

# Lezione 14.

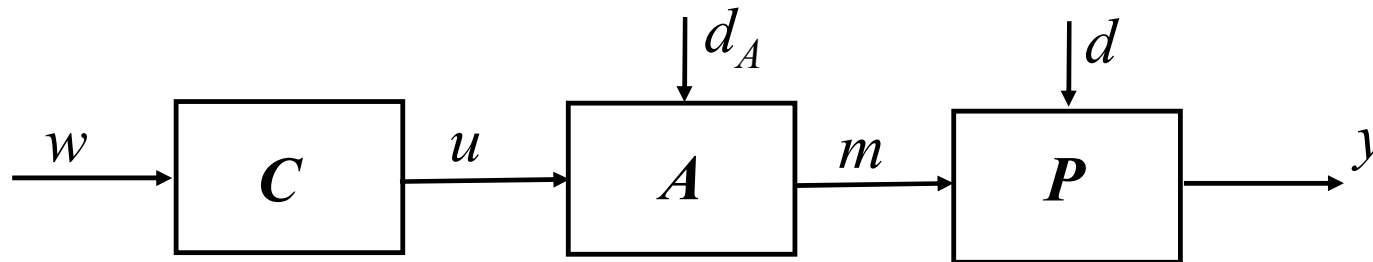
## Introduzione ai sistemi di controllo

# Schema

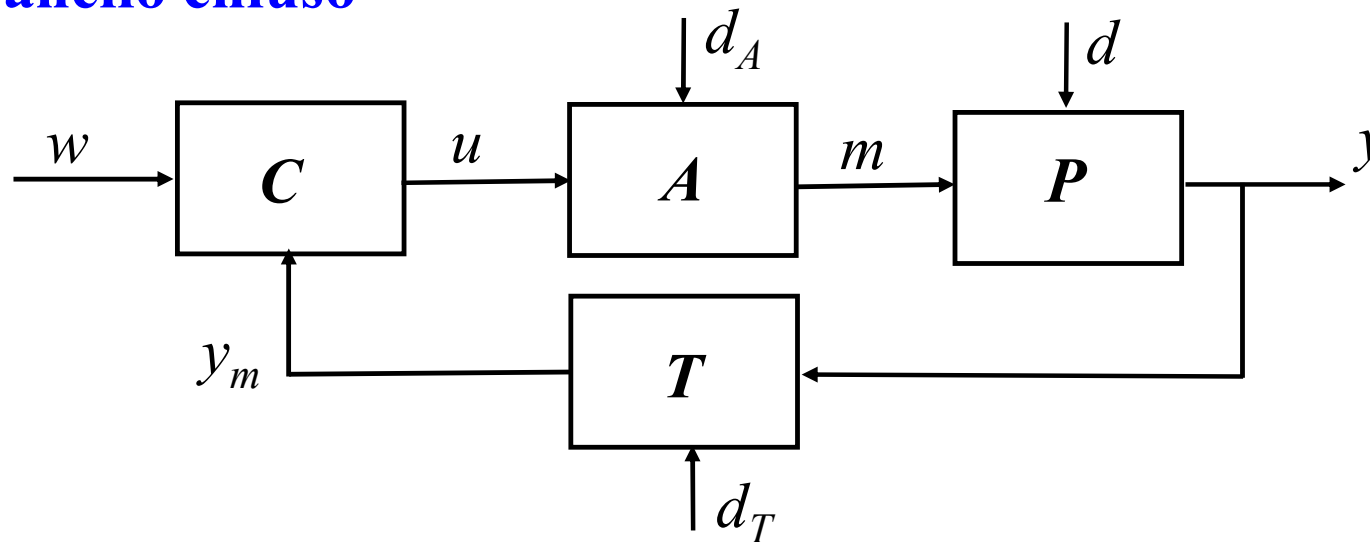
1. Sistemi di controllo in anello aperto e in anello chiuso
2. Requisiti di un sistema di controllo
3. Analisi e sintesi di un sistema di controllo
4. Sistemi di controllo in anello chiuso

