

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

## Prednáška 1

Prednášajúci: doc. Ing. Gabriel Gašpar, PhD.

Cvičiaci: Ing. Dmitrii Borkin, Ing. Fedor Burčiar

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

Zodpovedný za predmet: prof. Ing. Oliver Moravčík, CSc.

Prednášajúci: doc. Ing. Gabriel Gašpar, PhD.

Cvičiaci: Ing. Martin Bartoň  
Ing. Radovan Peter

## Druh, rozsah a metóda vzdelávacích činností:

prednáška            2 hod. týždenne (prezenčná metóda)  
26 hod. za semester štúdia (kombinovaná metóda)

cvičenie            2 hod. týždenne (prezenčná metóda)  
26 hod. za semester štúdia (kombinovaná metóda)

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

## Podmienky na absolvovanie predmetu:

- predpoklad pre vykonanie skúšky – 55% z 2 písomných testov/zadaní na cvičeniach (10+10 bodov),
- Ústna skúška z definovaného okruhu otázok.

## Bonus:

- voliteľná študentská prezentácia na prednáške.

## Hodnotiaca stupnica skúšky:

A - 92 - 100 bodov

B - 83-91 bodov

C - 74-82 bodov

D - 65-73 bodov

E - 56-64 bodov

FX - menej ako 55 bodov

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

## Témy študentských prezentácií na prednáškach:

Študentská prezentácia bude spracovaná na oficiálnej šablóne MTF. Dĺžka prezentácie bude cca 10 minút s následným priestorom na otázky z pléna cca 5 minút. Body ku skúške za študentskú prezentáciu budú priznané podľa kvality prezentácie. Na jednej prezentácii môžu spolupracovať najviac dvaja študenti, pričom každý z nich odprezentuje jednu polovicu.

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

## Témy študentských prezentácií na prednáškach:

- ~~1. Ochranné obvody. Prepäťové, nadprúdové, bleskoistky a podobné. Galvanické oddelenie.~~
2. Filtračné členy. Vznik, použitie, charakteristiky.
3. Fotodiódy, fototranzistory, optočleny. Zapojenie, použitie. Špecifikácia predradného odporu + vzorový výpočet.
- ~~4. Teplomery – analógové (termočlánky, PT, polovodičové) a digitálne. Spôsob odčítania hodnôt a pripojenie.~~

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

**Témy študentských prezentácií na prednáškach:**

5. ~~Fotogrametria a kamerové systémy v automatizácii, rozpoznávanie objektov.~~
6. Servomotory a ich ovládanie.
7. Priemyselné štandardy pre komunikáciu. CAN, PROFIBUS, PROFINET
8. Navrhnite vlastnú odbornú tému!

# Vznik, charakteristika a vývoj automatizačnej techniky

Automatizácia v priemysle

Počiatky automatizácie

Elektronika a informatika v automatizácii

# Sledovanie stavu a riadenie na diaľku

Centralizované riadenie

Ovládanie a meranie na úrovni silovej elektrotechniky

Automatizačné prostriedky na báze relé a stýkačov





# Vstup digitálnej techniky

Využitie počítačov v riadení

Špecializované minipočítače

Mikroprocesor



# Nástup PLC a distribuovaných riadiacich systémov

PLC

Distribuovaný riadiaci systém

Sériové komunikačné zbernice

Styk s obsluhou a HMI

Vstupy a výstupy

Senzory



# Trendy automatizácie technologických procesov

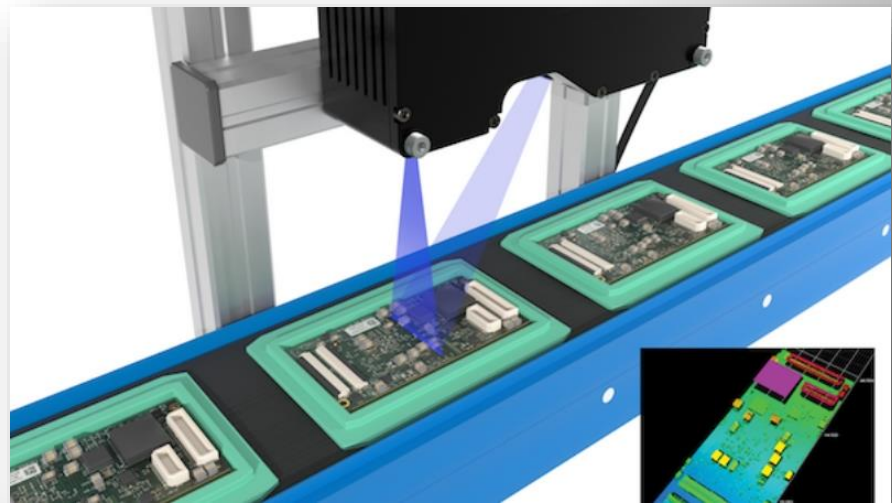
„Inteligentné“ senzory

Počítačové videnie

Diagnostika

Spoľahlivosť

Prepojenie s IT a jej nástrojmi



# Klasifikácia technických prostriedkov automatického riadenia

## Podľa vykonávanej funkcie:

- pre získavanie informácií
- pre prenos a transformáciu informácií
- pre spracovanie informácií
- pre záznam informácií
- pre využitie informácií
- pre zobrazovanie informácií a styk s operátorom

