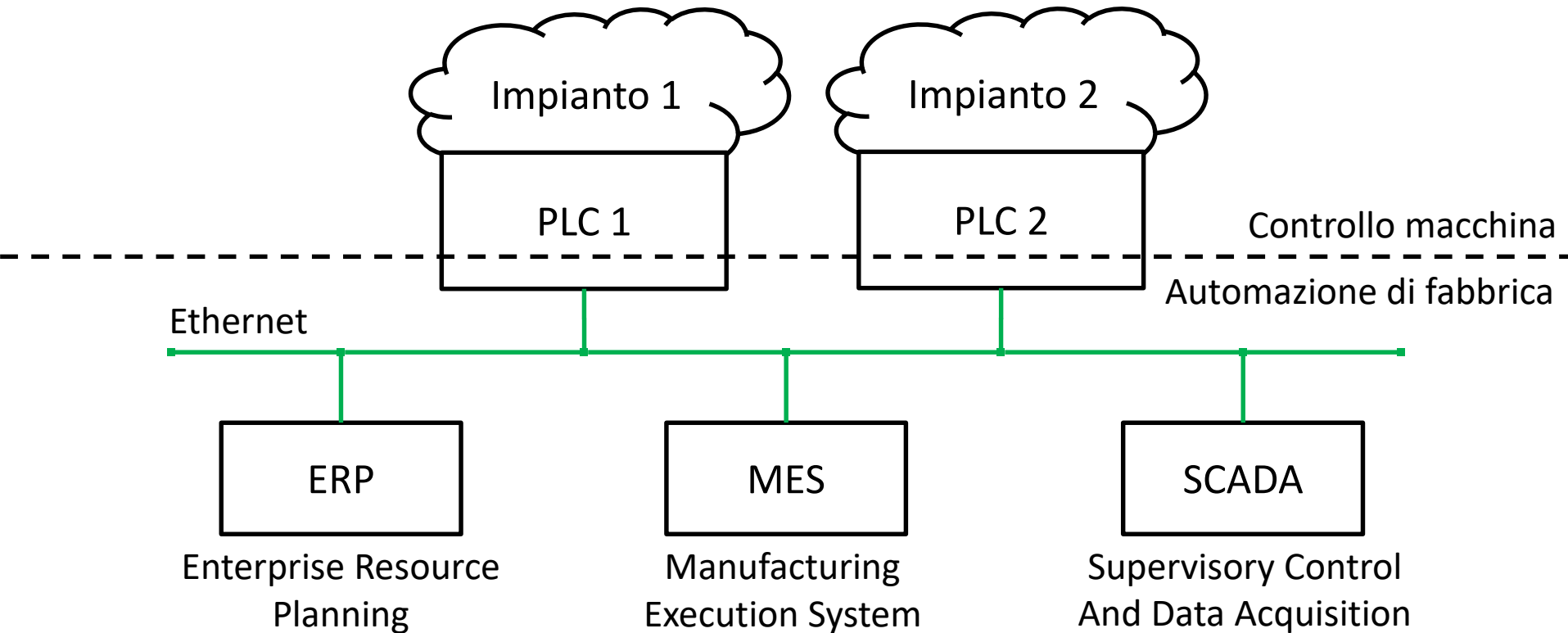


Esempio di architettura attuale (Siemens)



G_FS10_XX_00413

Interazione Automazione - Gestione



Interazione Automazione - Gestione

Enterprise Resource Planning (Pianificazione delle risorse di impresa)

E' il sistema informativo aziendale, comprende:

- Contabilità
- Controllo di gestione
- Gestione
 - Personale
 - Acquisti
 - Magazzini
 - Produzione
 - Distribuzione / Vendite



Interazione Automazione - Gestione

Manufacturing Execution System (Pianificazione delle risorse di impresa)

E' un software che consente di:

- Monitorare
 - Produzione
 - Avanzamento ordini
 - Tempi di produzione
 - Versamenti magazzino

Interazione Automazione - Gestione

SCADA (Controllo di supervisione e acquisizione dati)