# 1. Sistemi di controllo in anello aperto ed in anello chiuso

in anello aperto



in anello chiuso



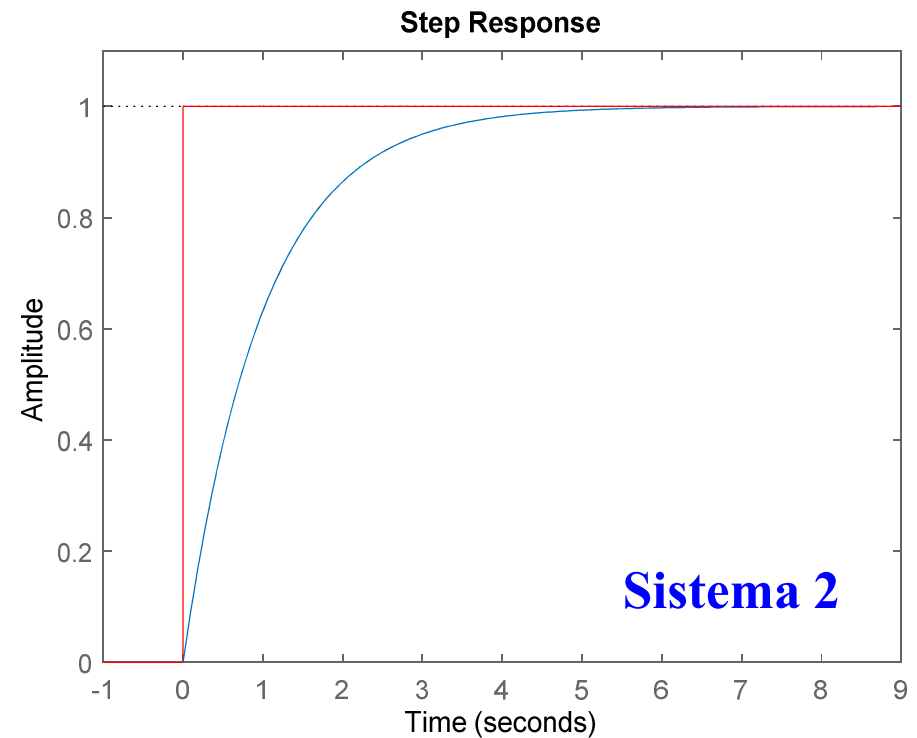
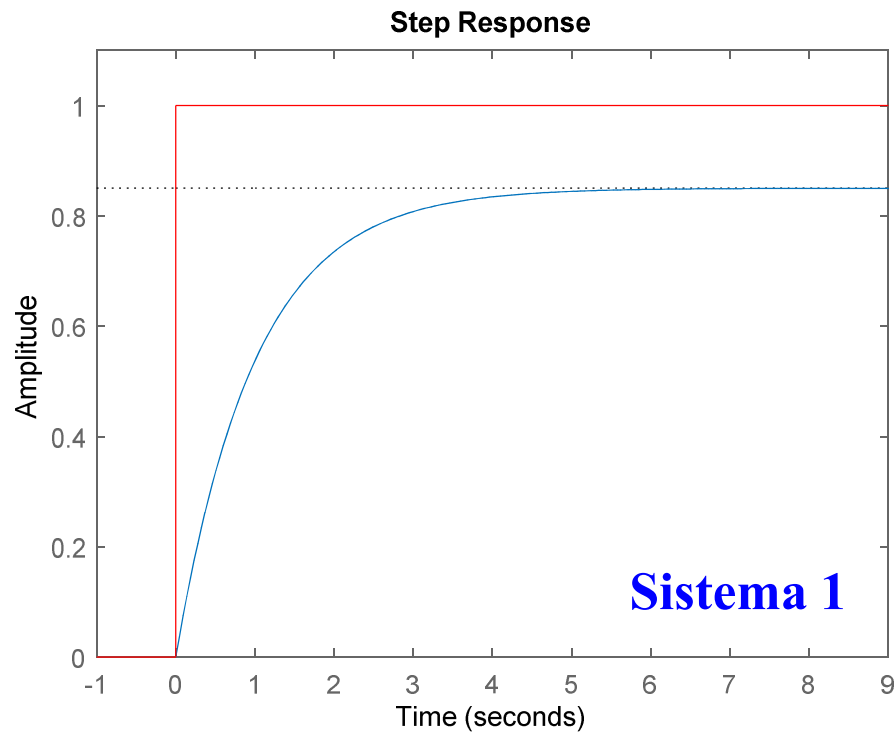
## 2. Requisiti di un sistema di controllo

