

# SENZORY a MIKROSYSTÉMY (SaMS)

*charakteristika predmetu  
(s dôrazom na časť ÚAM [ÚRPI])*

**Charakteristika predmetu:** 1.roč. IŠ štúdia, št. prog. *Aplikovaná mechatronika*, predmet *Senzory a mikrosystémy*, 3/2, ZS, s/z

**Aktéri:** prof. Tvarožek, *KME* - garant

Šturcel, Drahoš (*P, CV*; D 515, D512) – *ÚAM*

*P* - streda, 13.00, C802;

*Cv* – Drahoš – *ÚRPI*

*Cv* – D520, prvých šesť + 7. až 9. SAV.

**Organizácia (ÚRPI) :**

*Prednášky* : prednes kombinovaný, tj. dataprojektor, tabuľa-krieda, riadený dialóg (čas, prestávky?)

*Cvičenia (ÚRPI) : D520, D521, učebňa Siemens → D 422*

*Priebežná kontrola vedomostí* : test 1x v rámci cvičení

*Skúška* : 60/30 bodov, (*Cv* - max. Y/Xb.) **Drahoš**

*Literatúra (Šturcel)*: odborné periodika, doporučená *-na ďalšej fólii!!!*

# Charakteristika predmetu SaMS

## Obsah predmetu

### časť ÚRPI (technika AUT)

**Kybernetika, riadenie, automatizácia; mechatronické systémy (MS), senzory a mikrosenzory fyzikálnych veličín, inteligentné meracie členy; matematické členy RO, regulátory, priemyselné regulátory; akčné členy (miniatúrne) neelektrických veličín v MS; komunikačné podsystemy v AUT, MS, MEMS a mikrosystémové technológie.**

*Mechatronika* je súčinná kombinácia mechaniky, elektroniky a softwarového inžinierstva. Účel tohto medziodborového inžinierskeho smeru je štúdium automatov z inžinierskeho pohľadu a slúži na riadenie vyspelých hybridných systémov.

### časť Tvarožek, ale aj ÚRPI

**Špecifiká mikrosystémov:** mikrosenzorov a mikroaktuátorov. Mikrosystémy pre snímanie: zrýchlenia (akcelerometre), polohy a smeru pohybu (gyroskopy), rýchlosti pohybu a prúdenia (Dopplerovské systémy), IČ žiarenia (detektory pohybu osôb). Senzorové mikrosystémy pre automobily -- vybrané príklady aplikácií. Moderné trendy vo vývoji senzorových mikrosystémov: inteligentné materiály a štruktúry; multisenzorové mikrosystémy s neuro-fuzzy spracovaním signálov.

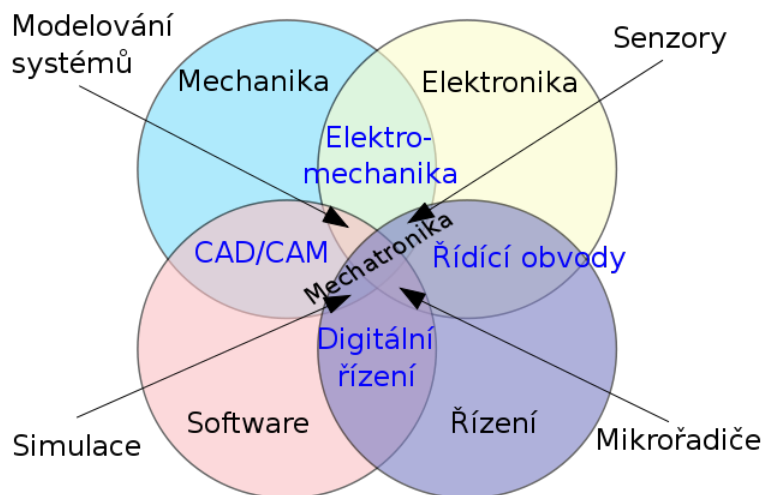
# Charakteristika predmetu SaMS

**Mechatronika** je součinná kombinace mechaniky, elektroniky a softwarového inženýrství. Účel tohoto mezioborového inženýrského oboru je ***studium automatů*** z inženýrského pohledu a ***slouží k řízení vyspělých hybridních systémů***.