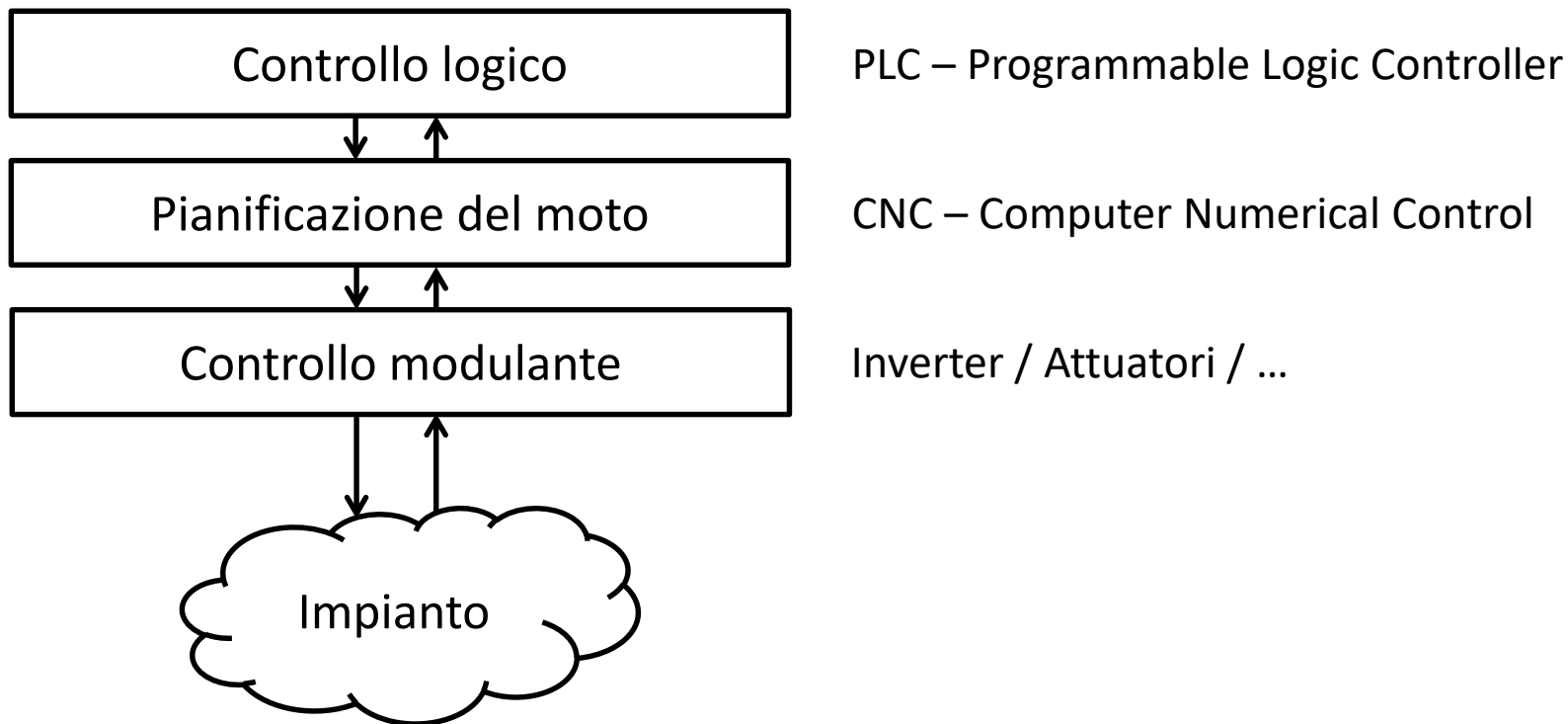
E' il sistema di controllo e monitoraggio della linea (solitamente anche Human Machine Interface). E' costituito da:

- Monitoraggio
- Comandi linea
- Acquisizione dati
- Analisi dati
- Gestione allarmi

Per maggiori info http://www.ing.unisi.it/biblio/ebook/sistemi_scada.pdf

Interazione Automazione - Impianto

Schema concettuale



Interazione Automazione - Impianto

Osservazioni

- Un PLC può essere usato per più di una macchina oppure più PLC possono essere usati per una macchina
- Le funzionalità CNC possono essere integrate nel PLC o in inverter multi-asse
- In molti casi il CNC non viene utilizzato (se i movimenti non devono essere cambiati in base alla lavorazione)
- Può accadere (cosa comune in piccoli impianti) che nel PLC venga effettuato anche il controllo modulante

Tipologie di controllo

Controllo modulante

- Continuo
- Azioni di controllo continue
- Modellistica dinamica continua (equazioni differenziali, alle differenze)