- stabilità                      indipendenza asintotica dalle condizioni iniziali, stabilità esterna
- precisione statica             $y \sim w$  in condizioni di equilibrio
- precisione dinamica         $y \sim w$  durante i transitori
- attenuazione disturbi       $y \sim w$  anche in presenza di disturbi
- moderazione                  $u$  “piccola” in tutte le situazioni di interesse
- robustezza                  garanzia delle precedenti proprietà anche in presenza di incertezza sul modello

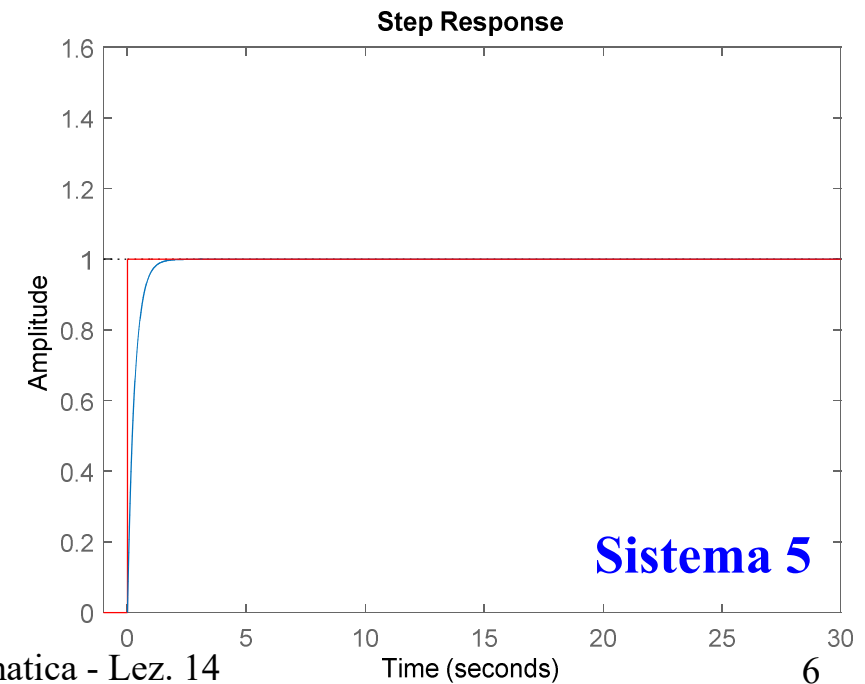
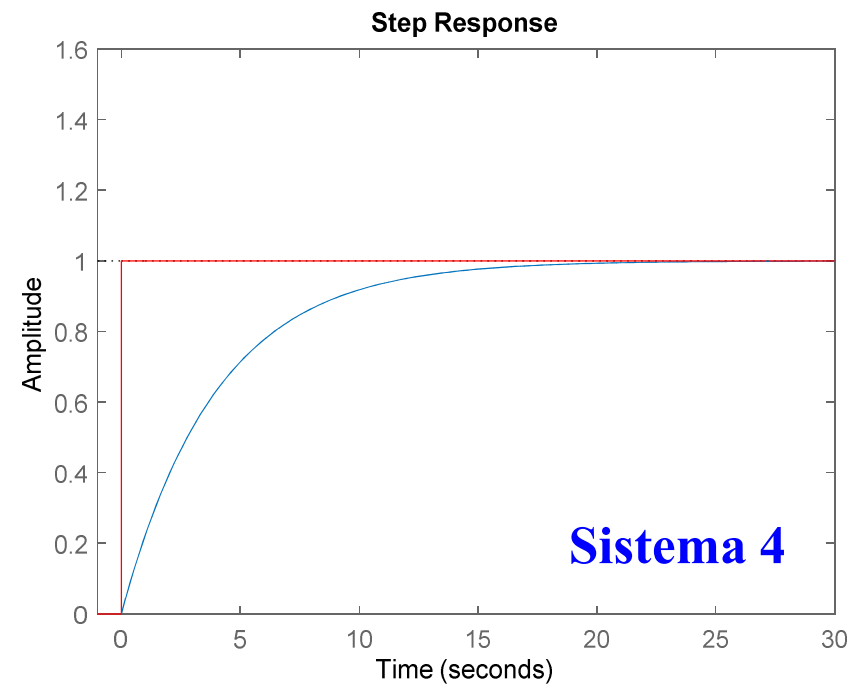
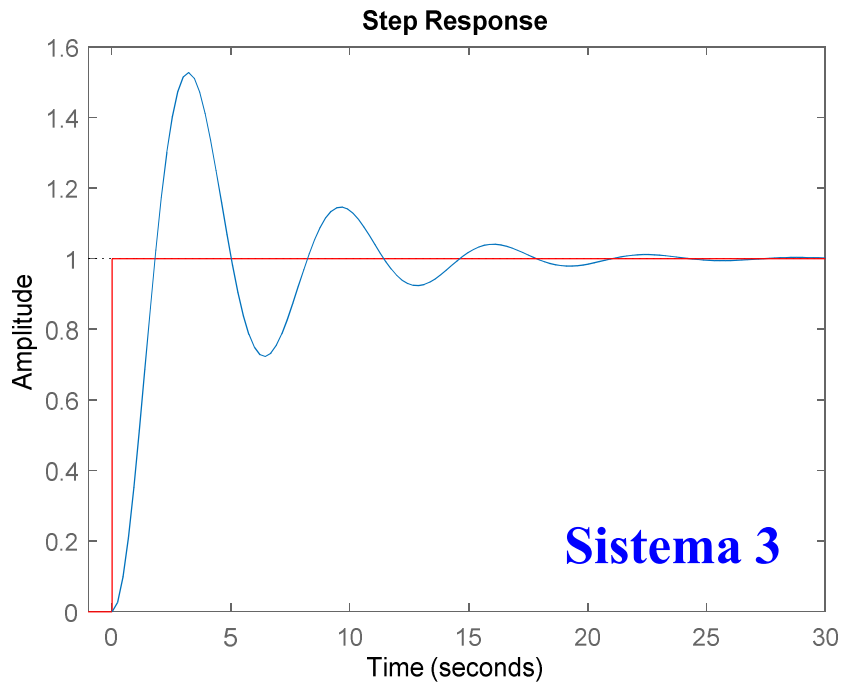
## Nota su precisione statica e precisione dinamica

Consideriamo le **risposte allo scalino unitario** di alcuni **sistemi di controllo**.

$$w(t) = sca(t)$$



Chi ha maggiore **precisione statica**?



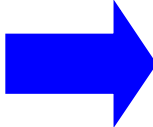
Chi ha maggiore  
**precisione dinamica?**

