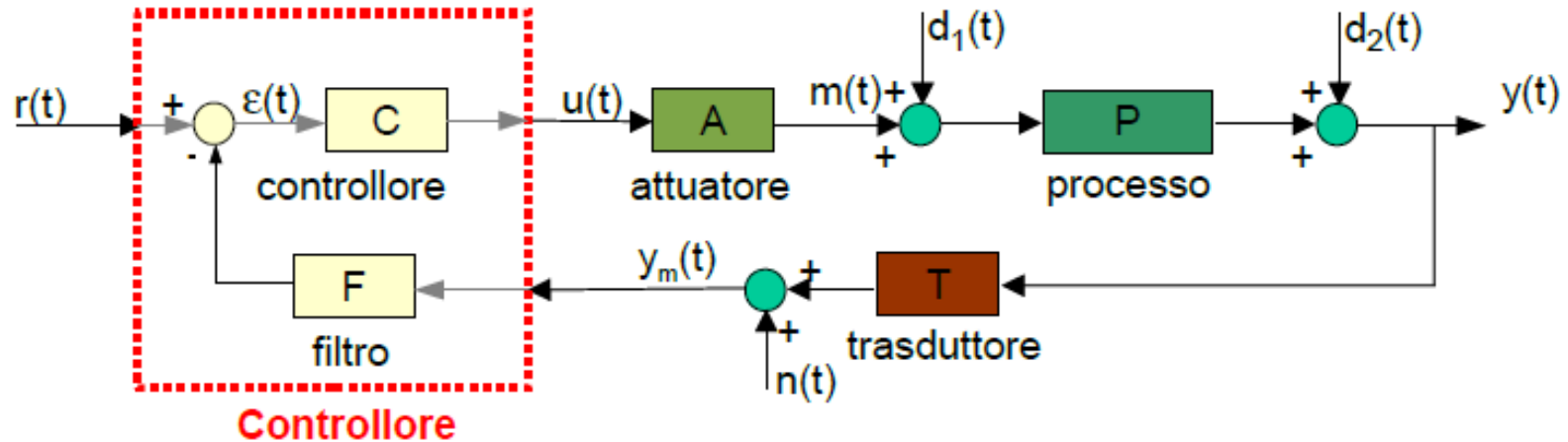


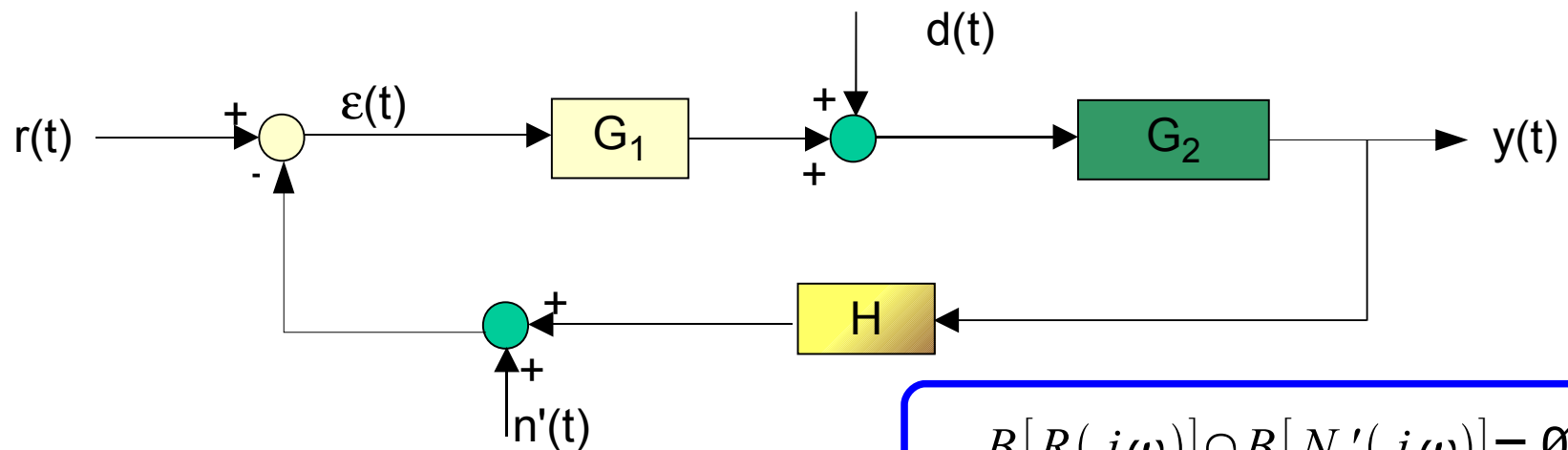
Approccio alla sintesi

- Schema di riferimento
- Metodi analitici
- Rispetto delle specifiche sul comportamento a regime
- Schema per la sintesi della parte in “alta frequenza”