# Klasifikácia technických prostriedkov automatického riadenia

## Podľa nosiča informácií:

- Elektrické
- Optické
- Pneumatické
- Hydraulické
- Mechanické
- Kombinované

# Signál ako prostriedok prenosu informácií

1. Signál je zámerný fyzikálny jav nesúci informáciu o nejakej udalosti.
2. Informácia je smerovaná správa o charakteristikách, stavoch systému a procesu.
3. Správa je spôsob, akým je vyjadrená informácia a zahŕňa všetky údaje podliehajúce prenosu.
4. Prenos informácie medzi systémami a medzi ich prvkami je uskutočňovaný prostredníctvom signálov - časovým priebehom fyzikálnej veličiny, ktorá je jednoznačnou nositeľkou priradenej správy.

# Signál ako prostriedok prenosu informácií

5. Priradenie sa prevedie voľbou vhodného informačného parametra fyzikálnej veličiny (napríklad teplota, tlak vzduchu , amplitúda elektrického prúdu atď.)
6. Hlavné druhy signálov sa obvykle rozlišujú podľa druhu a povahy ich informačného parametra.

# Štandardné typy signálov

## Analógové:

Napätie 0 – 10 V  
-10 - +10 V

Prúd 4 – 20 mA  
0 – 20 mA

Tlak 0,2 – 1 Bar  
(0,02 – 0,1 MPa)