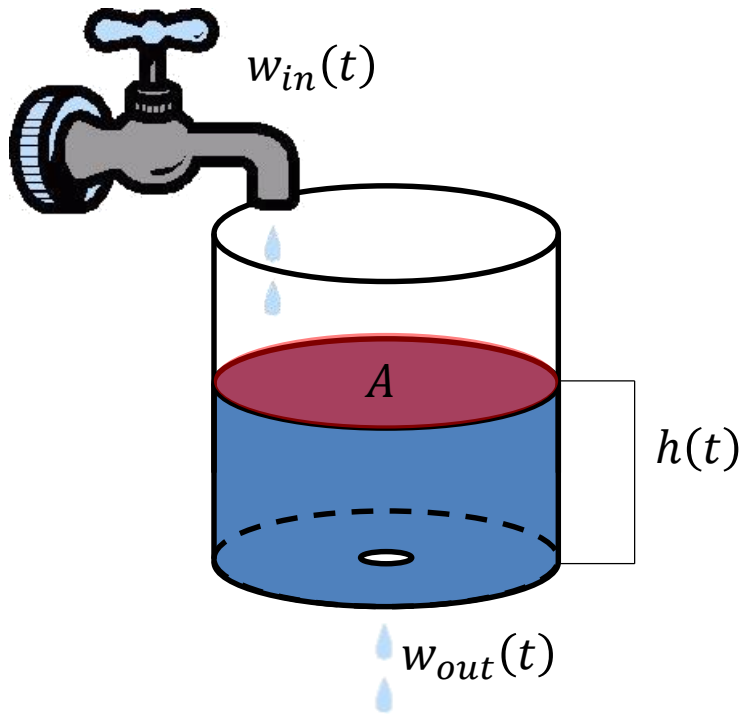
Corsi di Fondamenti di Automatica e Controllo Digitale

Controllo logico

- Ad eventi
- Azioni di controllo discrete
- Modellistica dinamica discreta (automi a stati finiti, reti di Petri)

Corso di Automazione Industriale

Esempio di sistema



Ingressi

$w_{in}(t)$

$w_{out}(t)$ (non regolabile)

Uscite

$h(t)$

Modello

$$A \cdot \frac{dh(t)}{dt} = w_{in}(t) - w_{out}(t)$$

Esempio di sistema

Definita $h_0(t)$ l'altezza desiderata

Controllo modulante

Ipotizzando $w_{in}(t)$ espressa in % è possibile scrivere l'equazione

$$w_{in}(t) = f(h(t), h_0(t))$$

In questo caso $G(s) = \frac{1}{A \cdot s}$, quindi (per chi ha fatto Fondamenti) $R(s) = K_p$ consente di avere errore limitato a transitorio esaurito