del controllore

Schema di riferimento

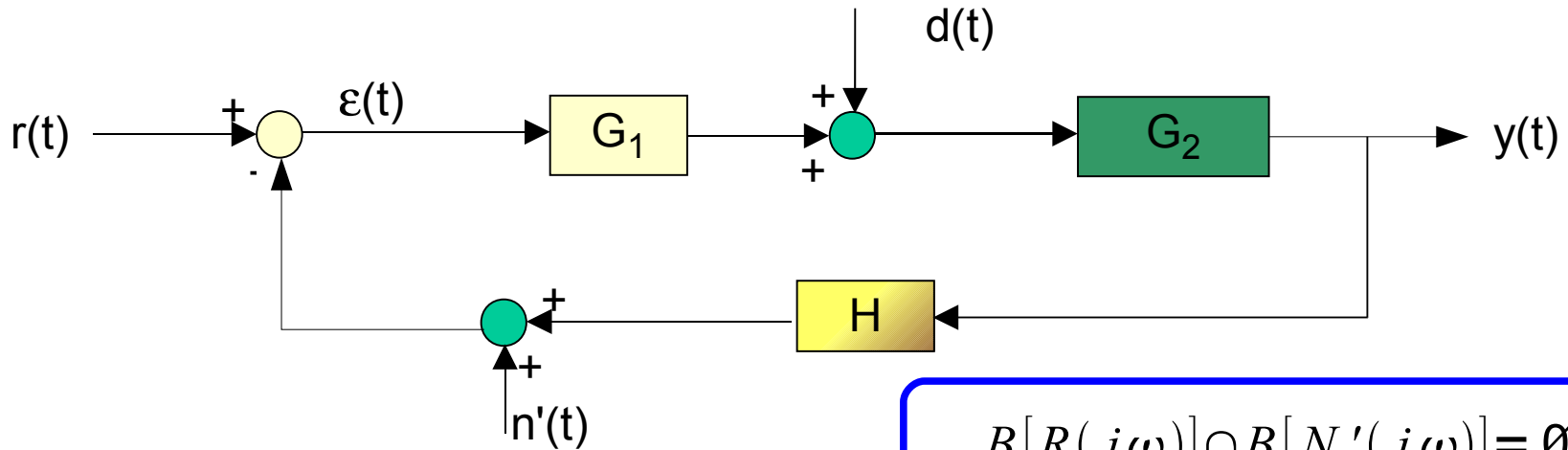


Note le caratteristiche del rumore di misura il filtro F viene progettato in modo che il rumore $n'(t)$ sia separato in banda rispetto al segnale di riferimento $r(t)$



