14/05/2020

PID ISA a 2 gdl

$$CS = K\left(b\,SP - PV + \frac{1}{sT_i}(SP - PV) + \frac{sT_d}{1 + sT_d/N}(c\,SP - PV)\right)$$

u [CS: control signal

y [PV: process
    CV: controlled variable

w [sp: set point

Parametri: $K, T_i, T_d, N, b, c \; (T_s)$

Fanno incrementale

Anti windup

Tracking (AUTO/MAN) con commutazione

"bumpless"

El

⇒ codice C

Calcoliamo le 3 azioni individualmente così venebbe
Facile introdurre Flag per abilitarle/disabilitarle

- Azione P:

$$CS_p = K(bSP - PV)$$

Operatore variazione: $\Delta := 1 - z^{-1}$

Nel tempo scrivo: $\Delta CS_p = K(b\Delta SP - \Delta PV)$

$\Delta V(z) = (1 - z^{-1})V(z) \iff \Delta v(k) = v(k) - v(k-1)$

Azione I:

$$CS_i(s) = \frac{k}{sT_i}\left(SP(s) - PV(s)\right)$$

E1 $\downarrow$

$$CS_i(z) = \frac{K}{\frac{z-1}{zT_s}T_i}\left(SP(z) - PV(z)\right) \implies \Delta CS_i(z) \simeq \frac{kT_s}{T_i}\left(SP(z) - PV(z)\right)$$

$\Delta \rightarrow \frac{z-1}{zT_s}$

OKKIO a T_s troppo piccoli, fa precisione numerica è scarsa

Quindi nel tempo

$$\Delta CS_i(k) = \frac{KT_s}{T_i}\left(SP(k) - PV(k)\right)$$

Azione D:

$$CS_d(s) = \frac{s \, KTd}{1 + s \, Td/N} \left(\leftarrow SP(s) - PV(s) \right)$$

E1 ↓

$$CS_d(z) = \frac{KTd}{1 + \frac{Td}{N} \frac{z-1}{zTs}} \cdot \frac{z-1}{zTs} \left(\leftarrow SP(z) - PV(z) \right)$$

$$= \frac{KTd \, NTs \, z}{zNTs + Td \, z - Td} \cdot \frac{1}{Ts} \left(\leftarrow \Delta SP(z) - \Delta PV(z) \right)$$

$$\Rightarrow CS_d(z) = \frac{z \, KNTd}{z(Td + NTs) - Td} \left(\leftarrow \Delta SP(z) - \Delta PV(z) \right)$$

→ polo $\frac{Td}{Td + NTs} \in (0,1)$ pendè

$Td, N, Ts > 0$

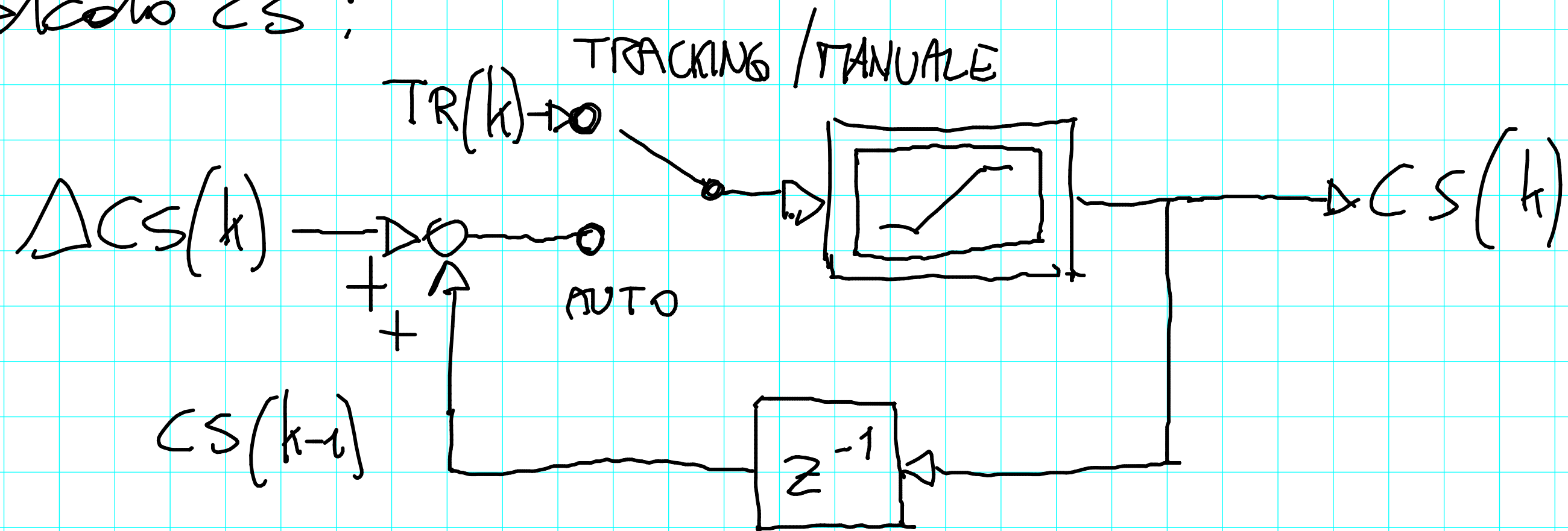$$CS_d(k) = \frac{T_d}{T_d + NT_s} CS_d(k-1) + \frac{K N T_d}{T_d + NT_s} \left(c \, \Delta SP(k) - \Delta PV(k) \right)$$

$$\Delta CS_d(k) = CS_d(k) - CS_d(k-1)$$

secondo v. di stato
del PID reale = TC
(la 1ª è l'integratore)

Mettendo tutto insieme

$$\Delta CS(k) = \Delta CS_p(k) + \Delta CS_i(k) + \Delta CS_d(k)$$

Calcolo CS:

Calcolo CS:

TR(k) → TRACKING / MANUALE

$\Delta CS(k)$ → AUTO → $CS(k)$

$CS(k-1)$

z^{-1}

AW

Commutazione TRACKING → AUTO è "bumpless", perché, psendo
alimore, il termine ΔCS calcolato in AUTO è sommato
all'ultimo CS ottenuto in TRACKING   ⇒ codice

ES 1

$$P(s) = \frac{1}{(1+s)(1+5s)}$$

$$R(s) = 2 \cdot \frac{(1+s)(1+5s)}{s(1+s/20)}$$

$$\omega_c = 2$$
$$\varphi_m = 84°$$

$$\omega_s = 40 \qquad \frac{2\pi}{T_s} = 40 \qquad T_s = \frac{2\pi}{40} \qquad \rightarrow scale\ 0,1$$

$$\Rightarrow R(z) = \frac{74,8 z^2 - 141,33 z + 66,67}{z^2 - 1,33 z + 0,33}$$

$$= \frac{74,8 - 141,33 z^{-1} + 66,67 z^{-2}}{1 - 1,33 z^{-1} + 0,33 z^{-2}} = \frac{U}{E}$$

Quindi

$$v(k) = \underbrace{1,33}_{a_1} v(k-1) \underbrace{- 0,33}_{a_2} v(k-2) (...) + \underbrace{74,8}_{b_0} e(k) \underbrace{- 141.33}_{b_1} e(k-1) + \underbrace{66.67}_{b_2} e(k-2)$$

In generale

$\Rightarrow$ Modelica