## Digitálne:

Priemysel 24V logika

Log. 0: 0 – 7 V

Log. 1: 13 – 30 V

TTL 5V logika

Log. 0: 0 - 0,8 V

Log. 1: 2 – 5 V

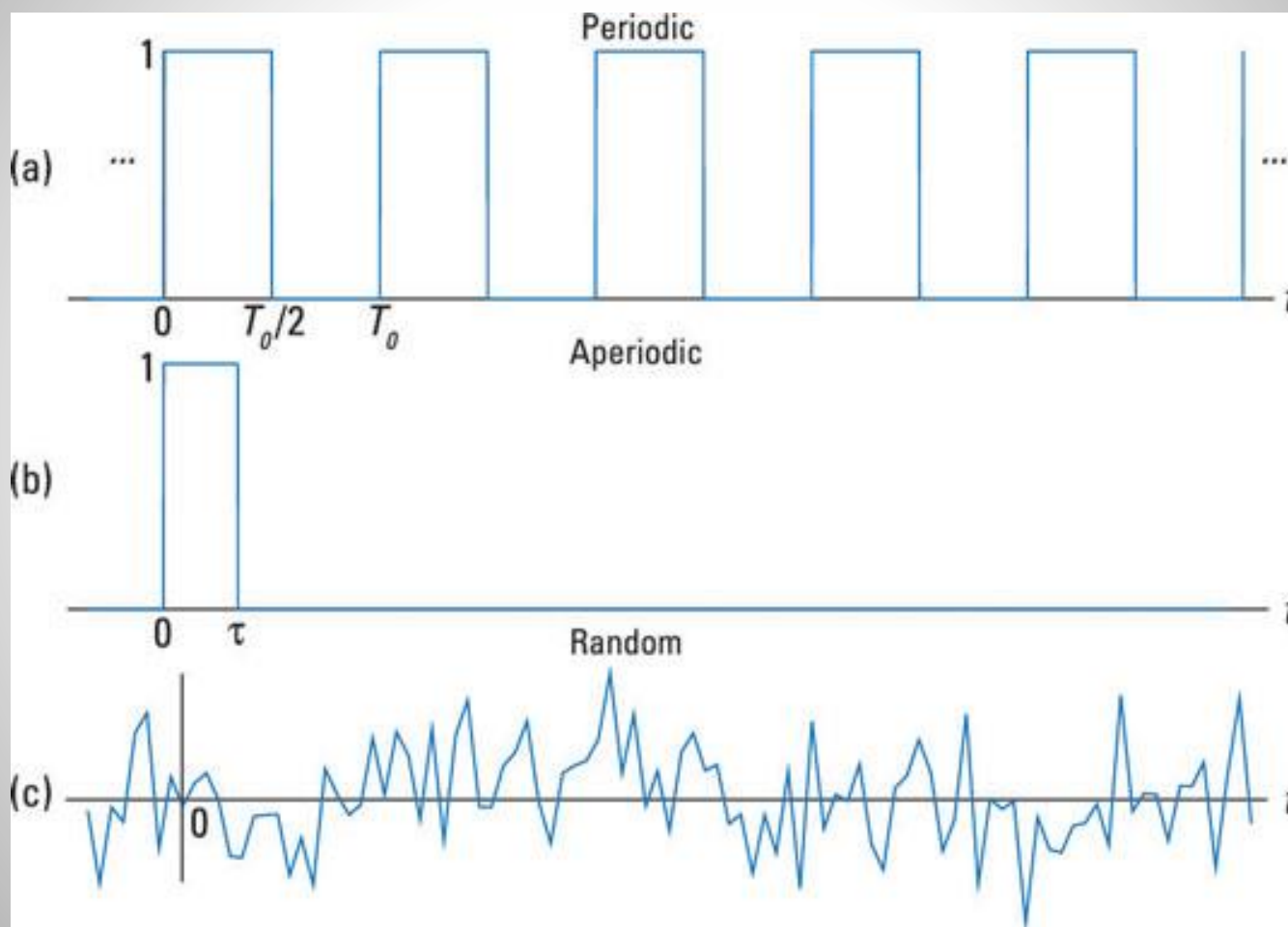
CMOS

Log. 0: 0 - 0,8 V

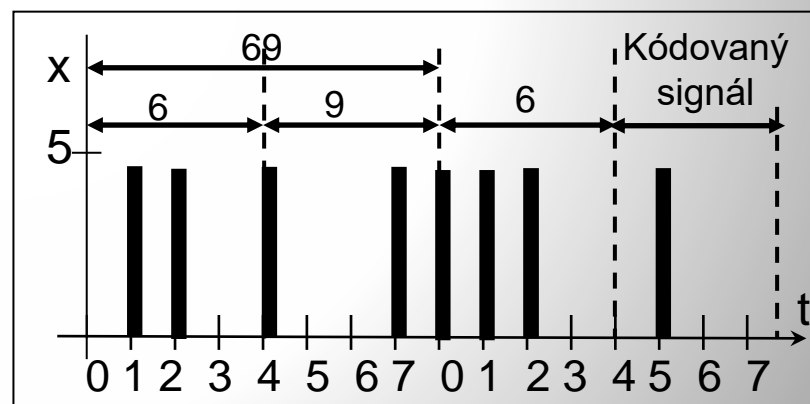
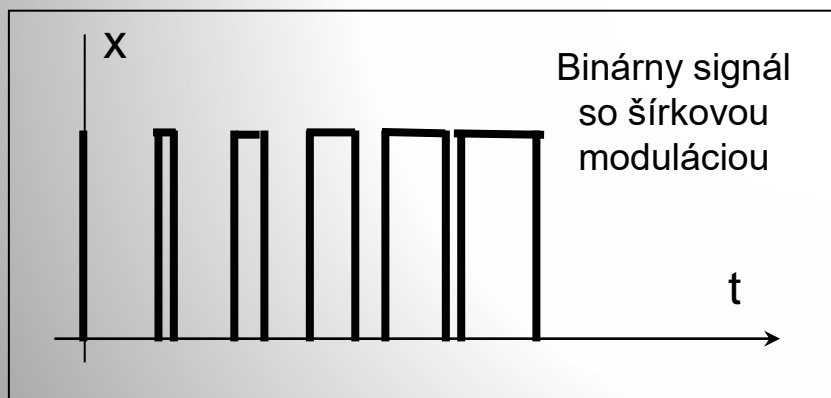
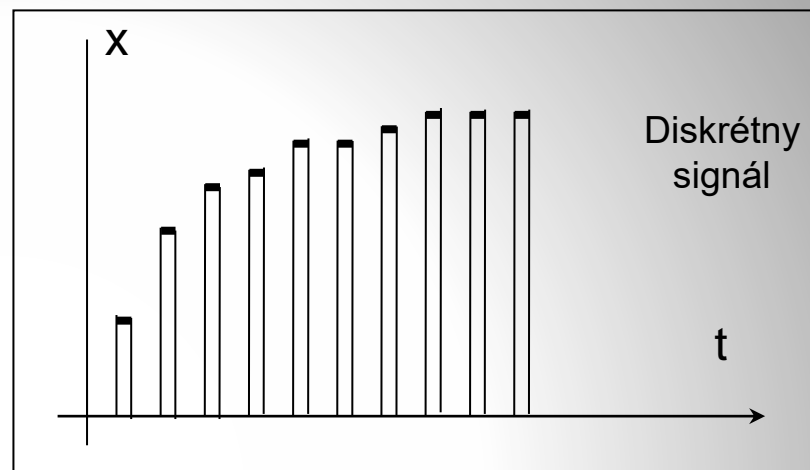
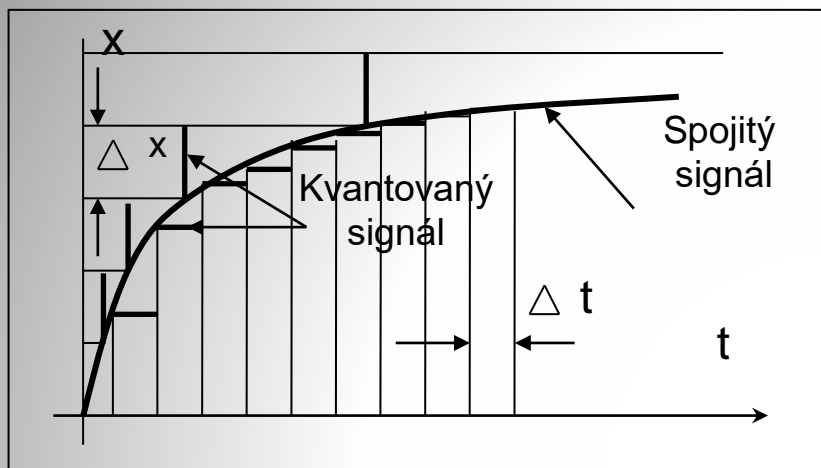
Log. 1: 2 - 3,3 V