$$B[R(j\omega)] \cap B[N'(j\omega)] = \emptyset$$

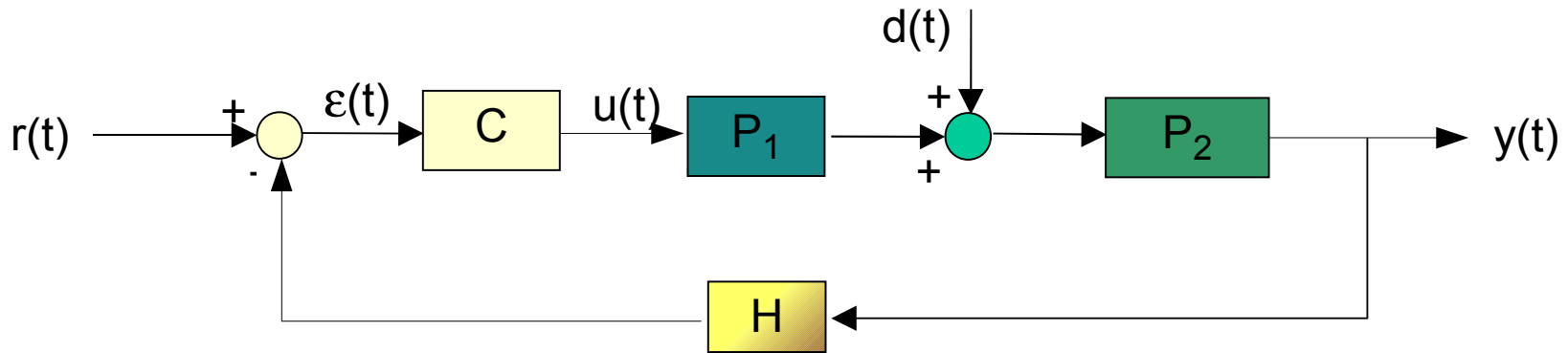
Schema di riferimento



$$B[R(j\omega)] \cap B[N'(j\omega)] = \emptyset$$

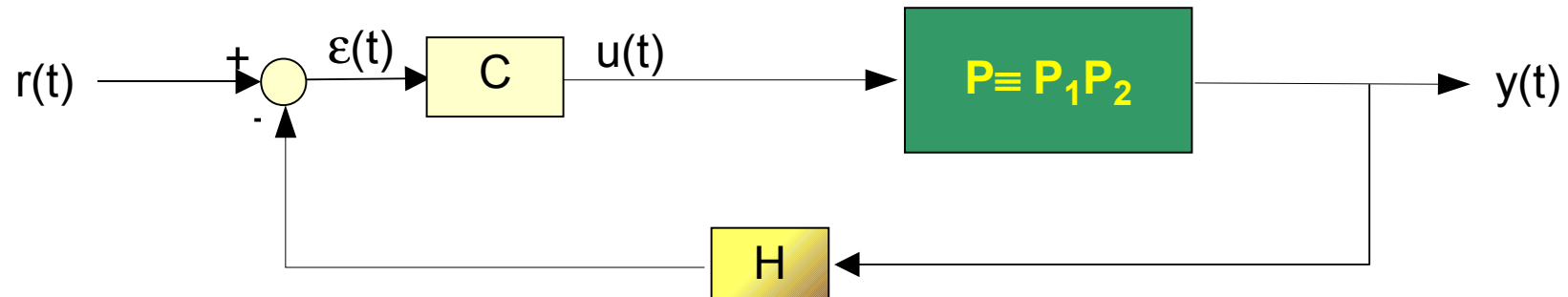
La specifica sulla banda passante B_3 sarà quindi tale che

$$B[R(j\omega)] < \bar{B}_3 < B[N'(j\omega)]$$

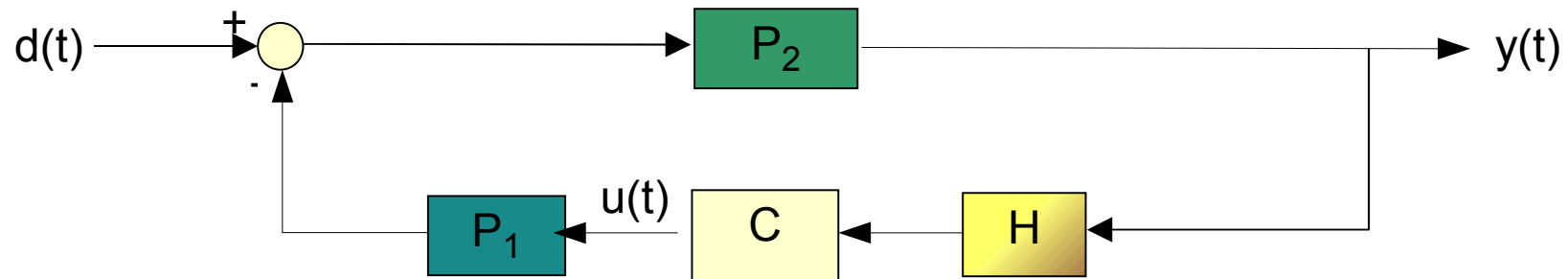


Metodi analitici

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...