### 3. Analisi e sintesi di un sistema di controllo

#### Problema di analisi

dati i modelli di  $P, A, T, C$   valutare le prestazioni

#### Problema di sintesi

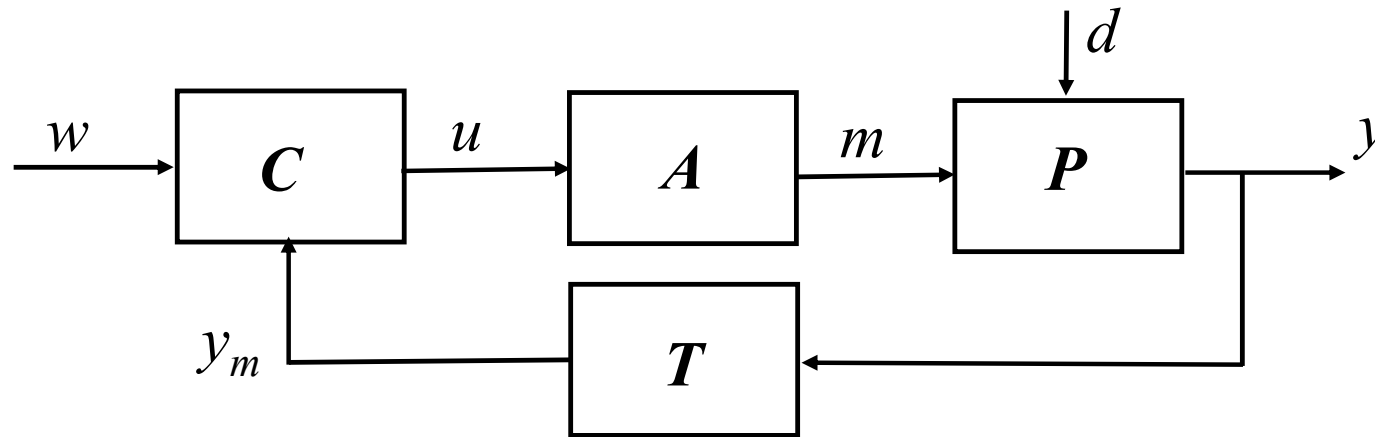
dati i modelli di  $P, A, T$   
+  
specifiche di progetto  determinare il controllore  $C$

## Ipotesi

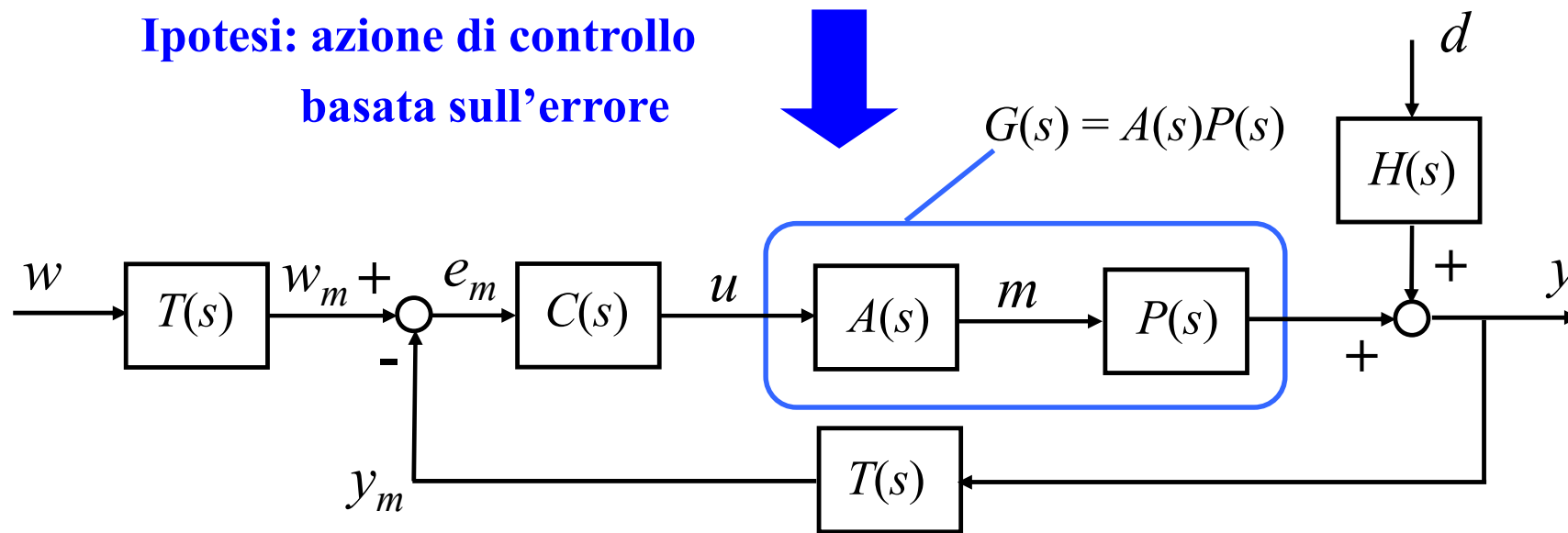
Tutti i componenti del sistema di controllo ( $P, A, T, C$ ) sono descritti da modelli lineari, cioè da

