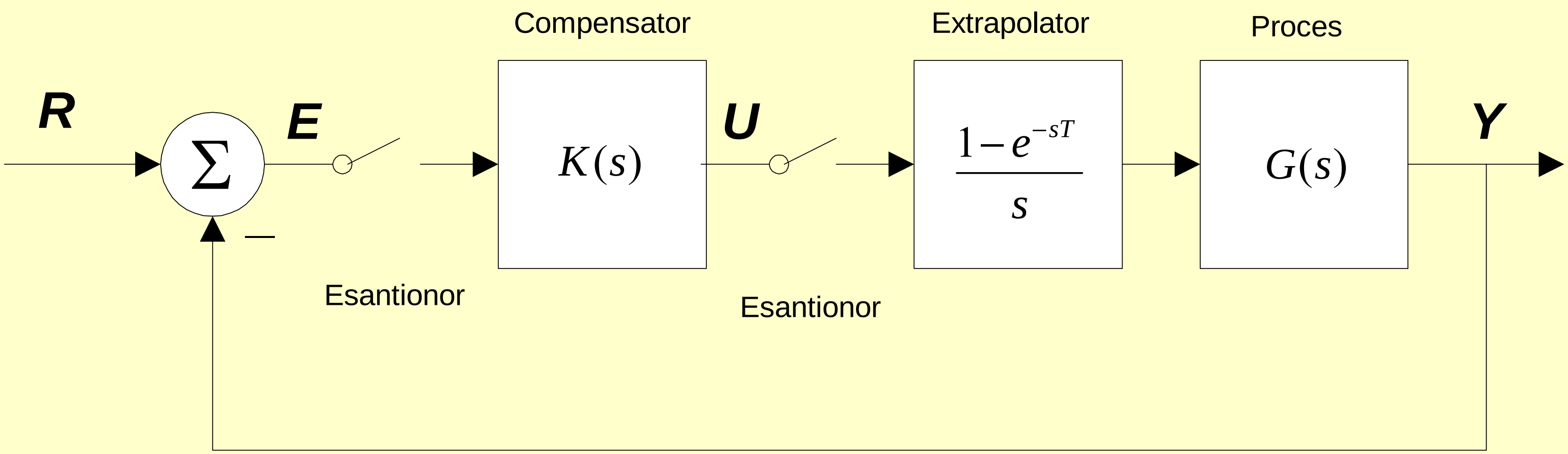
Noțiuni de proiectare a regulatoarelor numerice

Prof. Sorin Larionescu

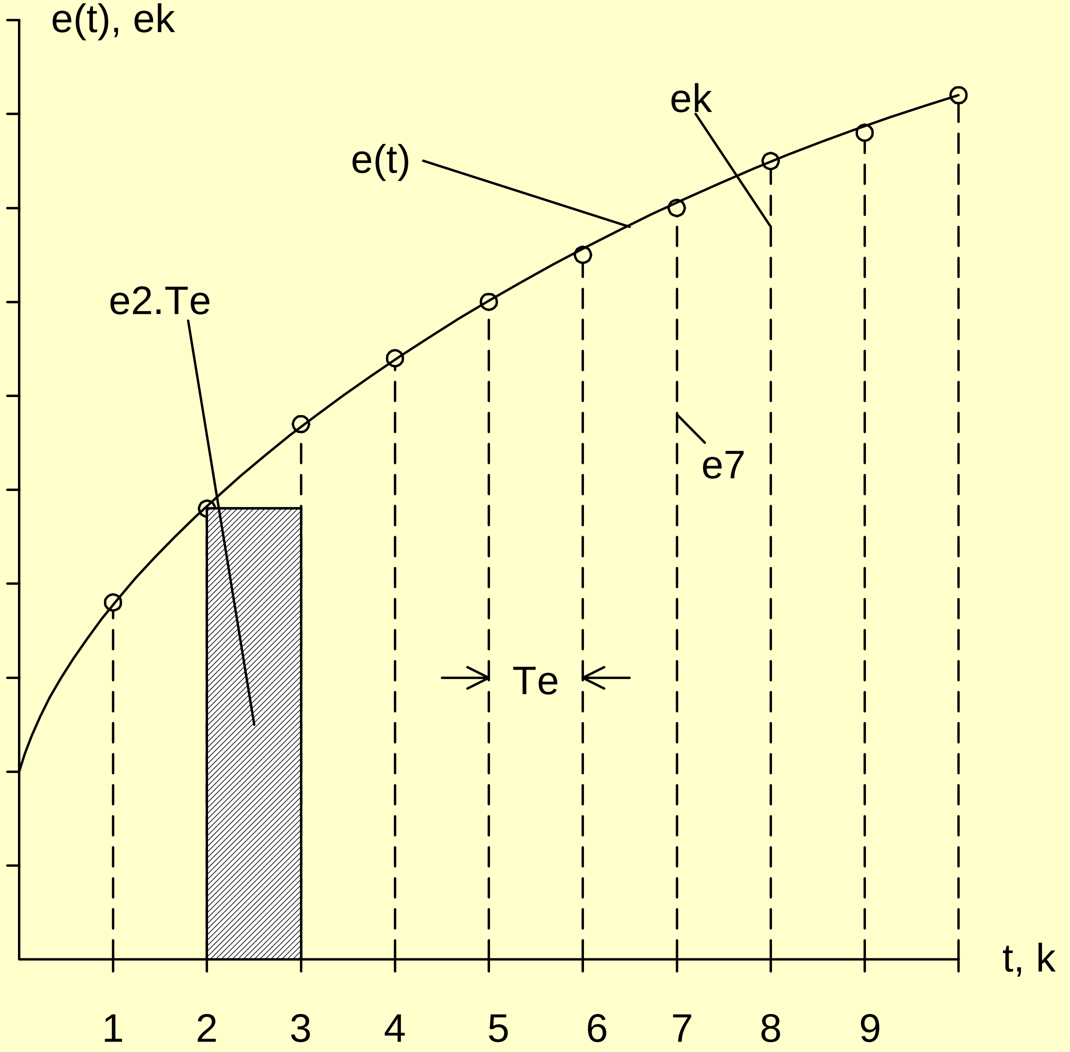
Regulatorul numeric conține în plus două eşantionoare şi un extrapolator



