

Controllo

Pagina Iniziale: [Automazione Industriale](#)

Indice: [Index](#)

Sistemi retroazionati e controllore

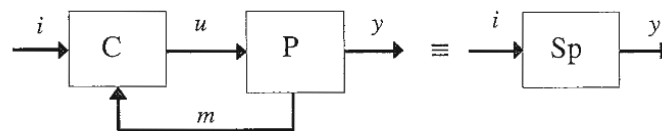


Fig. 1 - Un generico sistema retroazionato

In tale figura, il significato dei simboli è il seguente:

- C = controllore
- P = impianto da controllare
- Sp = specifica del comportamento desiderato
- u = variabili di controllo
- m = variabili misurate
- i = variabili di ingresso
- y = variabili di uscita

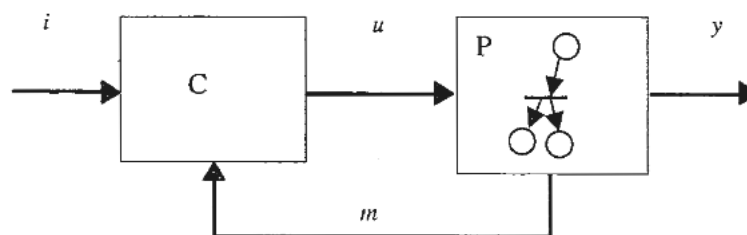


Fig. 2 - Reti di Petri per l'impianto

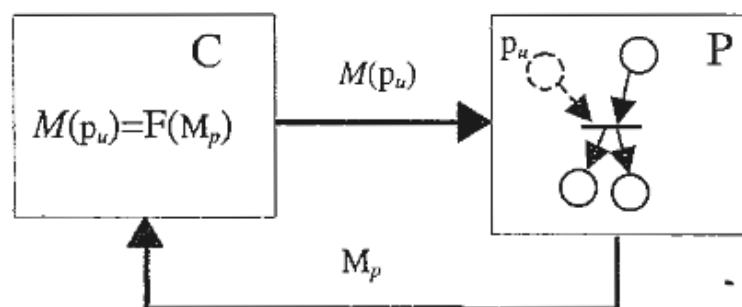
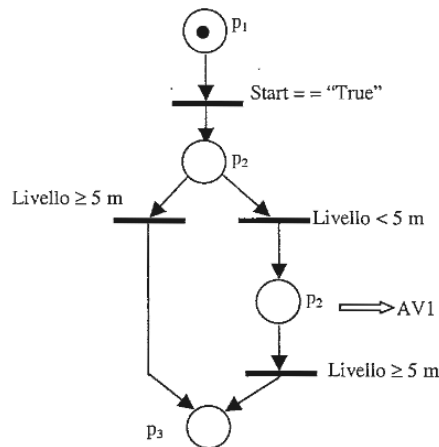


Fig. 3 - Reti di Petri controllate

Per controllore si intende un insieme di posti che vanno a limitare lo scatto di alcune transizioni. Rappresentano dunque un vincolo da applicare all'impianto. Solitamente il controllore utilizza gli

ingressi del processo per comporre la sua logica non considerando le marcature, mentre in uscita fornisce le variabili di controllo attraverso due sistemi:

- Associa le uscite all'inizio/fine di un evento (lega le uscite alle transizioni)
- Associa le uscite alle attività (lega le uscite ai posti). Dunque un'uscita rimane vera fintanto che l'azione è in corso



Esempio corretto di usare le uscite associate ai posti

Utilizzo di Reti di Petri per modellizzare impianto e controllore

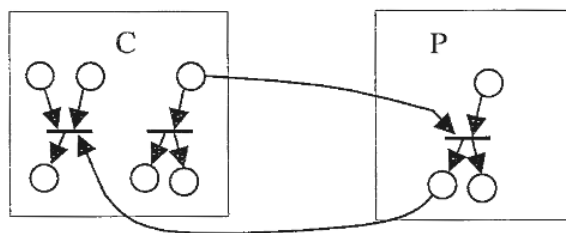


Fig. 8 - Reti di Petri per l'impianto ed il controllore

Si possono modellizzare sia impianto che controllore attraverso reti di petri senza modificare le operazioni di analisi.