$$W_r(j\omega) = \frac{C(j\omega)P(j\omega)}{1 + C(j\omega)P(j\omega)H(j\omega)} = \bar{W}_r(j\omega); \quad |\bar{W}_r(j\omega)| \approx K_d \quad \forall \omega \leq 2\pi B_3$$



$$W_d(j\omega) = \frac{P_2(j\omega)}{1 + C(j\omega)P(j\omega)H(j\omega)} = \bar{W}_d(j\omega); \quad |\bar{W}_d(j\omega)| \approx 0 \quad \forall \omega \in B[D(j\omega)]$$

Metodi analitici

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...

$$W_r(j\omega) = \frac{C(j\omega)P(j\omega)}{1 + C(j\omega)P(j\omega)H(j\omega)} = \bar{W}_r(j\omega)$$

$$C(s) = \frac{N_C(s)}{D_C(s)}; \quad P(s) = \frac{N_P(s)}{D_P(s)} \quad H(s) = \frac{N_H(s)}{D_H(s)}$$

$$W_r(s) = \frac{N_W(s)}{D_W(s)} = \frac{N_C(s)N_P(s)D_H(s)}{D_C(s)D_P(s)D_H(s) + N_C(s)N_P(s)N_H(s)} = \frac{\bar{N}_W(s)}{\bar{D}_W(s)} = \bar{W}_r(j\omega)$$

Per non effettuare cancellazioni polo-zero nel semipiano destro ...

$$\bar{N}_W(s) = N_P^+(s) \bar{N}'_W(s) \Rightarrow D_C(s) \neq N_P^+(s) D'_C(s)$$

$$N_C(s) \neq D_P^+(s) N'_C(s)$$

Metodi analitici

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...

$$W_r(s) = \frac{N_W(s)}{D_W(s)} = \frac{N_C(s) N_P(s) D_H(s)}{D_C(s) D_P(s) D_H(s) + N_C(s) N_P(s) N_H(s)} = \frac{\bar{N}_W(s)}{\bar{D}_W(s)} = \bar{W}_r(j\omega)$$

$$N_C(s) N_P^-(s) D_H(s) = \bar{N}'_W(s) L(s)$$

$$D_C(s) D_P(s) D_H(s) + N_C(s) N_P(s) N_H(s) = \bar{D}_W(s) M(s)$$

$$D_C(s) \neq N_P^+(s) D'_C(s)$$

$$N_C(s) \neq D_P^+(s) N'_C(s)$$

Sistema di equazioni polinomiali risolvibili sotto opportune condizioni
I polinomi $L(s)$ e $M(s)$ sono arbitrari, con radici in alta frequenza, e di ordine opportuno per rispettare le eguaglianze

Metodi analitici

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...

$$W_r(s) = \frac{C(s)P(s)}{1 + C(s)P(s)H(s)} = \bar{W}_r(s) = W_m(s)\Sigma(s) = W_m(s)\frac{L(s)}{M(s)}$$

La funzione di trasferimento $\Sigma(s)$ ha influenza solo in alta frequenza: a frequenze superiori di almeno un'ottava alla banda passante a - 3dB

$$W_r(s) = \frac{C(s)P(s)H(s)}{1 + C(s)P(s)H(s)} \frac{1}{H(s)} = W_m(s)\Sigma(s)$$

La funzione di trasferimento $\Sigma(s)$ è inserita per garantire la causalità del controllore in presenza di un modello $W_m(s)$ a modo dominante

$$W_r^\circ(s) = \frac{F(s)}{1 + F(s)} = W_m(s)\Sigma(s)H(s) = \Gamma(s)$$

Metodi analitici

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...