Inženýrské studium mechatroniky typicky zahrnuje **matematiku, mechaniku, návrh součástek strojů, termodynamiku, teorii obvodů, elektroniku, telekomunikace, teorii řízení, zpracování signálu, energetiku a robotiku.**

Přínosy mechatroniky jsou možnost realizování dosud **nemožných funkcí zařízení, snížení ekonomických požadavků na zařízení a multifunkčnost zařízení navrhovaného mechatronicky.**

Po odbornících mechatroniky jsou požadovány znalosti širokého spektra oborů a systémové myšlení. Nezbytná je schopnost týmové práce se specialisty z jiných oborů.



**Mechatronika je synergie několika původně samostatných technických oborů.**

# Podrobnejšia osnova SaMS na š. rok 2013/14 Šturcel (prvá časť semestra, 6x prednáška, 6xcv +3SAV)

Šturcel, Drahoš

**Vymedzenie predmetu disciplíny.** Riadiace systémy výrobných, mechatronických a automobilových zariadení (VMaZ), ich funkcie, štruktúry, prvky a podsystémy na rôznych úrovniach, systémy sledovania riadených procesov.

**Stručné opakovanie z SSA** → Informačný podsystém VMaZ. Analógový merací kanál → snímač, merací prevodník, merací člen a kanál; výstupné signály, ich prenos a vetvenie signálov. Číslicový merací kanál, úplný AD prevodník. Metrologické a prevádzkové vlastnosti jednotlivých prvkov a celého meracieho kanálu MS, Normy v AUT. *skriptá SaP*

**Meracie členy neelektrických procesných veličín** (klasické a mikro) : teplota, mechanické veličiny: tlak, sila, krútiaci moment; prietok kvapalín a plynov; poloha, vzdialenosť, rozmer, rýchlosť, zrýchlenie, vlhkosť plynov a tuhých látok, *skriptá SaP*

**Funkcie a vlastnosti technických regulátorov** (R), mikropočítačová univerzálna jednotka, riadiace algoritmy, vstupy, výstupy. Akčné členy (AČ) neelektrických veličín vo výrobnom procese, tekutinové energetické obvody, konštrukčné usporiadania a pohony v AČ, druhy regulačných orgánov (RO), miniatúrne akčné členy.

**Distribuovaná inteligencia v VMaZ**, pripojenie prvkov na číslicovú zbernicu (normovanú a proprietárnu). Inteligentná automatizácia, vnorené (embedded) systémy, inteligentné meracie a akčné členy.

**Trendy v mechatronickej technike, mikrosystémové technológie**, mikrosystémová technika a nové AUT prvky, mikrosystémové technológie a MEMS, používanie MEMS technológií v automatizácii a priemysle, systémová integrácia automatizačných prvkov a podsystémov.

**Priemyselné komunikačné zbernice** (prehľad). Zbernice Profibus DP a Profibus PA vlastnosti a aplikačné oblasti ( automobilový priemysel , IMČ, ...). **Št. 5x**

**Priemyselné komunikačné systémy na báze Ethernetu** (prehľad). Reálny čas (RT) a isochrónny reálny čas (iRT) pre riadenie priemyselných procesov so systémom Profinet. **D. 1x**