Esempio di sistema

Controllo logico

Ipotizzando $w_{in}(t)$ espressa come due stati ON e OFF

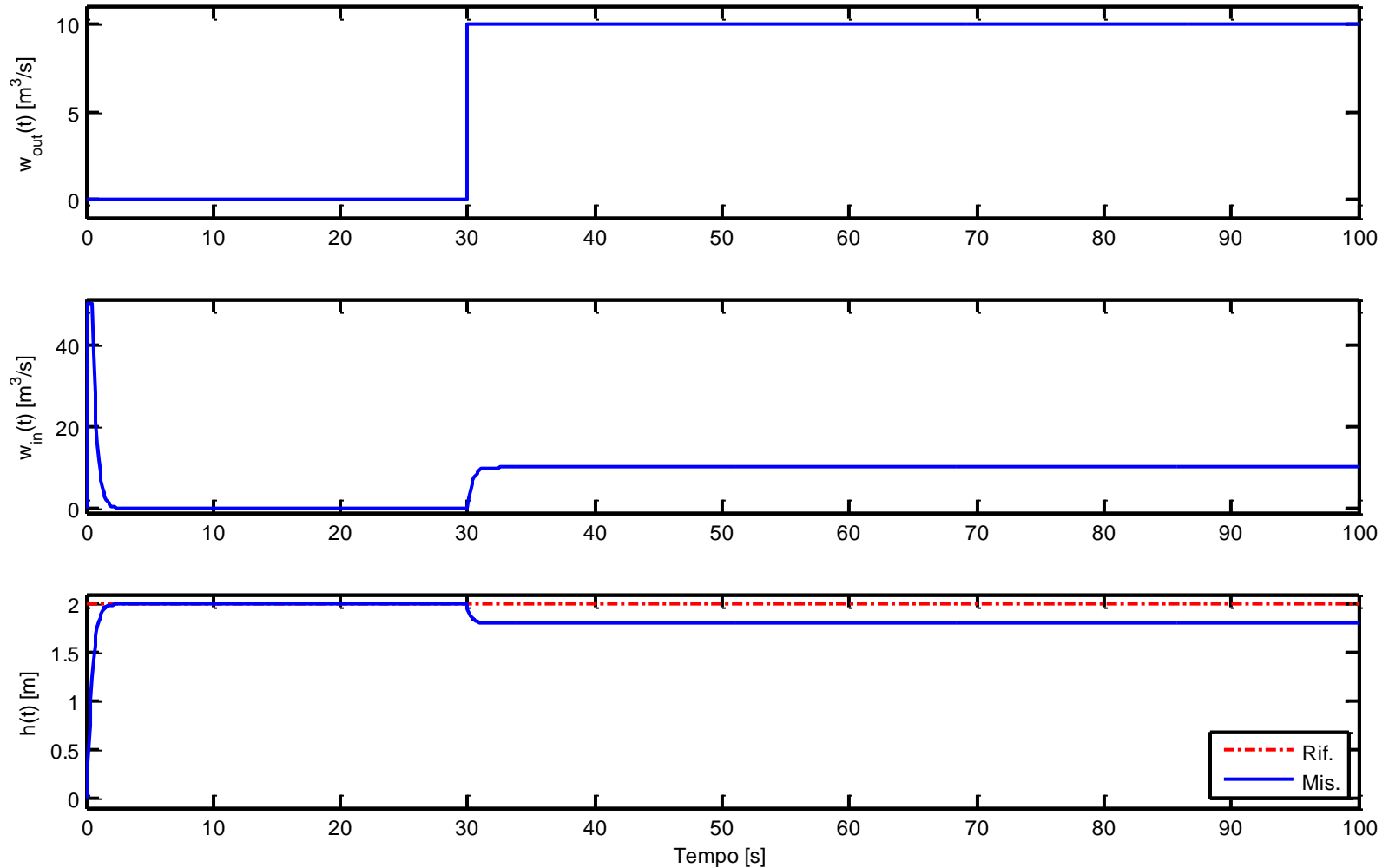
Possiamo indicare due valori di h che rappresentano il limite inferiore e superiore di livello: h_{min} e h_{max} la cui media è h_0

Un semplice controllo potrebbe essere:

```
if (h(t)>=h_max) {  
    w_in(t) = OFF;  
}  
if (h(t)<=h_min) {  
    w_in(t) = ON;  
}
```