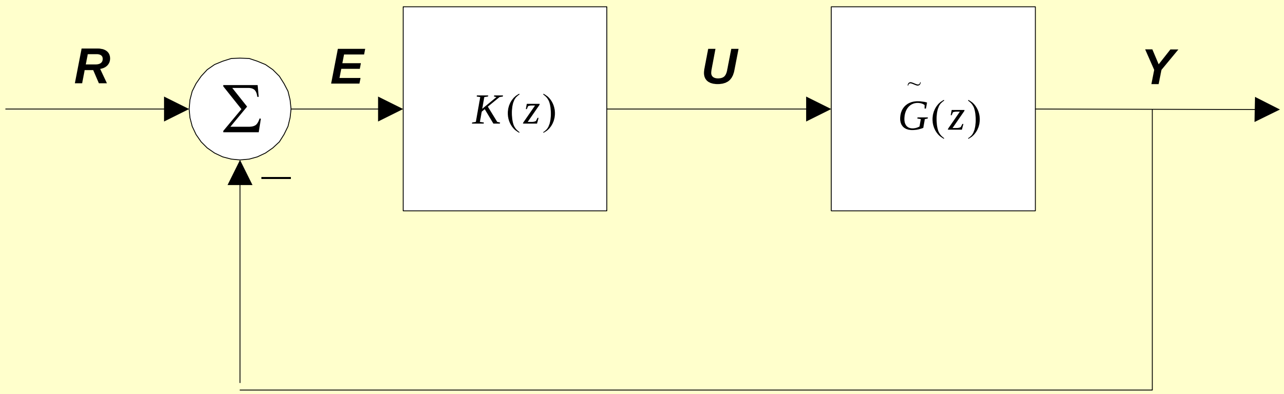
Teorema de eşantionare a lui Shannon. Frecvența Nyquist.

- Dacă un semnal continuu are o transformare Fourier nulă în afara intervalului [fmax…-fmax] atunci el este complet caracterizat de semnalul discret obținut cu o frecvență de eşantionare fe mai mare decât 2.fmax
- Dacă se cunoaşte frecvența de eşantionare fe atunci frecvența fe/2 care determină frecvența maximă fmax a semnalului continuu admisă pentru o eşantionare fără distorsiuni se numeşte frecvență Nyquist fN