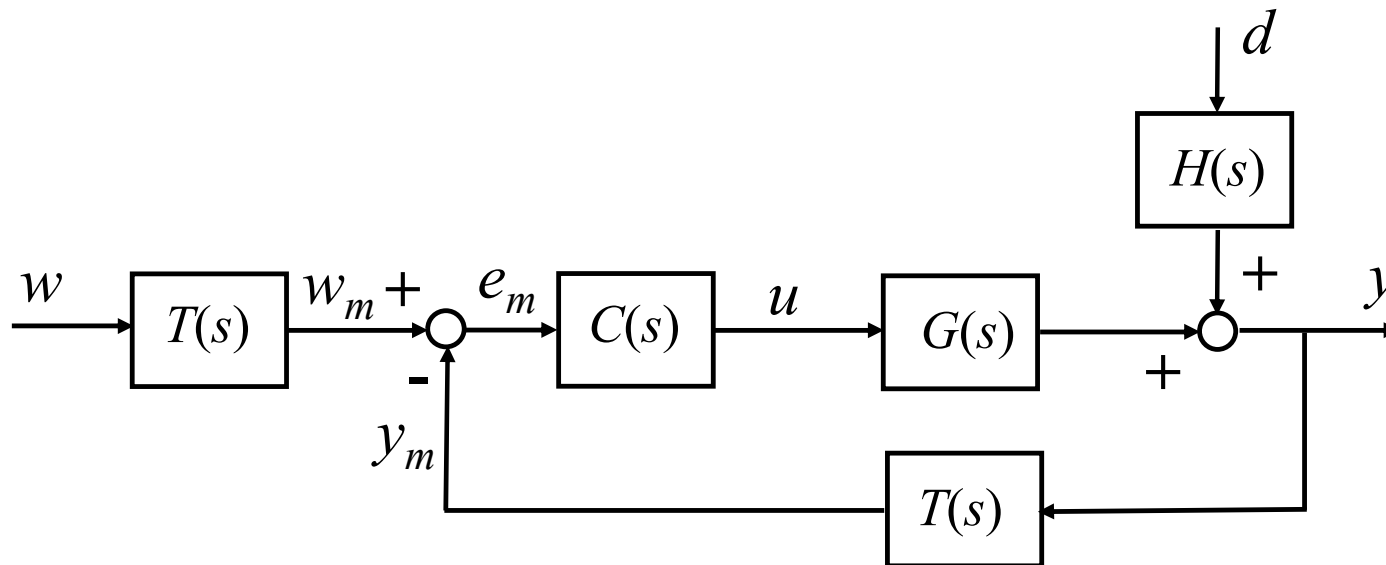
**sistemi dinamici lineari invarianti (a tempo continuo)**