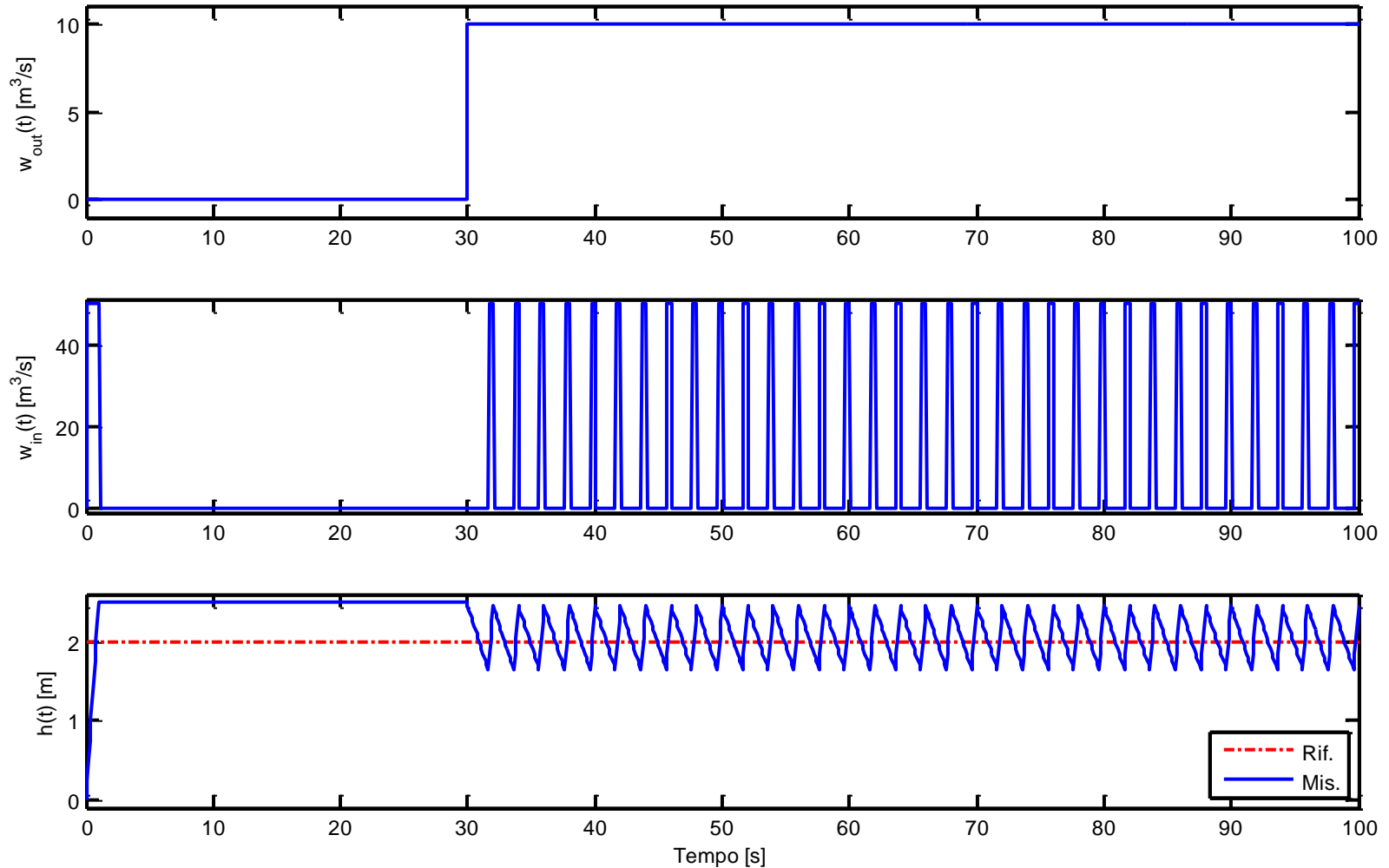
Esempio di sistema

Risultati controllo modulante



Esempio di sistema

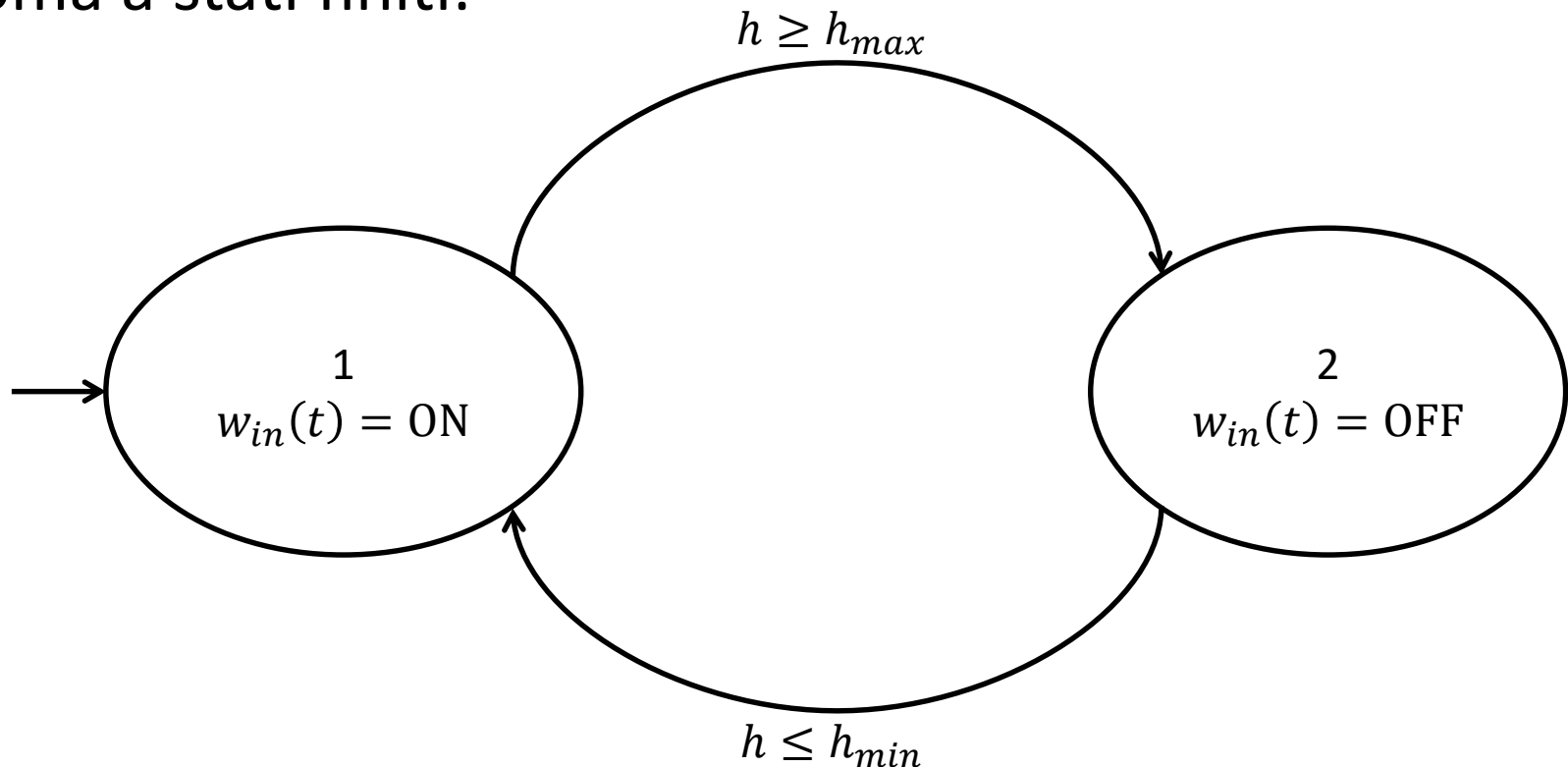
Risultati controllo logico



Esempio di sistema

Controllo logico

Questo controllo può essere anche rappresentato con un automa a stati finiti:



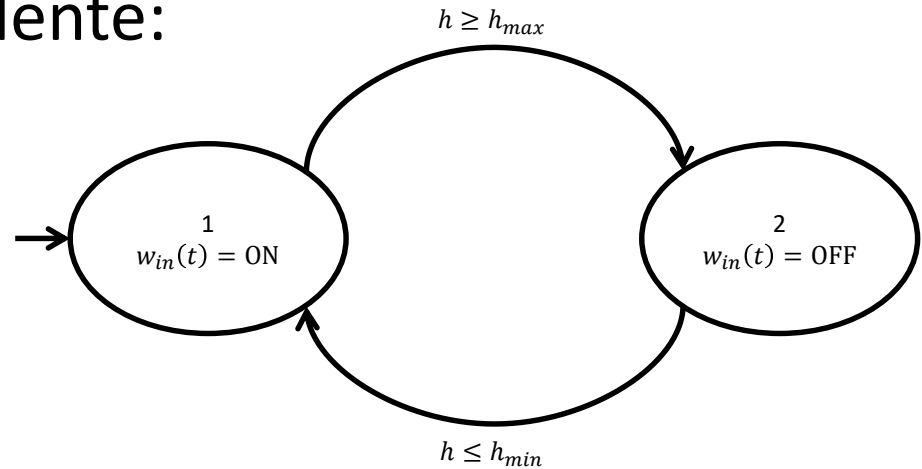
Automati a stati finiti

Un automa a stati finiti (con ingresso e uscita) è una sestupla $(U, X, Y, f(\cdot, \cdot), h(\cdot, \cdot), x_0)$, dove:

- $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots\}$ è l'insieme degli eventi in ingresso
- $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ è l'insieme finito degli stati
- Y è l'insieme finito delle uscite
- $f(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow X$ è la funzione di transizione
- $h(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow Y$ è la funzione di aggiornamento dell'uscita
- x_0 è lo stato iniziale