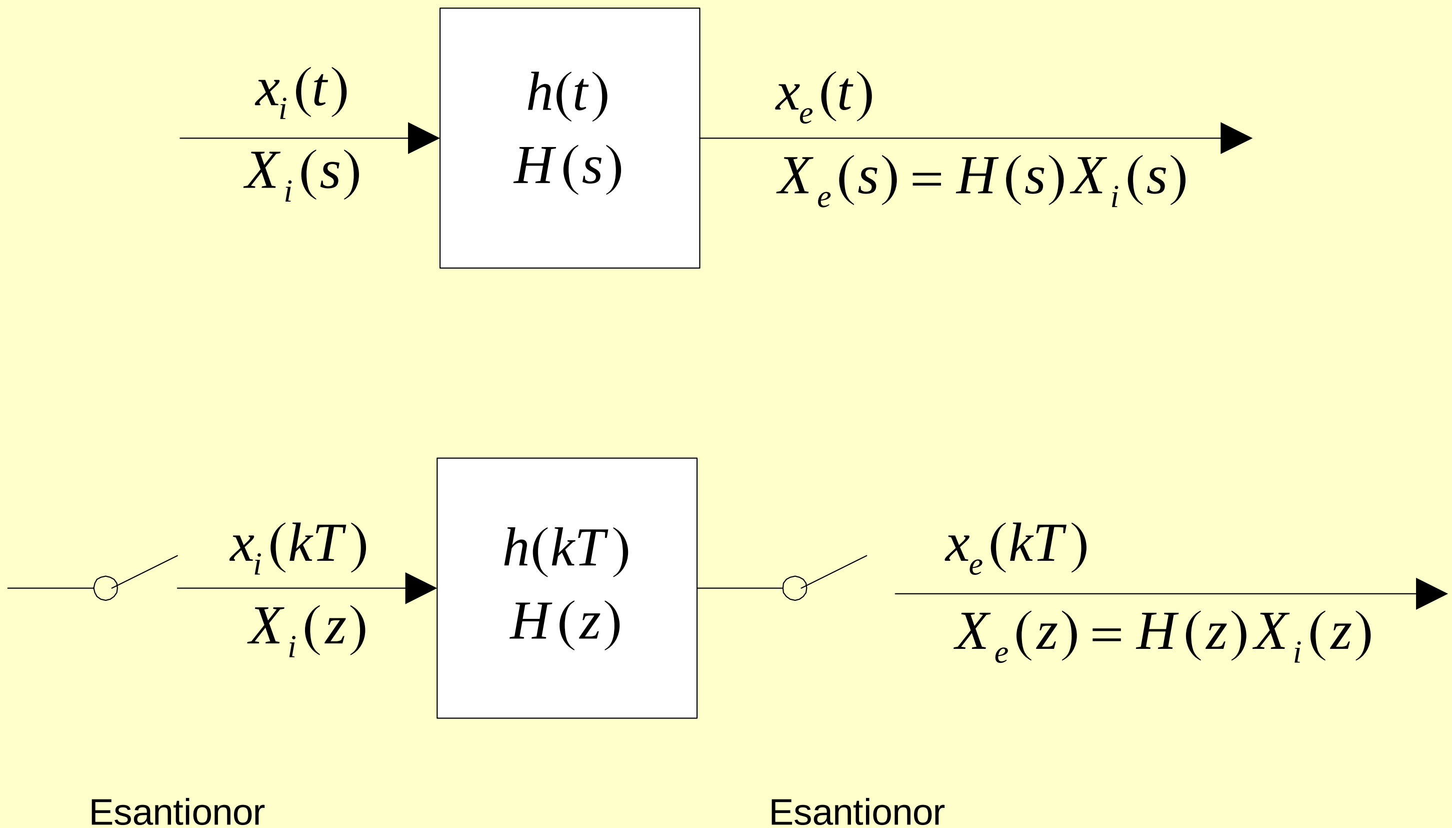
Eşantionarea şi integrarea erorii *e(t)*