# Štandardné typy signálov



# Signál ako prostriedok prenosu informácií



# Signál ako prostriedok prenosu informácií

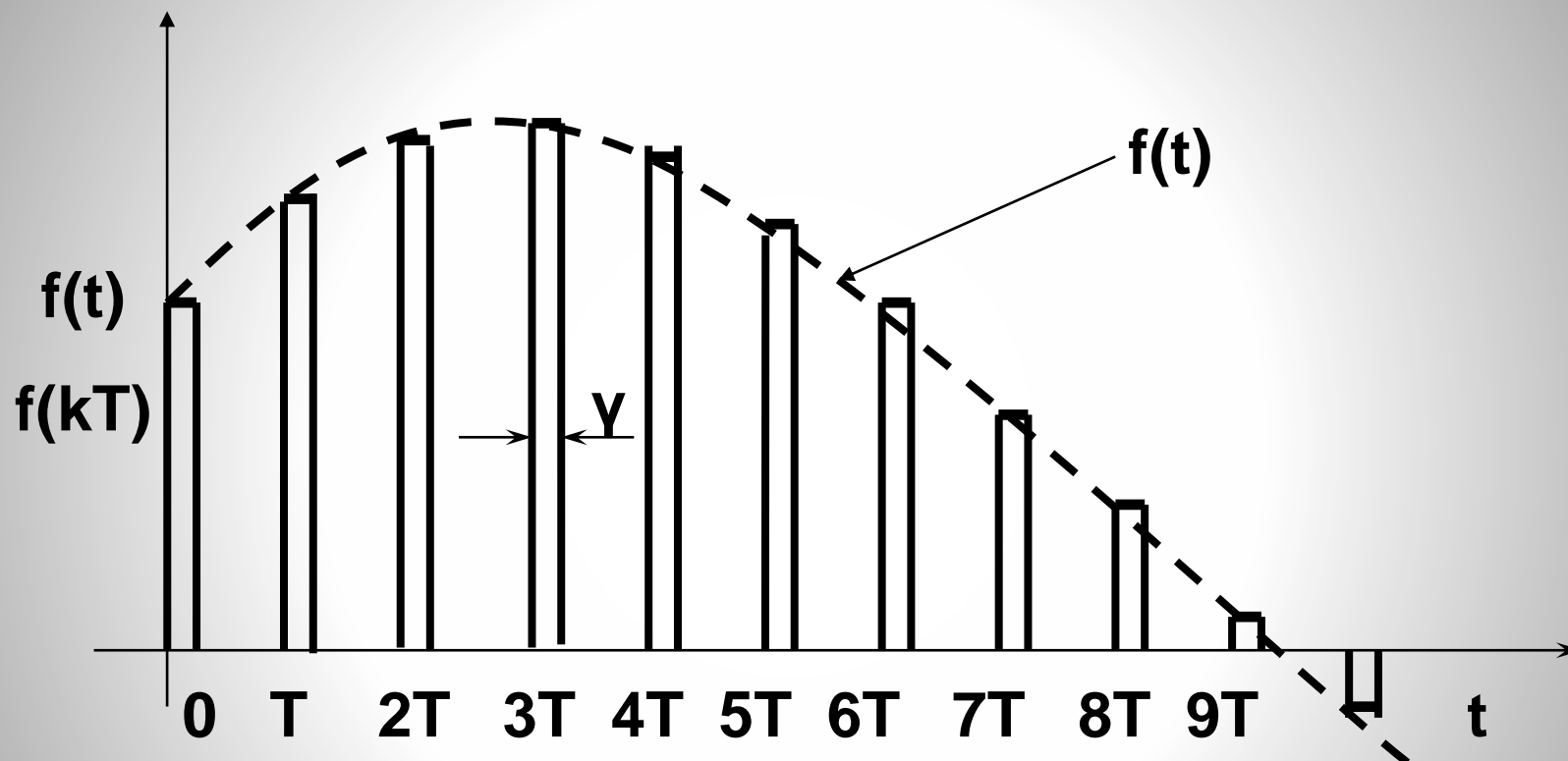
Časovo nespojité veličiny, t.j. také, ktoré nadobúdajú nenulové (kladné i záporné) hodnoty v diskretných časových okamihoch resp. intervaloch, budeme označovať pojmom diskretný signál.

