

## Compito B d'esame del 31.01.03

## Sezione 5: CONTROLLORI

Un processo dalla dinamica sconosciuta viene sollecitato nel *set point* (v. *Controller Output* nella parte inferiore della figura allegata) e, nella configurazione **ad anello aperto**, viene registrata la risposta della **variabile di processo da controllare** (v. curva con “rumore” nella figura allegata).

- Proporre un modello di *fitting* della risposta dinamica e descriverne brevemente il significato
- Determinare quantitativamente i parametri del modello di *fitting*
- Determinare i parametri di un controllore PI (per la nella configurazione **ad anello chiuso**) secondo il metodo IMC
- Determinare i parametri di un controllore PID (per la nella configurazione **ad anello chiuso**) secondo il primo metodo di Ziegler e Nichols.

(NB: Una trattazione breve e ben articolata sarà valutata più di una lunga e confusa !)

## SVOLGIMENTO

0. Modello di *fitting*

Il modello proposto è: *First Order Plus Dead Time* (FOPDT)

N.B.: nel seguito lo svolgimento viene fatto a valle del calcolo dei parametri FOPDT, eseguito in automatico dal s/w Control Station.

1. Calcolo di  $K_P$ 

$$K_P = \frac{\text{Steady State Change in the Measured Process Variable, } \Delta y(t)}{\text{Steady State Change in the Controller Output, } \Delta o(t)}$$

$$K_P := -0.3788 \quad \text{NB: } K_p \text{ ha in questo caso unità } (\%) / (\%)$$

2. Calcolo di  $\tau_P$ 

$$\tau_P := 2.20 \cdot \text{min}$$

3. Calcolo di  $t_d$ 

$$t_d := 0.7491 \cdot \text{min}$$

**PID tuning Formule IMC**

$$\tau_C := \max(0.1\tau_P, 0.8t_d)$$

$$\tau_C = 0.599 \text{ min}$$

**Controllore P**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{0.202}{K_P} \cdot \left( \frac{t_d}{\tau_P} \right)^{-1.219}$$

$$K_C = -1.983$$

**Controllore PI**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{1}{K_P} \cdot \frac{\tau_P}{t_d + \tau_C}$$

$$K_C = -4.307$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := \tau_P$$

$$\tau_I = 2.2 \text{ min}$$

**Controllore PID**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{1}{K_P} \cdot \frac{\tau_P + 0.5 \cdot t_d}{\tau_C + 0.5 \cdot t_d}$$

$$K_C = -6.979$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := \tau_P + 0.5 \cdot t_d$$

$$\tau_I = 2.575 \text{ min}$$

tempo derivativo del controllore

$$\tau_D := \frac{\tau_P \cdot t_d}{2 \cdot \tau_P + t_d}$$

$$\tau_D = 0.32 \text{ min}$$

**PID tuning Formule 1° met. Ziegler e Nichols****Controllore P**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d}$$

$$K_C = -7.753$$

**Controllore PI**

Guadagno del controllore

$$K_C := 0.9 \cdot \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d}$$

$$K_C = -6.978$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := 3t_d$$

$$\tau_I = 2.247 \text{ min}$$

**Controllore PID**

Guadagno del controllore

$$K_C := 1.2 \cdot \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d}$$

$$K_C = -9.304$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := 2t_d$$

$$\tau_I = 1.498 \text{ min}$$

tempo derivativo del controllore

$$\tau_D := 0.5t_d$$

$$\tau_D = 0.375 \text{ min}$$

**PID tuning Formule Cohen e Coon****Controllore P**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d} \cdot \left( 1 + \frac{t_d}{3 \cdot \tau_P} \right)$$

$$K_C = -8.633$$

**Controllore PI**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d} \cdot \left( 0.9 + \frac{t_d}{12 \cdot \tau_P} \right)$$

$$K_C = -7.198$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := \frac{30 + 3 \cdot \frac{t_d}{\tau_P}}{9 + 20 \cdot \frac{t_d}{\tau_P}} t_d$$

$$\tau_I = 1.47 \text{ min}$$

**Controllore PID**

Guadagno del controllore

$$K_C := \frac{\tau_P}{K_P \cdot t_d} \cdot \left( \frac{4}{3} + \frac{t_d}{4 \cdot \tau_P} \right)$$

$$K_C = -10.997$$

Reset time del controllore

$$\tau_I := \frac{32 + 6 \cdot \frac{t_d}{\tau_P}}{13 + 8 \cdot \frac{t_d}{\tau_P}} t_d$$

$$\tau_I = 1.622 \text{ min}$$

tempo derivativo del controllore

$$\tau_D := \frac{4}{11 + 2 \cdot \frac{t_d}{\tau_P}} t_d$$

$$\tau_D = 0.257 \text{ min}$$