Schema bloc a buclei de reglare numerică orientată spre procesul condus



Sisteme liniare cu semnale continue şi cu semnale eşantionate

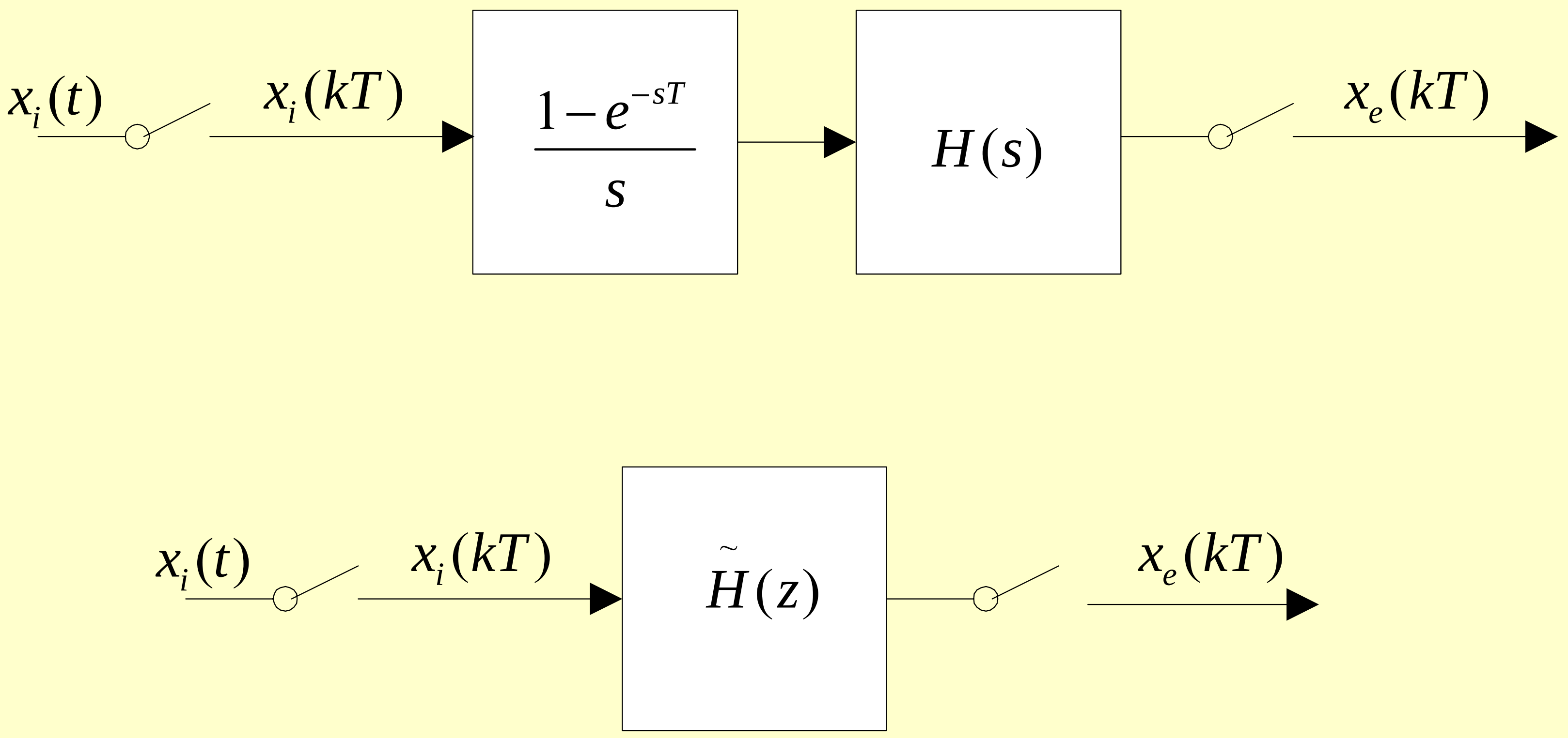


Intârzierea cu o perioadă de eşantionare este echivalentă cu inmulțirea cu inversul lui z

$$x(kT) = 0,25\delta(t - T) + 0,5\delta(t - 2T)$$

$$X_e(z) = 0,25z^{-1} + 0,5z^{-2}$$

Refacerea semnalului eşantionat şi funcţia de transfer ondulată *H(z)*



Funcțiile de transfer ondulate în z aproximative pentru derivator

- Metoda Euler $$H_d(s) = s \quad \rightarrow \quad \tilde{H}_d(z) = \frac{z-1}{T}$$
- Metoda diferenței inverse $$H_d(s) = s \quad \rightarrow \quad \tilde{H}_d(z) = \frac{z-1}{Tz}$$
- Metoda trapezului $$H_d(s) = s \quad \rightarrow \quad \tilde{H}_d(z) = \frac{2}{T}\frac{z-1}{z+1}$$

Operațiunea de refacere a semnalului eşantionat introduce un timp mort egal cu T/2

- Pulsația de tăiere Nyquist ω_N
- Aproximarea funcției de transfer a extrapolatorului

$$H(s)=\frac{1-e^{-sT}}{s}\cong\frac{1-1+sT-(sT)^2/2+\dots}{s}=Te^{-s\frac{T}{2}}$$

- Defazarea introdusă de extrapolator la pulsația Nyquist este acceptabilă dacă nu este mai mare de 5…15 grade

$$\omega_N\frac{T}{2}=\pi\frac{5}{180}\dots\pi\frac{15}{180}$$

- Perioada de eşantionare T în funcție de pulsația Nyquist

$$\omega_N T=0{,}17\dots0{,}52$$

Determinarea algoritmului compensatorului PI numeric din algoritmul PI continuu

$$H_{PI}(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_r(1 + \frac{1}{T_i s})$$

$$s = \frac{1 - z^{-1}}{Tz^{-1}} \quad Euler$$

$$H_{PI}(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = K_r(1 + \frac{1}{T_i}\frac{Tz^{-1}}{1 - z^{-1}}) = \frac{K_r}{T_i}\frac{T_i - (T_i + T)z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

$$U(z)[1 - z^{-1}] = \frac{K_r}{T_i}[T_i - (T_i + T)z^{-1}]E(z)$$

$$u[kT] = u[(k-1)T] + K_r e[kT] + K_r \frac{T - T_i}{T_i} e[(k-1)T]$$