Jednou zo základných transformácií spojitého signálu na diskretný je vzorkovanie.

V tomto prípade sa zo spojitého priebehu signálu  $f(t)$  vzorkovaním vytvára postupnosť impulzov  $f_k = f(kT)$  o šírke  $\gamma T \ll T$ .

Pri číslicovom riadení procesov s použitím počítača alebo mikroprocesora sa postupnosť impulzov vzorkovaného signálu vstupujúceho do počítača prostredníctvom analógovo-číslcového prevodníka transformuje na postupnosť čísiel v binárnom kóde.

# Signál ako prostriedok prenosu informácií



# Signál ako prostriedok prenosu informácií

Vzorkovaný signál spojitaj funkcie môžeme vyjadriť postupnosťou impulzov v tvare

$$x^*(t) = \sum_{k=0}^{\infty} x(kT)\delta(t - kT) = x(t) \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - kT)$$

Kde  $\delta^*(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - kT) = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^{\infty} e^{-jk\omega t}$  Kde  $\omega = 2\pi/T, x^*(t) = \frac{1}{T} x(t) \sum_{k=0}^{\infty} e^{-jk\omega t}$

Fourierov obraz vzorkovacej funkcie

$$F\{x^*(t)\} = F^*(j\omega) = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^{\infty} F[j(\omega + k\omega)]$$

# Shannon-Nyquist-Kotel'nikov teorém

Jednotlivé spektrá vzorkovaného signálu sa môžu navzájom prekrývať, čím vzniká skreslenie signálu  $x(t)$  pri jeho rekonštrukcii.

Podmienkou neskreslenej transformácie spojitého signálu  $x(t)$ , ktorého maximálna frekvencia spektra  $\Omega = 2\pi f_{\max}$  je, aby uhlová frekvencia vzorkovaného signálu:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \supseteq 2\Omega; \quad T_0 \subseteq \frac{\pi}{\Omega} \subseteq \frac{1}{2f_{\max}}$$

$$f_0 \supseteq 2f_{\max}$$

**Presná rekonštrukcia spojitého, frekvenčne obmedzeného signálu z jeho vzoriek je možná vtedy, ak bola použitá frekvencia vzorkovania vyššia ako dvojnásobok najvyššej harmonickej zložky vzorkovaného signálu.**

# Interpolácia a aproximácia

V praxi sa často stretávame s úlohou aproximovať alebo interpolovať množinu bodov krivkou resp. plochou s požadovanými vlastnosťami.

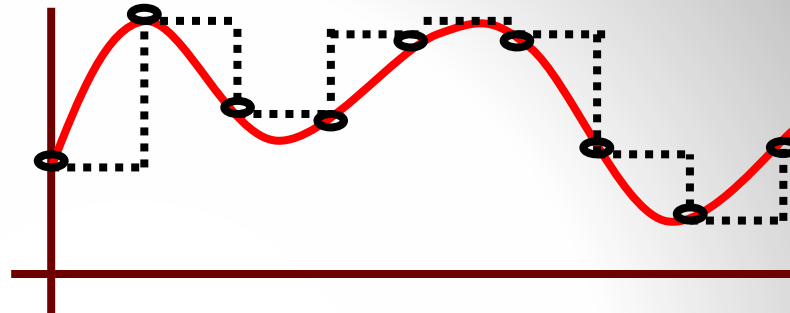
Pri **interpolácii** výsledná krivka (plocha) prechádza bodmi, ktoré sme získali napríklad meraním, a môžeme tak odhadnúť hodnotu, ktorú sme priamo nenamerali, ale leží niekde medzi známymi bodmi. Najmä ak predpokladáme, že meraný priebeh je spojitý a hladký.