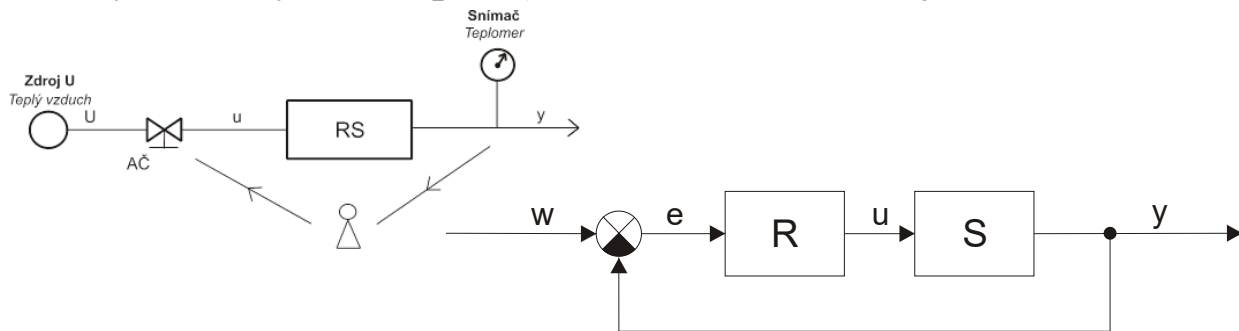
**Kybernetika** (*cybernetics*) – veda, ktorá spája teóriu riadenia a komunikácie v strojoch a živých organizmoch

**Kybernetický systém** (procesná úroveň):

- je to systém so schopnosťou cieľovo–orientovaného správania sa, to znamená že je schopný **riadenia**

- **cieleným pôsobením** na daný systém sa dosiahnu požadované **vlastnosti, hodnoty a výstupy** z daného systému

Ak chceme automatizovať, riadiť daný systém, nutne potrebujeme mať základné poznatky z rôznych vedných disciplín (Elektrotechnika, Strojárstvo, Informatika,...).



**Automatizácia:**

nahrádzanie manuálnej aj duševnej práce (priame ovládanie, riadenie strojov) človeka strojovou prácou

**Riadenie:**

-vedomím pôsobením na daný systém sa dosahujú požadované vlastnosti, hodnoty, výstupy z daného systému – **cielené správanie** riadeného systému; -charakteristické pre riadiaci proces je získavanie, prenos, spracovanie, využitie, **uloženie a odosielanie informácií**

Nie každý systém je **kybernetickým systémom**, čiže je riaditeľný.

- čo riadiť, dá sa to riadiť? – Teória informácie, Teória systémov
- ako riadiť? – Teória automatického riadenia
- s čím riadiť? – **Prvky riadiacich systémov (PRS), SaMS úvodná časť...**
- ďalšie vedné odbory a disciplíny – Matematika, Fyzika a iné

# Automatizácia výroby a informačné technológie výrobného podniku

**Mechanizácia** – 19. a začiatok 20. storočia, nahradzovanie manuálnej ľudskej práce strojovou prácou (mechanizmami), **riadenie** strojov vykonáva **človek**

**Automatizácia na procesnej úrovni** (prvky riadiaceho systému spojené s technológiou, tj. MČ, AČ, REG), predstavuje **proces**, pri ktorom sa riadiaca a kontrolná činnosť človeka nahrádza strojom (**regulátorom**) konštruovaným na tento účel

**Automatizácia - priemyselná automatizácia**: samočinné riadenie výrobných strojov, liniek a procesov s využitím **teórie automatického riadenia** (matematických a inžinierskych metód) pri použití **elektroniky a výpočtovej techniky** na zber údajov z riadeného procesu, na ich prenos, spracovanie a využitie, napr. na akčný zásah v riadenom systéme

**Automatické a automatizované systémy** tvoria súčasť aj napr. **dopravných prostriedkov**, domácich spotrebičov, spotrebnej elektroniky a začínajú sa uplatňovať aj napr. v poľnohospodárstve a ďalších odboroch

**Automatizácia a informatika** sa dnes spájajú do jedného nedeliteľného celku nielen vo výrobnej jednotke – podniku (**ITVP a PCS**), ale aj v širšom kontexte

# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

**Riadenie** - činnosť na zabezpečenie vopred predpísaného cieľa v rámci riadeného systému. K tomu sú vytvorené technické a programové prostriedky (**RS**), ktoré na základe hodnotenia a spracovania informácií získaných o objekte riadenia, o jeho stave, ale aj na základe vplyvov okolia na tento objekt, zabezpečujú jeho riadenie (*realizácia riadiacich algoritmov riadenia*), tj. **dosiahnutie cieľa riadenia**

**Riadený systém**, tj. **výrobný proces** predstavuje pasívny člen vzhľadom na jeho riadenie, **riadiaci systém** je aktívny prvok, ktorý zabezpečuje riadenie a kontrolu **riadeného systému**

Ak celý **výrobný proces** prebieha bez účasti človeka ide o **automatický riadený proces**, ak v **štruktúre RS** sa aktívne zúčastňuje aj **človek**, potom možno hovoriť o **automatizovanom výrobnom procese (VP, asistenčné služby v automobiloch)**.