Automati a stati finiti

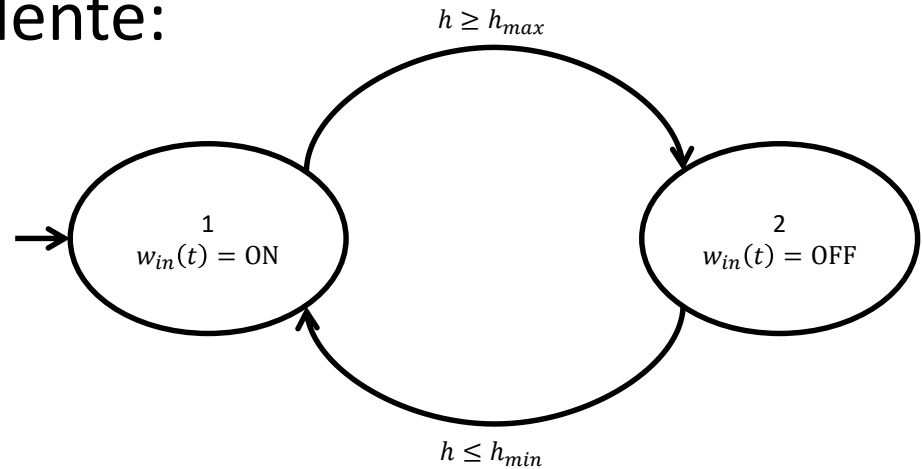
Considerando l'esempio precedente:



- $U = \{h \geq h_{max}, h \leq h_{min}\}$
- $X = \{1, 2\}$
- $Y = \{ON, OFF\}$
- $x_0 = 1$

Automati a stati finiti

Considerando l'esempio precedente:

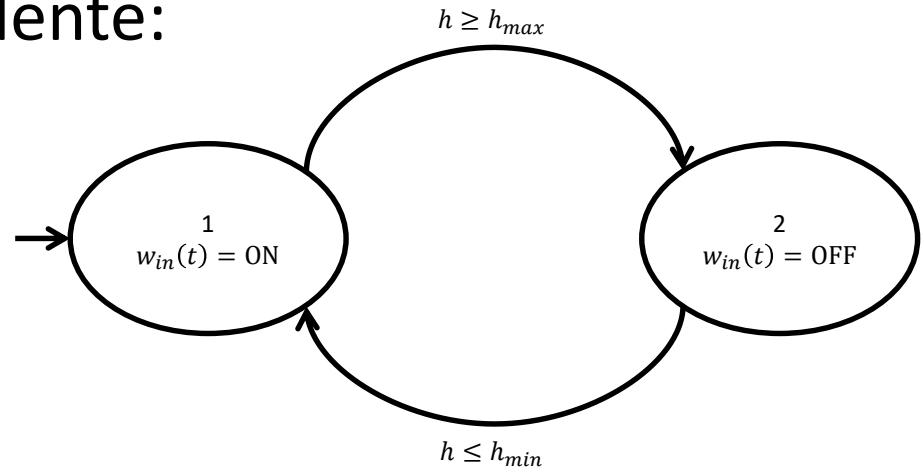


• $f(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow X$

	$h \geq h_{max}$	$h \leq h_{min}$
1	2	-
2	-	1

Automati a stati finiti

Considerando l'esempio precedente:



• $h(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow Y$

	$h \geq h_{max}$	$h \leq h_{min}$
1	OFF	ON
2	OFF	ON

Automati a stati finiti

Osservazioni

- E' possibile aggiornare l'uscita anche durante la transizione
- Non tutti gli ingressi fanno evolvere lo stato
- La descrizione tabulare e quella a «grafo» si equivalgono
- Esistono dei tool che consentono di implementare in maniera semplice automi a stati finiti
 - Simulink Stateflow
 - Scilab Hybrid Automata Module

Esempio di automa a stati finiti



R1



M1



R3

Le attività sono:

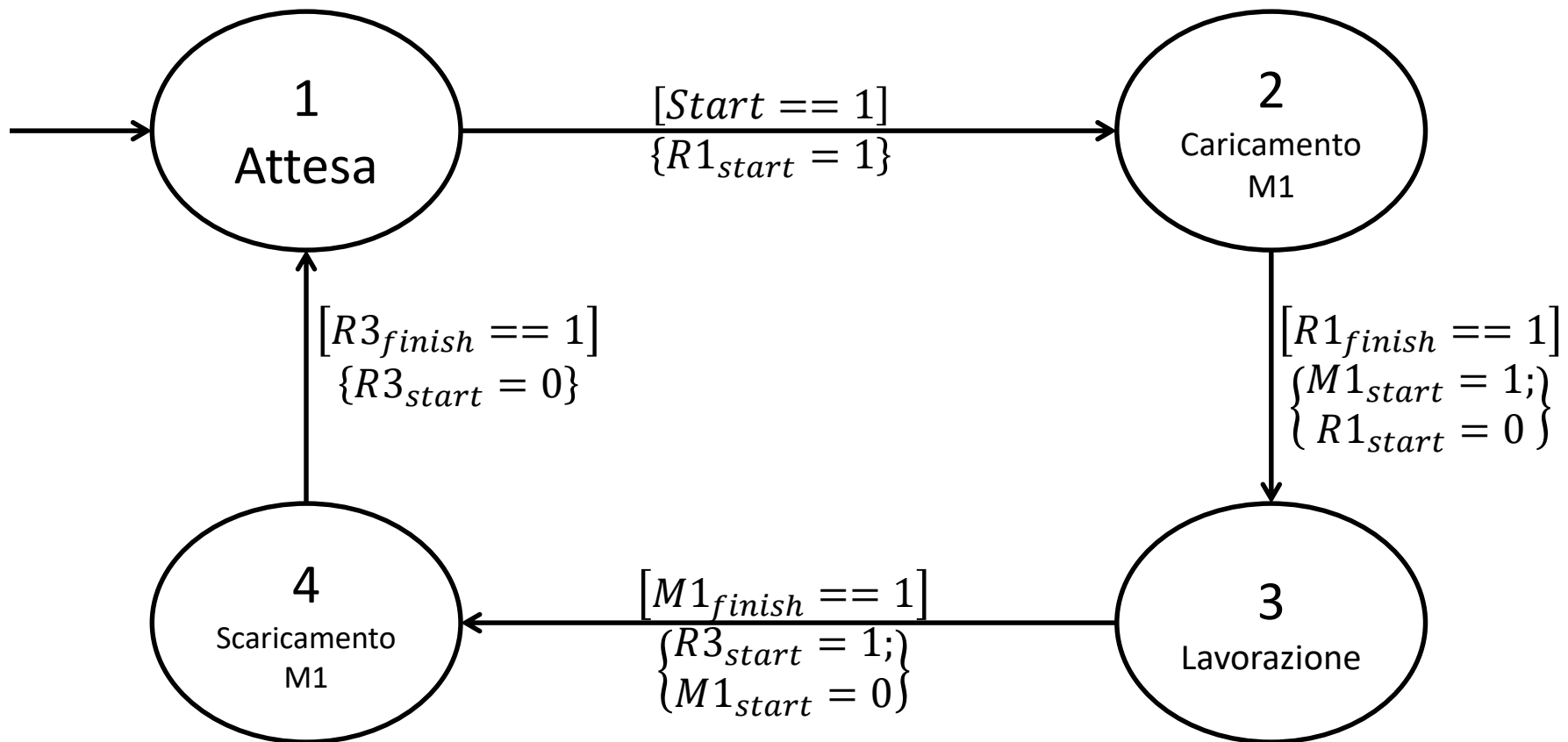
- Carico M1 con R1
- Lavorazione
- Scarico M1 con R3

Esempio di automa a stati finiti

- $U = \{Start, R1_{finish}, M1_{finish}, R3_{finish}\}$
- $Y = \{R1_{start}, M1_{start}, R3_{start}\}$

La linea si avvia quando $Start = 1$ e termina il funzionamento quando $R3_{finish} = 1$

Esempio di automa a stati finiti



Esempio di automa a stati finiti

Rappresentazione alternativa

	$Start == 1$	$R1_{finish} == 1$	$M1_{finish} == 1$	$R3_{finish} == 1$	Y
1	2	-	-	-	$R1_{start} = 1$
2	-	3	-	-	$M1_{start} = 1;$ $R1_{start} = 0$
3	-	-	4	-	$R3_{start} = 1;$ $M1_{start} = 0$
4	-	-	-	1	$R3_{start} = 0$

Esempio di automa a stati finiti

Osservazioni

- In questo caso $h(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow Y$ non è presente perché non vengono variate le uscite a fronte della presenza in uno stato (l'uscita viene solo variata durante la transizione)
- Abbiamo esteso $f(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow X$ come $f(\cdot, \cdot): X \times U \rightarrow X, Y$ per comprendere la variazione delle uscite in fase di transizione

N.B.: Questa trattazione non è da considerarsi rigorosa dal punto di vista matematico. Nel nostro caso è semplicemente un metodo per descrivere il funzionamento di un sistema