Pri **aproximácii** výsledná krivka (plocha) nemusí prechádzať danými bodmi, no očakávame určité špecifické vlastnosti takéhoto priebehu (napr. pre krivky (plochy) nižších rádov: minimálnu sumu štvorcov vzdialeností od daných bodov).

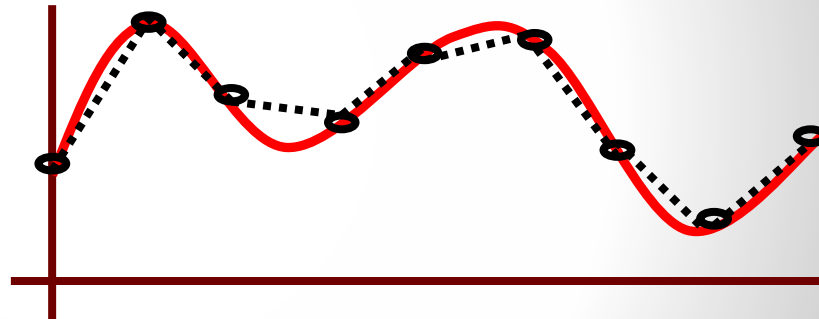
# Interpolácia a aproximácia

## Interpolácia

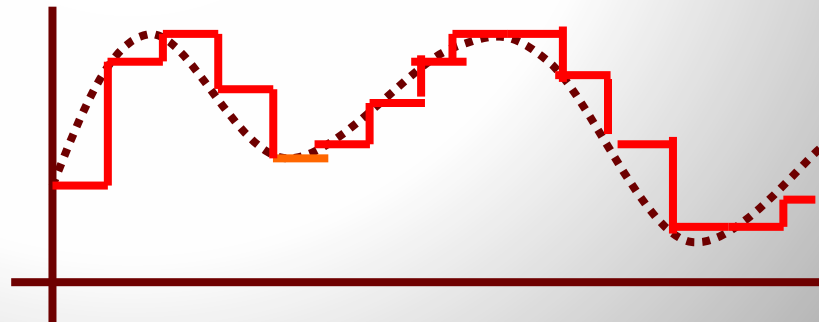
- Nultého radu  
 $H(p) = p^{-1}(1 - e^{-Tp})$



