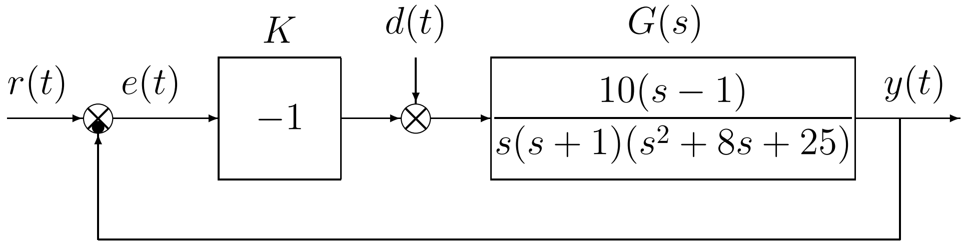
• ***Esempio.*** Facendo riferimento al seguente sistema:




determinare l'errore a regime $e_\infty(t)$ che si ha quando sul sistema agiscono contemporaneamente il disturbo costante $d(t) = 2$ ed il riferimento sinusoidale $r(t) = 3 + \cos t$.

• In questo caso si applica il principio di sovrapposizione degli effetti: l'errore $E(s)$ è dato dalla somma dei contributi derivanti dall'azione dell'ingresso $R(s)$ e del disturbo $D(s)$:

$$E(s) = G_d(s)D(s) + G_r(s)R(s) = \frac{-G(s)}{1 + K\,G(s)}D(s) + \frac{1}{1 + K\,G(s)}R(s)$$

Sostituendo $K = -1$ e $G(s)$ si ottiene:

$$E(s) = \underbrace{\frac{-10(s-1)}{s(s+1)(s^2+8s+25)-10(s-1)}}_{G_d(s)} D(s) + \underbrace{\frac{s(s+1)(s^2+8s+25)}{s(s+1)(s^2+8s+25)-10(s-1)}}_{G_r(s)} R(s)$$

I contributi sull'errore a regime derivanti dalle componenti "costanti" del disturbo e del riferimento ($d_0 = 2$ e $r_0 = 3$) si determinano "a regime" ponendo $s = 0$ nella $G_d(s)$ e nella $G_r(s)$ (cioè ponendo $\omega = 0$ nelle corrispondenti funzioni di risposta armonica):

$$e_0 = \left.\frac{-10(s-1)}{s(s+1)(s^2+8s+25)-10(s-1)}\right|_{s=0} d_0 + \left.\frac{s(s+1)(s^2+8s+25)}{s(s+1)(s^2+8s+25)-10(s-1)}\right|_{s=0} r_0 = 2$$

La componente sinusoidale del segnale di riferimento induce, a regime, una componente sinusoidale $e_\omega(t)$ anche sul segnale errore $e(t)$. La componente $e_\omega(t)$ si determina facilmente calcolando il valore della funzione di risposta armonica della funzione $G_r(s)$ in corrispondenza della pulsazione $\omega = 1$, cioè ponendo $s = j$ nella $G_r(s)$:

$$G_r(j) = \left.\frac{s(s+1)(s^2+8s+25)}{s(s+1)(s^2+8s+25)-10(s-1)}\right|_{s=j} = 1.569\,e^{-j\,0.1974} = 1.569\angle -11.31^o$$

L'errore a regime $e_\infty(t)$ ha quindi il seguente valore:

$$e_\infty(t) = e_0 + |G_r(j)|\cos(t + Arg[G_r(j)]) = 2 + 1.569\cos(t - 0.1974)$$