$$\frac{F(s)}{1+F(s)} = W_m(s) M(s) H(s) = \Gamma(s)$$

$$F(s) = \frac{\Gamma(s)}{1-\Gamma(s)} = \frac{N_\Gamma(s)}{D_\Gamma(s) - N_\Gamma(s)}$$

Gli zeri ed i poli di $\Gamma(s)$ sono noti , pertanto i poli di $F(s)$ possono essere valutati utilizzando il luogo delle radici negativo

$$C(s) = H^{-1}(s) P^{-1}(s) F(s)$$

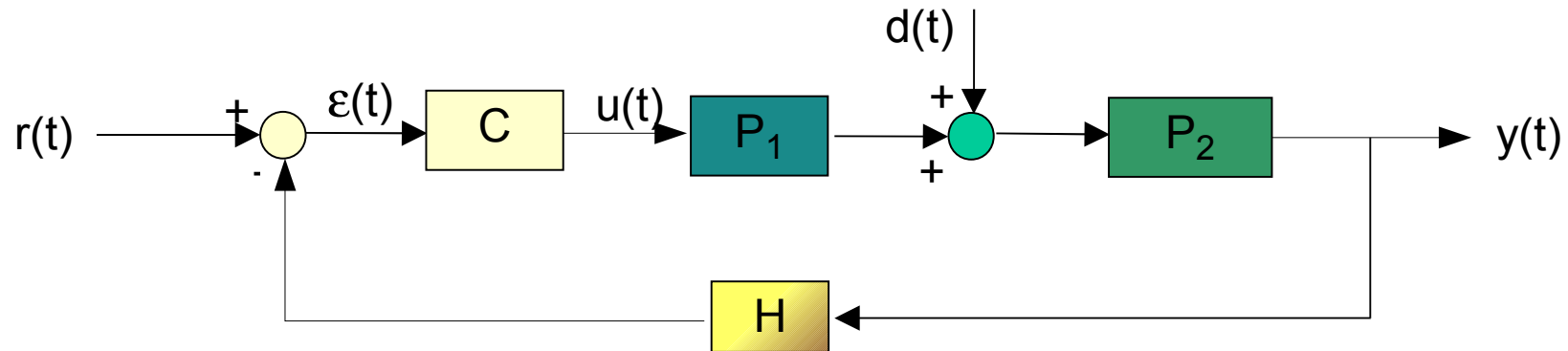
Nell'ipotesi di blocco di retroazione proporzionale e non dinamico

$$C(s) = K_d P^{-1}(s) F(s)$$

Il controllore cancella completamente il processo

Rispetto delle specifiche sul comportamento a regime

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...