- Lineárna  
 $H(p) = p^{-2}(1 - e^{-Tp})$



- Dolný filter  
 $H(p) = k/(Tp + 1)$

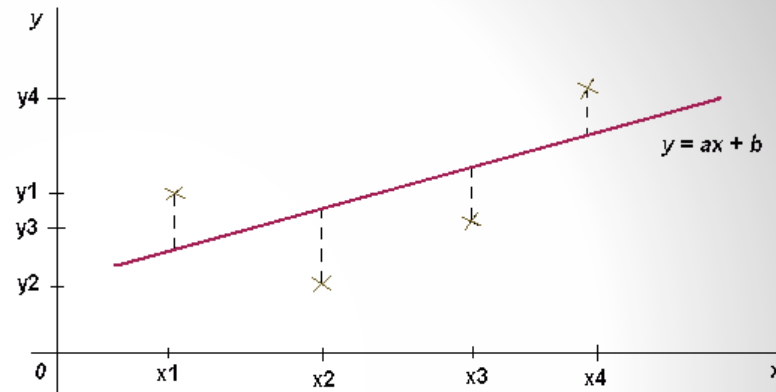




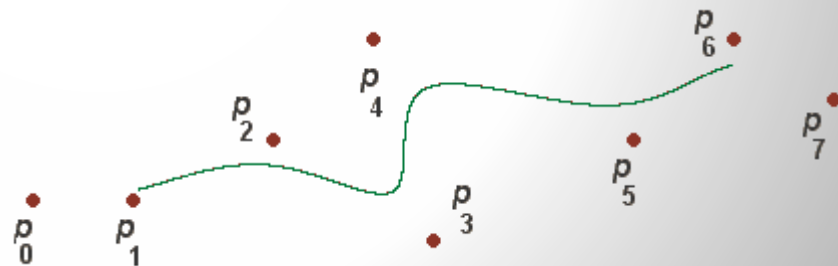
# Interpolácia a aproximácia

## Aproximácia

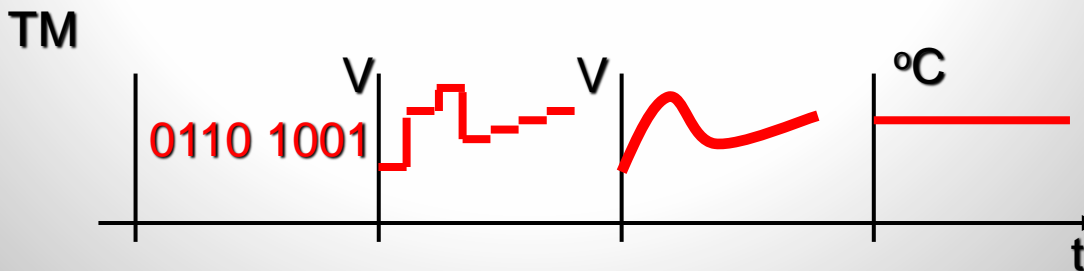
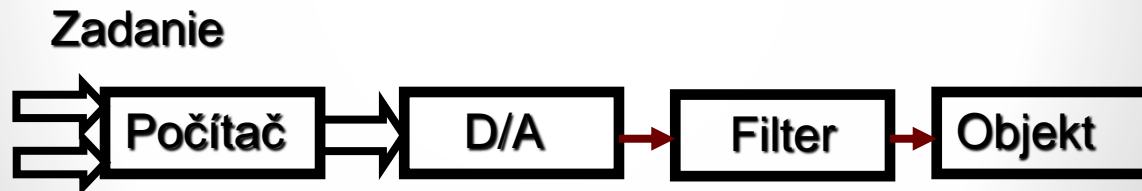
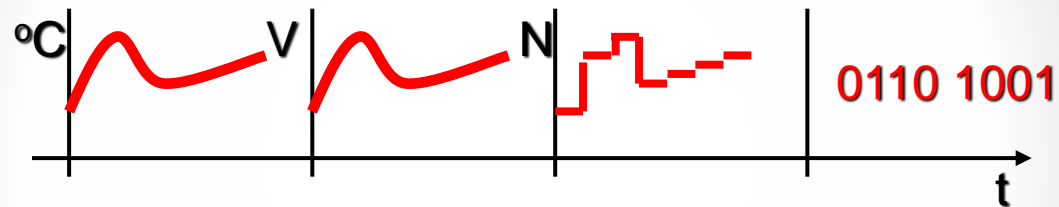
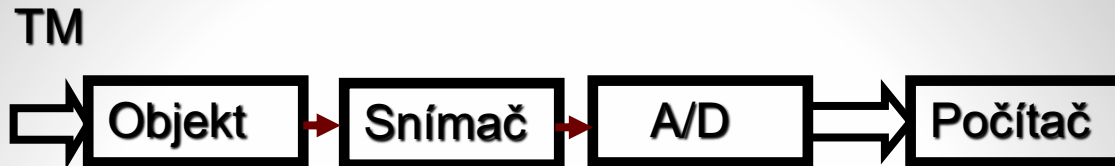
- Metóda najmenších štvorcov



- B-spline  
 $H(p) = k/(T_p + 1)$



# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

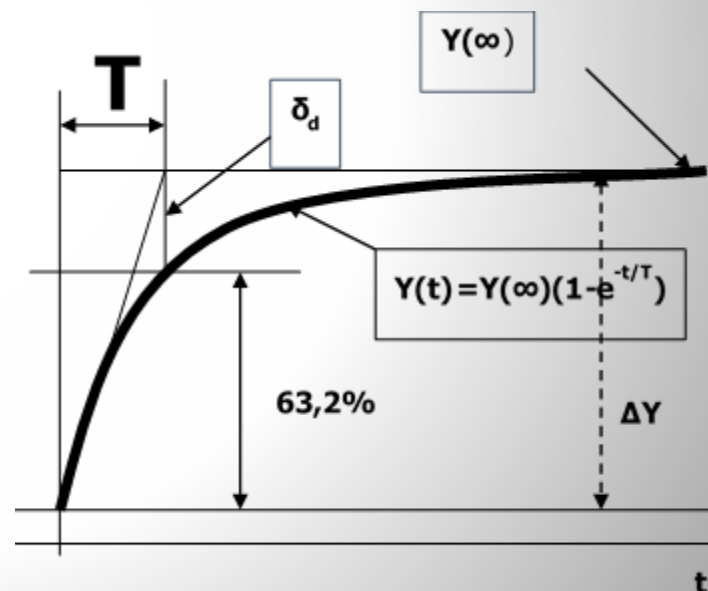
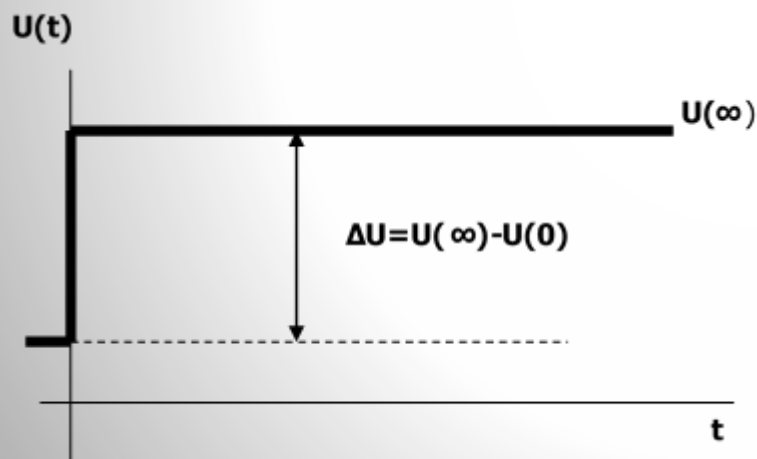


