

# Introduzione

---

## Derivazione e utilizzo dei modelli

La derivazione di modelli di processo, nell'ambito di questa dispensa, non è ovviamente un esercizio fine a se stesso, ma è essenzialmente orientata a valutare le **dinamiche rilevanti** per il sistema di controllo, in modo da poterne supportare lo sviluppo.

Il percorso seguito è tipicamente il seguente:

Inizialmente vi è una fase di *modellazione*, che può essere riassunta nei punti seguenti:

- Individuazione dei fenomeni rilevanti del processo (idraulici, termici, meccanici, etc.)
- Individuazione delle condizioni al contorno del processo
- Scelta del grado di dettaglio e delle approssimazioni del modello
- Scrittura di un modello matematico *chiuso*, cioè dotato di tante equazioni quante incognite

Il modello ottenuto può risultare un DAE (equazioni algebriche e differenziali ordinarie) o un PDAE (equazioni algebriche e differenziali alle derivate parziali)

A valle del processo di modellazione, può esservi una fase di analisi e/o una di simulazione; la fase di analisi è strutturata come segue:

- Analisi statica (condizioni di regime)
- Linearizzazione
- Calcolo analitico delle funzioni di trasferimento

Un percorso tipico di simulazione può essere invece:

- Discretizzazione delle equazioni alle derivate parziali
- Scrittura delle equazioni in un formalismo adatto all'integrazione numerica, ad esempio
  - Equazioni differenziali (ODE) del tipo  $\dot{x} = f(x, u)$ , rappresentate p. es. sotto forma di S-function Matlab o schemi Simulink
  - Equazioni algebrico-differenziali (DAE) del tipo  $F(x, \dot{x}, y, u) = 0$ , rappresentate p.es. come codice Modelica o gPROMS
- Integrazione numerica

L'**analisi** del modello è uno strumento molto potente per la sintesi del controllo, in quanto permette di valutare l'effetto dei parametri dimensionali e di esercizio del processo in maniera sintetica. Per converso, essa è limitata a modelli fortemente semplificati che siano trattabili analiticamente. Inoltre, per sistemi semplici questo approccio permette di trovare la soluzione esatta delle equazioni, in forma analitica.

La **simulazione** permette di valutare il comportamento di sistemi arbitrariamente complessi, ma la relazione tra i parametri di progetto e il funzionamento del sistema è "a scatola nera"; inoltre la discretizzazione delle equazioni alle derivate parziali e la loro integrazione numerica potrebbero introdurre artefatti, estranei alla soluzione esatta delle equazioni del modello.

In generale, dunque, si potranno avere più iterazioni del processo di modellazione seguito da simulazione e/o analisi, di modo che esse si chiariscano a vicenda.

La simulazione di modelli con diverso grado di dettaglio permette di giudicare, a ragion veduta, la validità delle ipotesi semplificative necessarie per l'analisi, mentre la soluzione analitica permette di valutare la bontà di metodi di simulazione numerici; infine la soluzione analitica del modello semplificato è di supporto alla sintesi del sistema di controllo.