## 4. Sistema di controllo in anello chiuso



**Ipotesi: azione di controllo  
basata sull'errore**



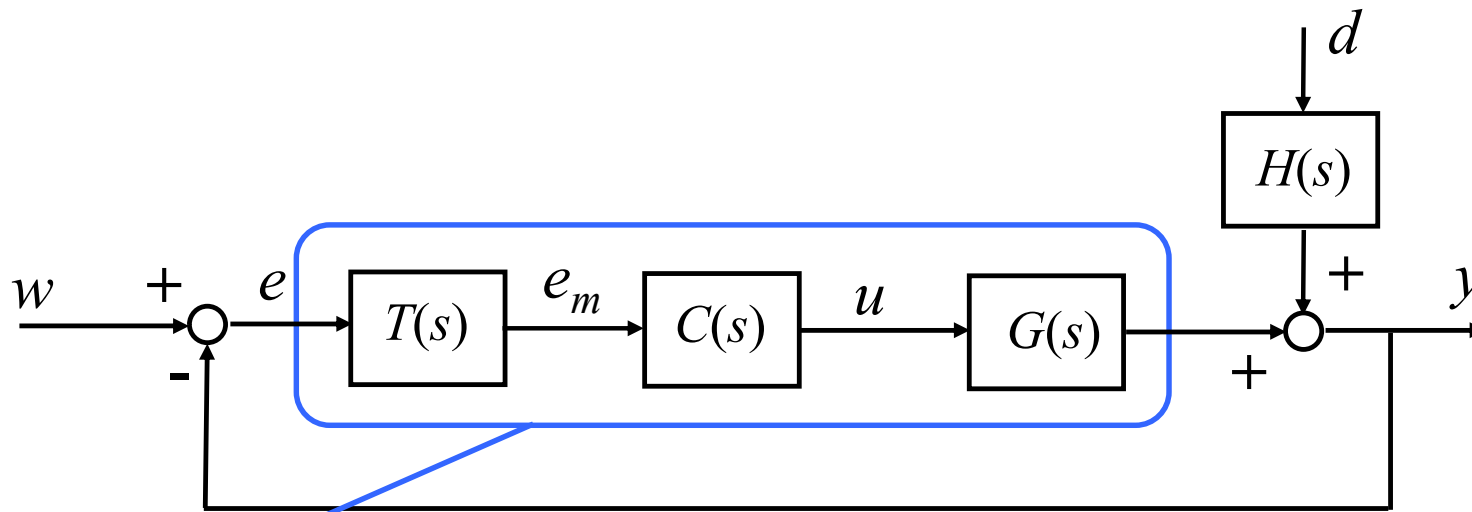


$$E_m(s) = W_m(s) - Y_m(s) = T(s) \underbrace{(W(s) - Y(s))}_{E(s)}$$

errore apparente

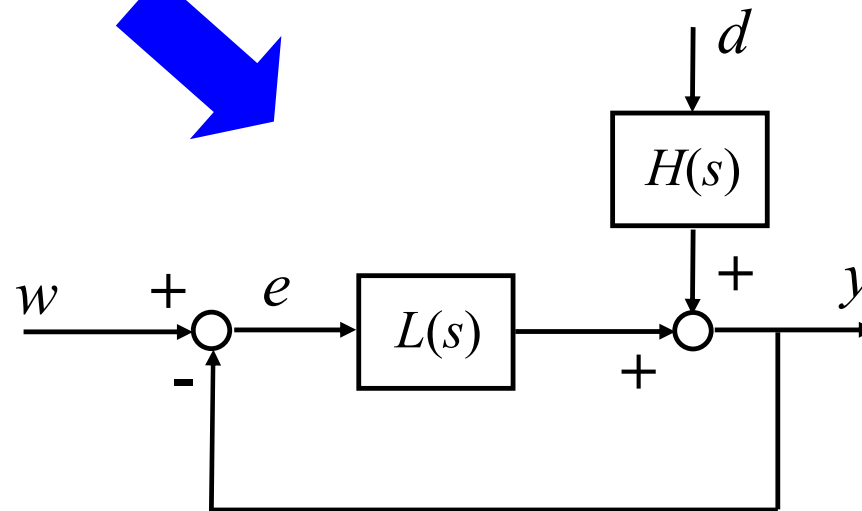
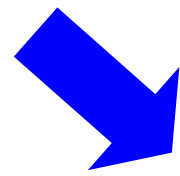
$E(s)$