**Terminológia!!!!**



## Poznámky z praxe

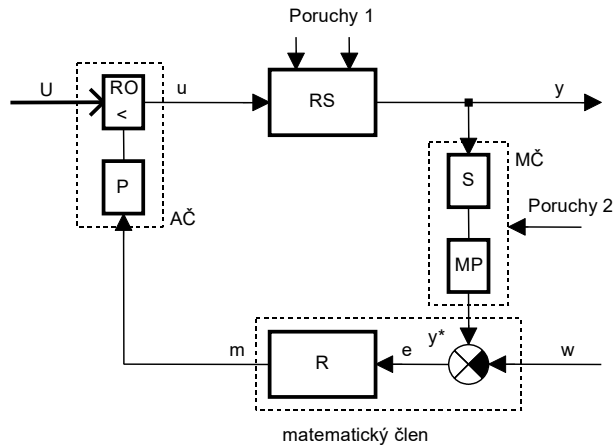
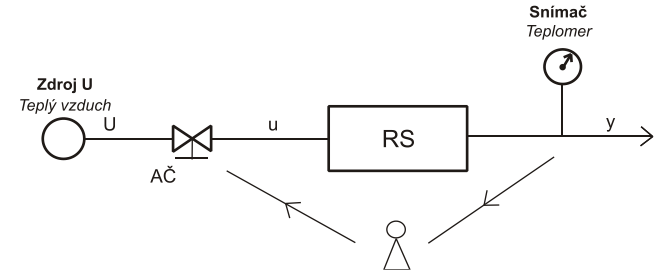
**Cieľ automatizácie** predstavuje *dlhodobé, bezchybné, spoľahlivé a bezpečné* vykonávanie *riadiacich funkcií (hlavný cieľ)* a skoré rozpoznanie a lokalizácia vzniknutých *závad* alebo *havárií*, skoré predvídanie ich *hrozieb*, ale aj plánovanie *údržby* {úloha *technickej diagnostiky* a *bezpečných systémov (spoľahlivosť a bezpečnosť RS)*}.

**Pre automatizáciu je typické**, že sa nezaobíde bez *náročnej teórie*, ani bez *precíznych technológií*, ani bez *kvalifikovanej inštalácie, obsluhy a servisu*. Vyžaduje *vysokú kvalifikáciu* na všetkých stupňoch, od vývoja, cez výrobu komponent, riadiacich systémov a softwarových produktov, až po ich nasadzovanie a prevádzkovanie v praxi. Typickým rysom automatizácie je veľká *dynamika vývoja* a *rýchlosť inovácií*. Prvky a systémy, ktoré dnes považujeme za špičkové a moderné budú o niekoľko rokov zastarané a obtiažne použiteľné. Automatizácia ponúka *rôznorodé pracovné príležitosti* s možnosťou *uplatnenia tvorivých schopností* – ale vyžaduje vysokú *kvalifikáciu*, náročnú *prípravu* a *celoživotné štúdium*.