$$C(s) = \frac{K_C}{s^{\nu_c}} C'(s); \quad C'(0) = 1$$

$$P_1(s) = \frac{K_1}{s^{\nu_1}} P'_1(s); \quad P'_1(0) = 1$$

$$P_2(s) = \frac{K_2}{s^{\nu_2}} P'_2(s); \quad P'_2(0) = 1$$

$$H(s) = K_H H'(s); \quad H'(0) = 1$$

$$e_\infty(t) = e_{r_\infty}(t) + e_{d_\infty}(t)$$

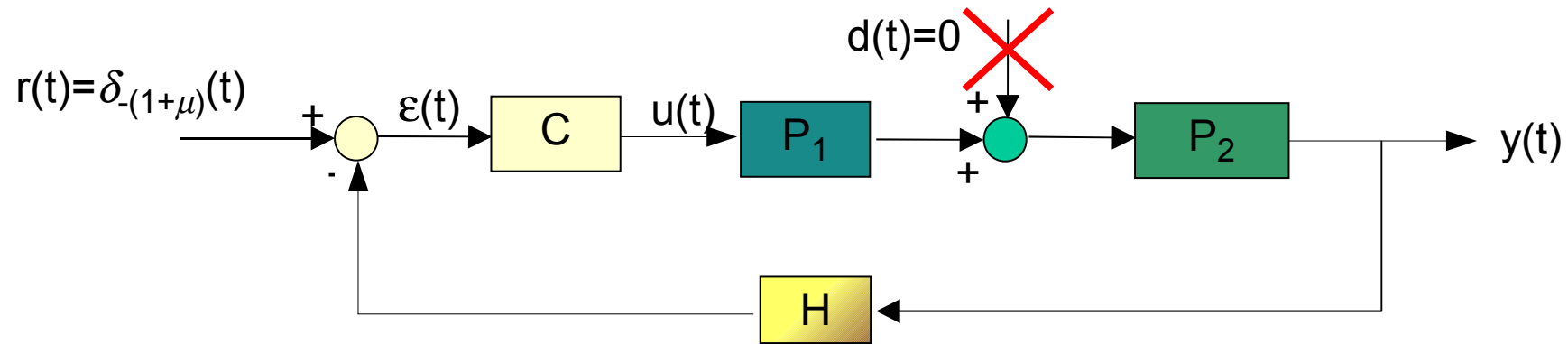
$$|e_\infty(t)| = |e_{r_\infty}(t)| + |e_{d_\infty}(t)| \leq \bar{e}_\infty$$

$$K_{W_r} = K_d \pm \Delta K$$

$$M_{0_w} = \bar{M}_0 \pm \Delta M$$

Rispetto delle specifiche sul comportamento a regime

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...



$$\nu_C + \nu_1 + \nu_2 = \nu_G$$

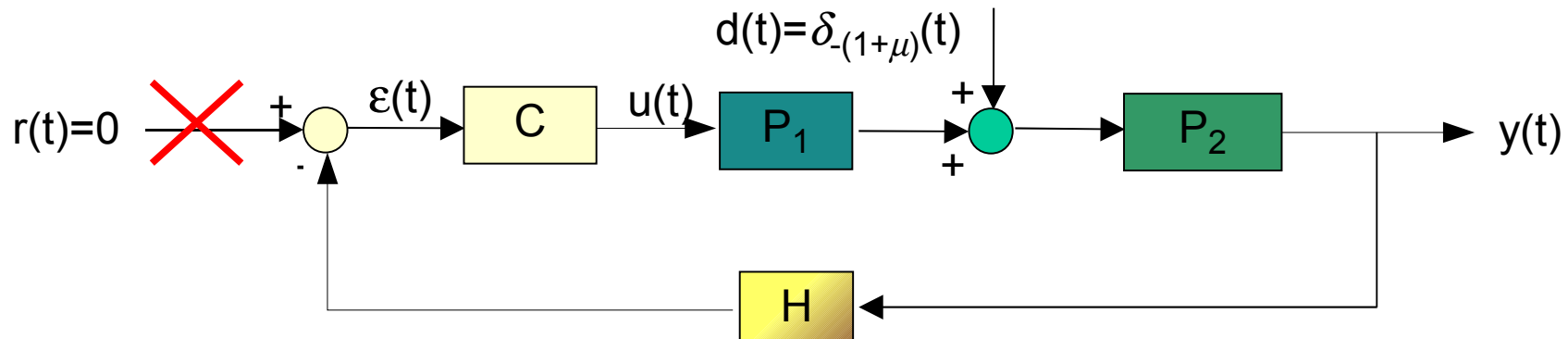
$$K_P = K_1 K_2$$

$$H = \frac{1}{K_d}$$

$\nu_G \backslash \mu$	0	1	2
0	$\frac{K_d^2}{K_d + K_C K_P}$	0	0
1	∞	$\frac{K_d^2}{K_C K_P}$	0
2	∞	∞	$\frac{K_d^2}{K_C K_P}$

Rispetto delle specifiche sul comportamento a regime

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...