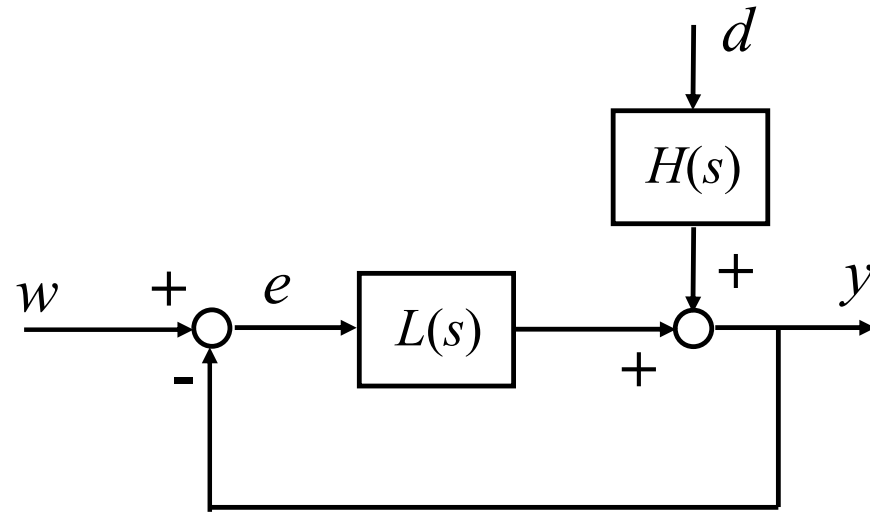
errore effettivo



$$L(s) = T(s)C(s)G(s)$$

**funzione di trasferimento d'anello**





prestazioni ideali

$$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{L(s)}{1 + L(s)}$$



$\sim 1$  “passa-tutto”

$$\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{H(s)}{1 + L(s)}$$



$\sim 0$  “passa-niente”

Ottenere queste prestazioni ideali in senso stretto è impossibile. Ma ...

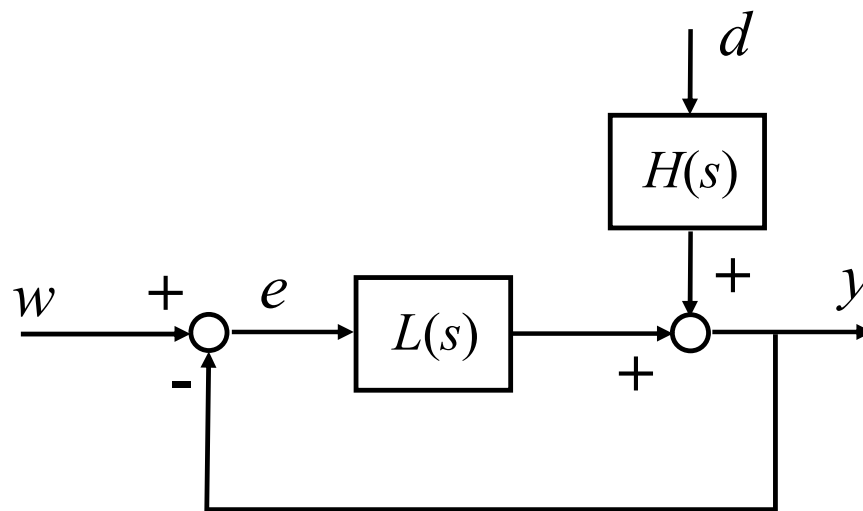
Se  $L(s) \gg 1$

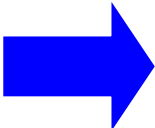
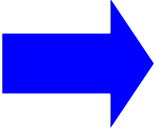
$$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{L(s)}{1 + L(s)} \sim 1 \quad \text{“passa-tutto”}$$

Se  $L(s) \gg H(s)$

$$\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{H(s)}{1 + L(s)} \sim 0 \quad \text{“passa-niente”}$$

## Analisi di sistemi retroazionati



- asintotica stabilità  stabilità di  $H(s)$   
+  
stabilità di  $\frac{L(s)}{1 + L(s)}$
- prestazioni  studio di  $\frac{Y(s)}{W(s)}$  e  $\frac{Y(s)}{D(s)}$