Inoltre si può passare ad intendere le transizioni come l'accadere di un evento (reti sincronizzate). Si distingueranno così due situazioni:

- Marcature stabili: possono durare un tempo definito
 - Marcature instabili: possono durare per un tempo infinitesimo
- Nascono così anche due algoritmi di interpretazione:
- Approccio sincrono in cui si fanno scattare tutte le transizioni che possono scattare se un certo evento accade
 - Approccio asincrono (controllo supervisivo): permette lo scatto di una sola transizione per ogni istante di tempo e per un dato evento. Permette così l'etichettatura delle transizioni creando reti etichettate

Progetto del controllore

Approccio diretto

Si parte a progettare il controllore dalle specifiche. Si analizzano le specifiche in modo da poter aggiungere le variabili di ingresso/uscita alla modellizzazione delle specifiche. Non presenta un processo di sintesi ma il controllore viene costruito a partire dai dati forniti.

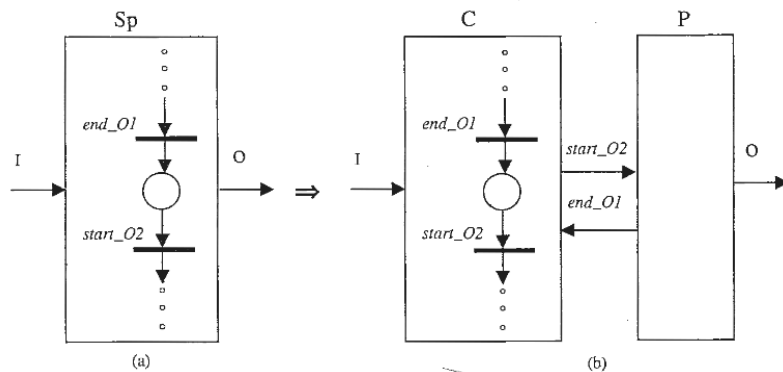


Fig. 11 - Passaggio *diretto* da Sp a C

Approccio indiretto

Si progetta il controllore attraverso un processo di sintesi a partire dal modello del sistema da controllare. Si parte dai modelli delle specifiche e del sistema e si sintetizza un controllore che garantisca il corretto aderenza alle specifiche in anello chiuso e presenti anche caratteristiche notevoli.

Controllore e supervisore

La prima linea di pensiero è quella in cui il controllore si fa carico di definire le sequenze di lavorazione per i dispositivi e le macchine di un dato impianto. Il controllore decide quindi esattamente quando emettere quali comandi. Il comportamento specifico quindi di dispositivi e macchinari è dettato dal modello del controllore.

Nella seconda linea di pensiero, invece, il controllore si preoccupa di intervenire sul sistema da controllare inibendo alcuni eventi, sulla base dello stato osservato. Un supervisore non decide quindi, in generale, l'esatta sequenza degli eventi. Per tale motivo, in questo caso si parla di "supervisore".

Sintesi di un controllore

Utilizzeremo Reti di Petri per modellizzare sia il controllore che l'impianto. Utilizzeremo dei P-Invarianti per permettere al controllore di impedire il conseguimento di alcune marcature del sistema.

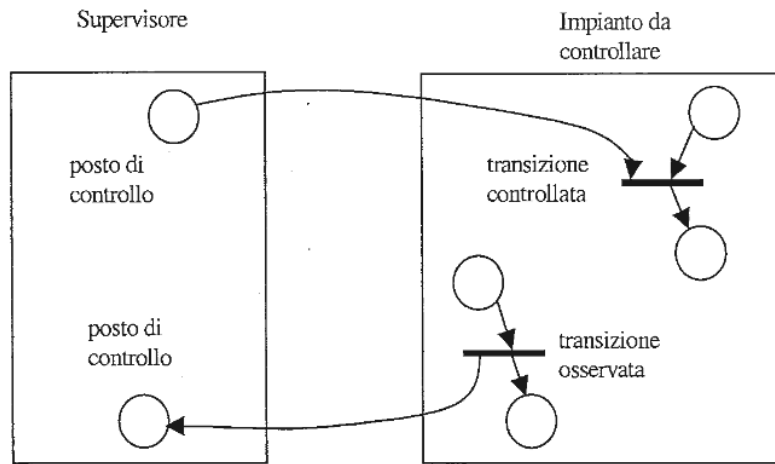


Fig. 1 - Esempi di transizioni controllate ed osservate

Si vuole imporre sull'impianto il vincolo

$$LM_p \leq b$$

dove l è un vettore riga che contiene coefficienti interi, MP è la generica marcatura dell'impianto e b è uno scalare intero (Specifica del comportamento desiderato per il sistema in anello chiuso).

