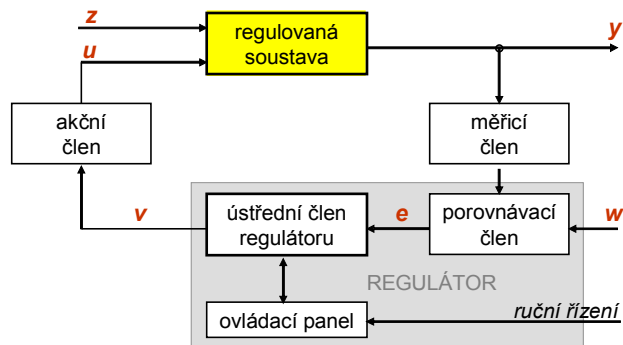


REGULACE

- regulované soustavy
- standardní signály
- akční členy
- regulátory

Blokové schéma regulačního obvodu



- | | |
|-----------------------------|--|
| y ... regulovaná veličina | w ... žádaná hodnota regulované veličiny |
| z ... porucha | e ... regulační odchylka |
| u ... akční veličina | v ... výstup z regulátoru |

>

(REGULOVANÉ) SOUSTAVY

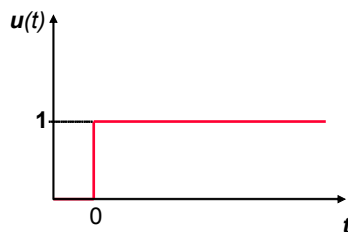
- testovací signály
- klasifikace soustav
- stabilita
- charakteristická křivka

Signály pro testování dynamického chování soustav

Základní typy signálů

- **jednotkový skok** $1(t)$

definice:
$$u(t) = \begin{cases} 0 & \text{pro } t < 0 \\ 1 & \text{pro } t \geq 0 \end{cases}$$



- odezva soustavy:
odezva na jednotkový skok
(přechodová charakteristika)

nejčastěji používaný pro testování dynamického chování soustav

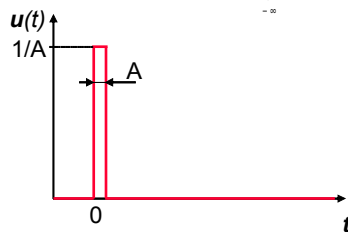
>

Základní typy signálů

- **Diracův impuls** $\delta(t)$

definice: $u(t) = 0$ pro $t \neq 0$

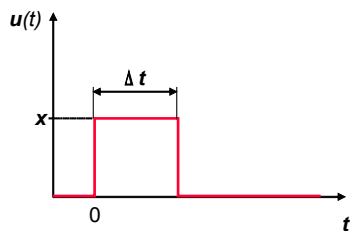
$$\int_{-\infty}^{+\infty} u(t) dt = 1$$



>

Základní typy signálů

- **puls**



signál se v určitém okamžiku ($t = 0$)
změní skokem z 0 na hodnotu x
a po určité době se vrátí zpět na 0

Δt ... šířka pulsu

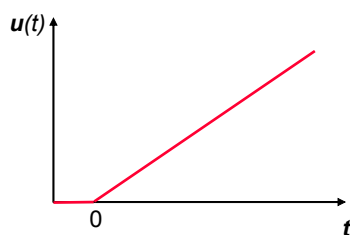
používaný pro testování stability soustav

>

Základní typy signálů

- **rampová funkce**

definice:
$$u(t) = \begin{cases} 0 & \text{pro } t < 0 \\ t & \text{pro } t \geq 0 \end{cases}$$



používaný pro testování reakce soustav na pomalé změny

>

Klasifikace soustav podle dynamického chování

Podle reakce na změnu vstupu

- **STATICKÉ**

po jednorázové změně na vstupu přejdou do nového ustáleného stavu

Příklad:

zásobník kapaliny s ventilem na výstupu, odtok funkcí výšky hladiny

- **ASTATICKÉ**

po jednorázové změně na vstupu se výstup trvale mění (až do dosažení mezního stavu)

Příklad:

zásobník kapaliny s čerpadlem na výstupu, odtok funkcí otáček čerpadla

>

Podle matematického popisu

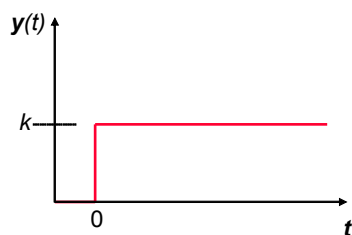
- **0. řádu**

chování popsáno algebraickou rovnicí

$$y(t) = k u(t)$$

k ... zesílení soustavy

odezva na jednotkový skok



$$y(t) = k$$

>

Podle matematického popisu

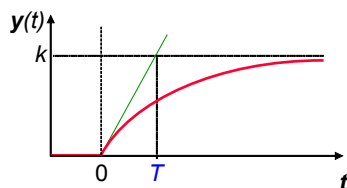
- **1. řádu**

chování popsáno diferenciální rovnicí 1.řádu

$$T y'(t) + y(t) = k u(t) \quad (\text{statická})$$

k ... zesílení soustavy, T ... časová konstanta soustavy

odezva na jednotkový skok (statická):