$$v_2=0$$

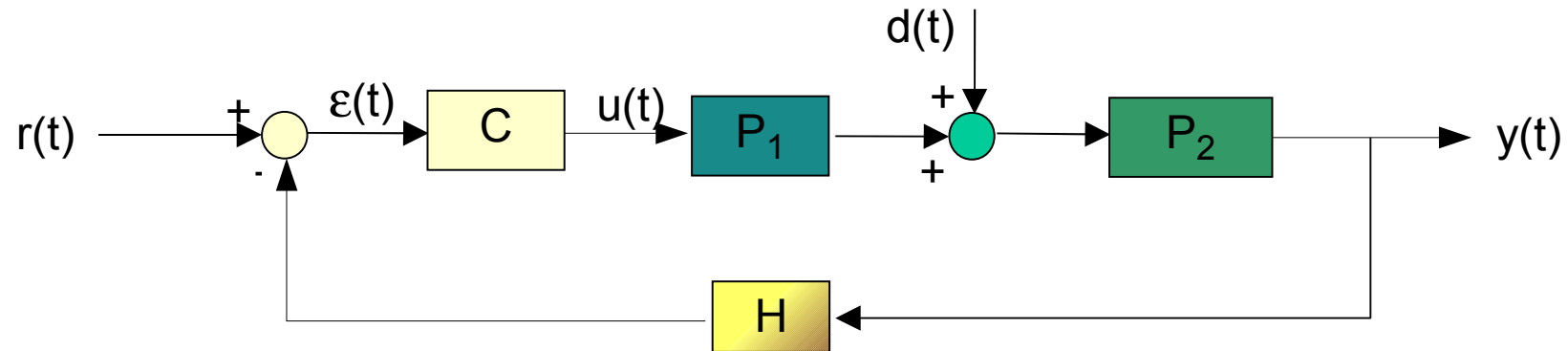
v_1+v_c μ	0	1	2
0	$\frac{K_d K_2}{K_d + K_c K_1 K_2}$	0	0
1	∞	$\frac{K_d}{K_c K_1}$	0
2	∞	∞	$\frac{K_d}{K_c K_1}$

$$v_2=1$$

v_1+v_c μ	0	1	2
0	$\frac{K_d}{K_c K_1}$	0	0
1	∞	$\frac{K_d}{K_c K_1}$	0
2	∞	∞	$\frac{K_d}{K_c K_1}$

Rispetto delle specifiche sul comportamento a regime

Si vorrebbe progettare il controllore ed il blocco di retroazione per ...



$$|e_{\infty}(t)| = |e_{r_{\infty}}(t)| + |e_{d_{\infty}}(t)| \leq \bar{e}_{\infty}$$