Possiamo supporre l'impedimento della marcatura di più posti contemporaneamente possiamo fare in modo che $m_i + m_j \leq 1$ (visto che i pesi appartengono all'insieme $\{0,1\}$ si parla di **mutua esclusione generalizzata**). Trasformiamo ora la disuguaglianza in un'uguaglianza aggiungendo una variabile ausiliaria non negativa e che rappresenta il posto del controllore:

$$m_i + m_j + m_c = 1$$

Tale equazione si può interpretare come la definizione di un nuovo P-Invariante della rete controllata, cioè della rete dell'impianto con l'aggiunta dei posti di controllo. In pratica per ogni vincolo si introduce un posto nuovo di controllo tale che, definendo opportunamente il peso degli archi che lo collegano alle transizioni del processo, nasca un nuovo P-invariante della rete controllata.

Sintesi del supervisore

Si supponga di avere una RP che modella l'impianto da controllare con matrice di incidenza C_p . Siano n i posti e m le transizioni della rete C_p . Si supponga inoltre che su tale modello si vogliano imporre le seguenti specifiche di comportamento, scritte nella forma di disuguaglianza matriciale:

$$LM_p \leq b$$

dove M_p è la generica marcatura del modello dell'impianto da controllare, L è una matrice di pesi interi di dimensione $n_C \times n$ e b è un vettore colonna di n_C componenti. Pertanto sono espresse n_C disuguaglianze lineari.

Si introducono n_C variabili ausiliarie raggruppate in un unico vettore colonna M_C :

$$LM_p + M_C = b$$

Il significato del vettore M_c è quello di marcatura degli n posti di controllo che verranno aggiunti alla rete C_P al fine di imporre il soddisfacimento dei vincoli.

Sia C_C la matrice di incidenza che descrive la topologia del collegamento (cioè il peso degli archi) dei posti di controllo con le transizioni dell' impianto.

Descriviamo ora il sistema in anello chiuso:

$$C = \begin{bmatrix} nbsp; & nbsp; & nbsp; C_p \\ nbsp; & nbsp; & nbsp; C_C \end{bmatrix}$$

Matrice di incidenza del sistema

$$M = \begin{bmatrix} nbsp; & nbsp; & nbsp; M_p \\ nbsp; & nbsp; & nbsp; M_C \end{bmatrix}, M_0 = \begin{bmatrix} nbsp; & nbsp; & nbsp; M_{0p} \\ nbsp; & nbsp; & nbsp; M_{0C} \end{bmatrix}$$

Marcatura generica e marcatura iniziale.

Abbiamo n_C P-invarianti raggruppati nella matrice $X=[L \ I]$ (ogni P-invariante è una colonna di X), tali per cui:

$$X' M = b$$

Essendo le colonne di X P-invarianti della rete complessiva (in anello chiuso), esse devono soddisfare l'equazione seguente:

$$X' C = [L \ I] \begin{bmatrix} nbsp; & nbsp; & nbsp; C_C \\ nbsp; & nbsp; & nbsp; C_p \end{bmatrix} = 0, \text{ cioè } LC_p + C_C = 0$$

Sintesi del supervisore basata sugli invarianti

Se la marcatura iniziale dell'impianto soddisfa $LM_{0p} \leq b$ allora il supervisore a reti di petri con matrice di incidenza C_C e marcatura iniziale $M_{0C} = b - LM_{0p}$ è in grado di imporre il vincolo $LM_p \leq b$ quando inserito nell'anello di controllo.

Al fine di comprendere $M_{0C} = b - LM_{0p}$, si ricordi che per il calcolo della marcatura iniziale del controllore da $LM_p + M_C = b$ risulta che: $LM_p + M_C = b = LM_{0p} + M_{0C}$.

Il metodo di sintesi qui visto è massimamente permissivo, cioè impone solo i vincoli richiesti, e non altri. Infatti, la condizione di abilitazione delle RP ci dice che lo scatto di una transizione è inibito solo se il suo scatto porterebbe a marcature negative. Pertanto, il supervisore inibisce transizioni che porterebbero a $M_C < 0$. Se tuttavia quest'ultima condizione fosse verificata, dalla $LM_p + M_C = b$ si ricava che $LM_p > b$.