$$y(t) = k \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

~ 63 %
 pro $t = T$ $y = 0,632 k$
 pro $t = 5T$ $y = 0,993 k$
 ~ 99 %

>

Podle matematického popisu

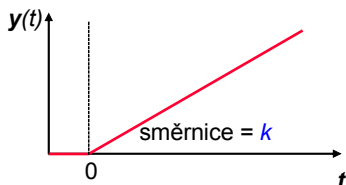
- **1. řádu**

chování popsáno diferenciální rovnicí 1.řádu

$$y'(t) = k u(t) \quad (\text{astatická})$$

k ... zesílení soustavy

odezva na jednotkový skok (astatická):



$$y(t) = k t$$

>

Podle matematického popisu

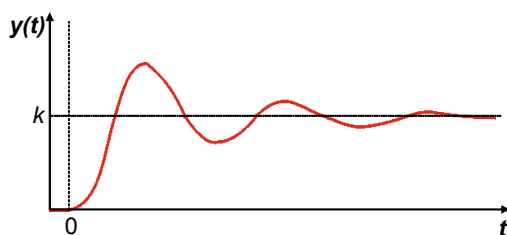
- **2. řádu**

chování popsáno diferenciální rovnicí 2.řádu

$$T^2 y''(t) + 2T\xi y'(t) + y(t) = k u(t)$$

(k ... zesílení soustavy, T ... čas. konstanta soustavy, ξ ... koef. tlumení)

odezva na jednotkový skok (např.):



$\xi \in (0, 1)$ - kmitá

$\xi \geq 1$ - nekmitá

pro $\xi = 1$
mez aperiodicity

úhlová rychlost
 $\omega = 1/T$

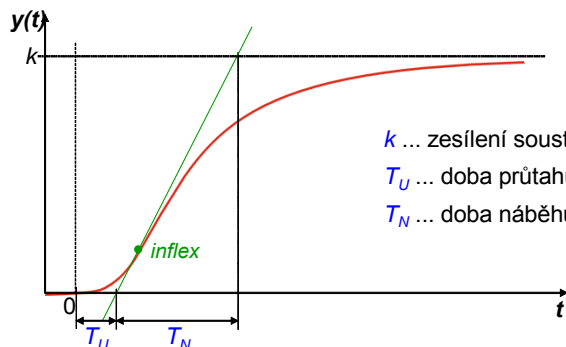
>

Podle matematického popisu

- **vyššího řádu**

chování popsáno diferenciální rovnicí n-tého řádu

odezva na jednotkový skok (statická soustava):



k ... zesílení soustavy

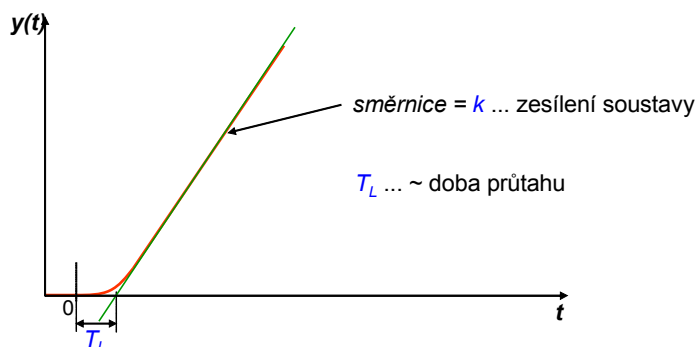
T_U ... doba průtahu

T_N ... doba náběhu

>

Podle matematického popisu

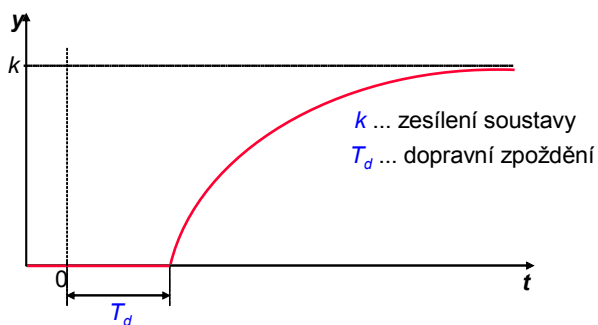
- **vyššího řádu**
chování popsáno diferenciální rovnicí n -tého řádu
odezva na jednotkový skok (astatická soustava):



>

Podle matematického popisu

- **n -tého řádu se zpožděnou odezvou** (s dopravním zpožděním)
 $n \geq 0$
odezva na jednotkový skok (např. pro 1. řád):



>

Stabilita soustav

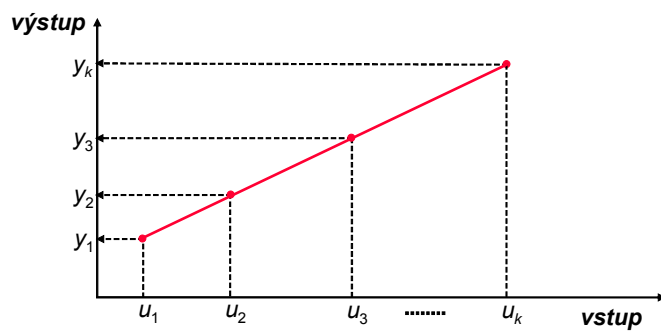
- **STABILNÍ**
po změně vstupu trávající konečnou dobu se výstup vrátí na původní hodnotu
- **NESTABILNÍ**
po změně vstupu trávající konečnou dobu se výstup trvale mění až do dosažení mezního stavu

>

Charakteristická křivka soustavy

(statická charakteristika soustavy)

- existuje pro statické soustavy
- vyjadřuje vztah mezi vstupem (u) a výstupem (y) v ustáleném stavu (po odeznění přechodového jevu)



pro lineární systémy je to přímka, směrnice = zesílení soustavy