$$\begin{aligned} K_C &\geq \bar{K}_C \\ \mu_C &\geq \bar{\mu}_C \end{aligned}$$



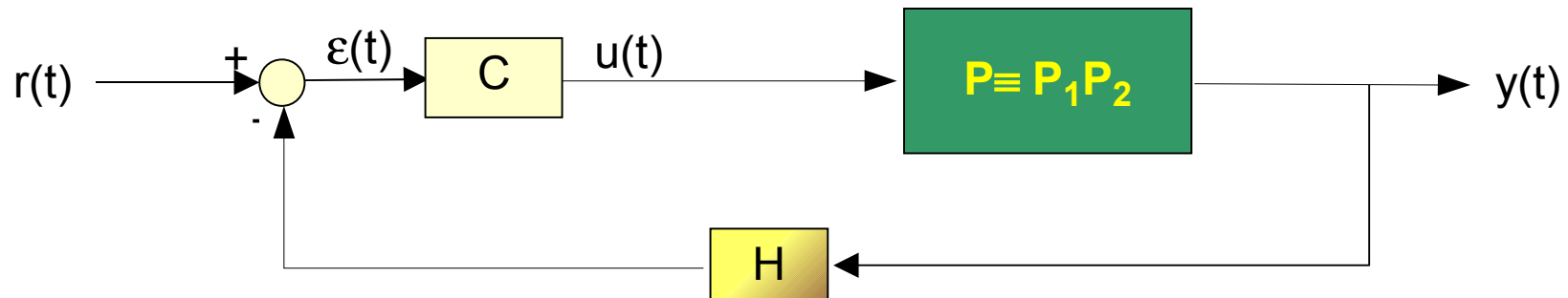
$$K_{W_r} = K_d \pm \Delta K$$

$$M_{0_w} = \bar{M}_0 \pm \Delta M$$



$$|e_{r_{\infty}}(t)|_{r=\delta_{-1}} \leq \Delta K$$

Schema per la sintesi in “alta frequenza” del controllore



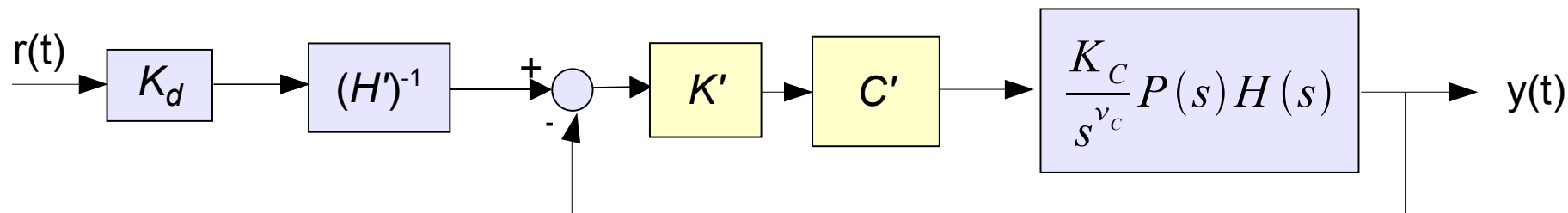
$$C(s) = \frac{K_c}{s^{v_c}} C'(s); \quad C'(0) = 1$$

$$H(s) = \frac{1}{K_d} H'(s); \quad H'(0) = 1$$

Il guadagno ed il numero di poli nell'origine del controllore sono determinati dalle specifiche sul comportamento a regime

La componente in alta frequenza del controllore $C'(s)$ viene progettata per soddisfare le condizioni di stabilità a ciclo chiuso e le specifiche sul comportamento nel transitorio

Schema per la sintesi in “alta frequenza” del controllore



Il blocco K' può assumere valori inferiori a 1 solo e soltanto se la presenza di un adeguato numero di poli nell'origine nel controllore e/o nel processo garantisce il rispetto delle specifiche sul comportamento a regime a prescindere dal valore del guadagno

$$B_3 \approx \bar{B}_3$$

$$B_3 \approx \bar{B}_3 \Leftrightarrow \omega_n \approx \bar{\omega}_n$$

$$s \leq \bar{s}$$

$$M_r \leq \bar{M}_r \Leftrightarrow s \leq \bar{s} \Leftrightarrow \xi \geq \bar{\xi}$$

$$B_3 \approx \bar{B}_3 \Rightarrow \omega_t \approx \bar{\omega}_t$$

$$M_r \leq \bar{M}_r$$

$$t_s \leq \bar{t}_s$$

$$t_s \leq \bar{t}_s \Rightarrow \omega_t \geq \bar{\omega}_t$$

$$s^o / o \leq \bar{s} \Rightarrow m_\varphi \geq \bar{m}_\varphi$$

$$t_s \leq \bar{t}_s \Leftrightarrow B_3 \geq \bar{B}_3$$

$$M_r \leq \bar{M}_r$$

$$t_a \leq \bar{t}_a$$

$$t_{a_{\varepsilon^o/o}} \leq \bar{t}_a \Rightarrow \tau_{eq} = \frac{1}{\xi \omega_n} \leq \bar{\tau}$$

$$t_{a_{\varepsilon^o/o}} \leq \bar{t}_a \Leftrightarrow B_3 \geq \bar{B}_3$$

Riepilogo

- ✓ Partendo dallo schema di un sistema di controllo a single-loop sono stati dati cenni su tecniche di sintesi analitiche
- ✓ La parte in bassa frequenza (influenzante il comportamento a frequenza 0) del controllore è stata progettata sulla base delle sole specifiche sul comportamento e regime
- ✓ È stato definito lo schema di riferimento per la sintesi della parte in alta frequenza (NON influenzante il comportamento a frequenza 0) del controllore
- ✓ La sintesi della parte in bassa frequenza, basata su relazioni analitiche) non richiede ulteriori verifiche, mentre la parte in alta frequenza, avente anche il compito di stabilizzare il sistema a ciclo chiuso, richiede che si proceda alla verifica delle prestazioni