# Statické vlastnosti TPAR

- Citlivosť  $c = \lim \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$
- Presnosť
- Absolútna chyba  $\delta = y_i - y_s \cong y_i - \bar{y}_i$
- Relatívna chyba  $\delta r = \frac{y_i - y_s}{y_s} \cong \frac{y_i - \bar{y}_i}{\bar{y}_i} \cdot 100\%$
- Trieda presnosti  $TP = \frac{y_{max}}{y_{mr}} \cdot 100\%$
- Spoľahlivosť

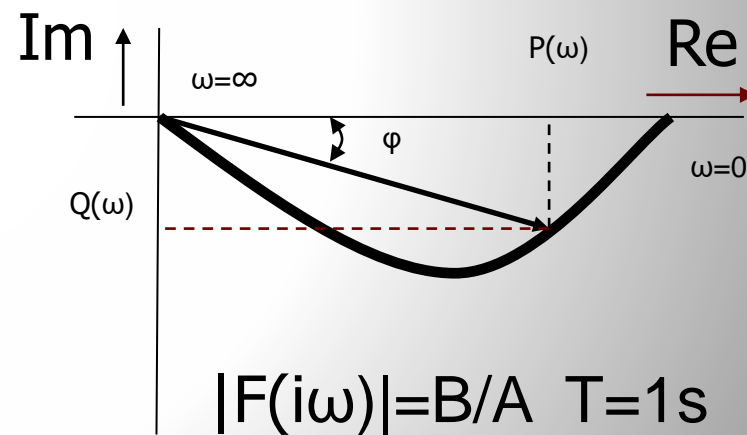
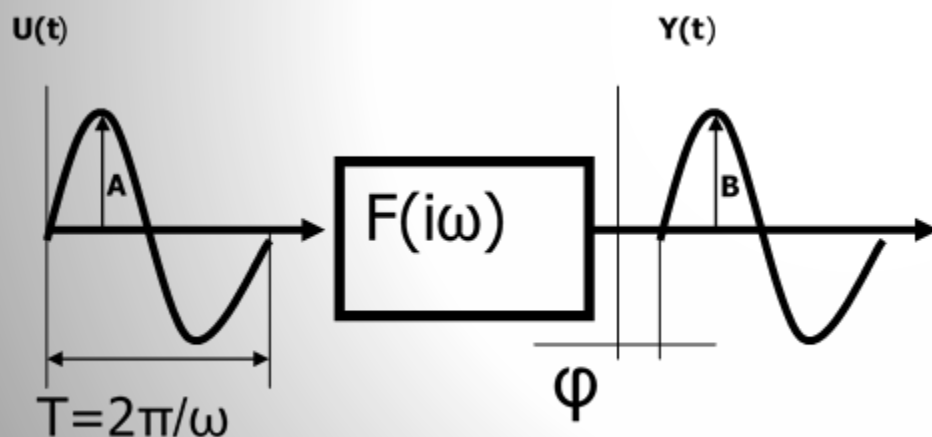
# Dynamické vlastnosti TPAR

- Prechodová charakteristika



# Dynamické vlastnosti TPAR

- Frekvenčná charakteristika



# Použité zdroje

1. [http://automa.cz/cz/casopis-clanky/milniky-a-trendy-automatizace-technologickych-procesu-2007\\_02\\_34396\\_2850/](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/milniky-a-trendy-automatizace-technologickych-procesu-2007_02_34396_2850/)

# Technické prostriedky automatizovaného riadenia

## Prednáška 1

Prednášajúci: doc. Ing. Gabriel Gašpar, PhD.

Cvičiaci: Ing. Dmitrii Borkin, Ing. Fedor Burčiar