# Riadenie, regulácia

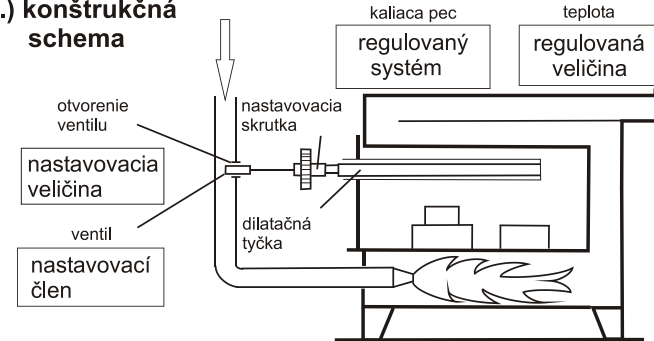
## Regulácia – regulačný obvod:

- uzavretá štruktúra riadenia – Closed loop (uzavretá slučka)
- riadenie so spätnou väzbou
- typické pre reguláciu je riadenie riadenej veličiny na konštantnú hodnotu, napr. teplota v miestnosti, výška vodnej hladiny, poloha piestu a iné

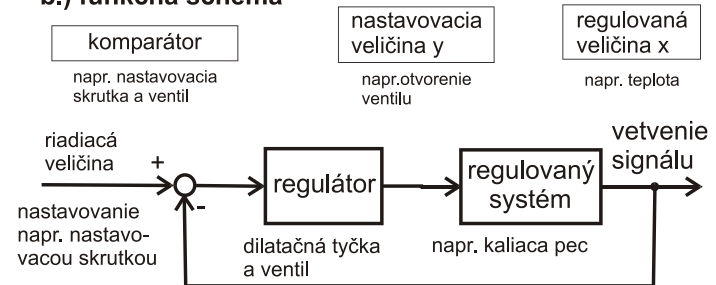


- |                       |  |
|-----------------------|--|
| RS - riadená sústava  | y - riadená veličina                             |
| MČ - merací člen      | y* - odozva meracieho člena                      |
| S - snímač            | w - žiadaná (riadiaca) veličina                  |
| MP - merací prevodník | e - regulačná odchýlka                           |
| R - regulátor         | m - opravná veličina                             |
| P - pohon             | u - akčná veličina                               |
| RO - regulačný orgán  | U - zdroj energie                                |
| AČ - akčný člen       | Poruchy 1 - poruchy v riadenej sústave           |
|                       | Poruchy 2 - poruchy v meracom člene (nepresnosť) |

### a.) konštrukčná schéma



### b.) funkčná schéma



## Automatizácia - história

# Riadenie, regulácia

*z normy*

***Spojité spätnoväzobné riadenie*** (continous feedback control) - typ riadenia, pri ktorom sa spojitou v čase meria referenčná (žiadaná) a výstupná (regulovaná) premenná a z nich na základe zákona riadenia generuje akčný zásah ako spojitá funkcia. Pri spojitom regulátore možno nastaviť akčnú veličinu na ľubovoľnú hodnotu z rozsahu  $\langle u_{\min}, u_{\max} \rangle$ .

***Automatický režim*** (automatic operation) – prevádzkový režim, počas ktorého sa vykonávajú funkcie riadiaceho systému automaticky bez zásahu človeka.

***Snímač, resp. senzor, resp. detektor*** (sensor, detecting device) – citlivá časť meracieho zariadenia, ktorá pôsobením meranej fyzikálnej alebo inej veličiny generuje ďalej spracovateľný signál, ktorý je úmerný danej veličine.

***Merací člen*** (measuring transmitter) – upraví vstupnú veličinu podľa požadovanej závislosti a v zadanom rozsahu na výstupnú veličinu. Výstupnú veličinu predstavuje signál normalizovanej (unifikovanej, dohodnutej) hodnoty.

***Spojité člen, regulátor*** (continuous controller, PID-element) – matematický člen riadiaceho systému, pri ktorom výstupná veličina je spojitou funkciou vstupnej veličiny. Najčastejšia štruktúra spojitého regulátora býva typu PID a pri vhodnej voľbe štruktúry regulátora a parametrizácii jednotlivých zložiek združený regulátor PID pracuje bez trvalej regulačnej odchýlky a možno ho hodnotiť ako najčastejšie používaný spojitý regulátor.

***Akčný člen*** (manipulated element) - technické zariadenie, ktoré prenáša výstupný signál z regulátora do regulovanej sústavy (akčný zásah), tj. mení hodnotu nejakej technologickej veličiny podľa hodnoty výstupu z regulátora.

# *Cvičenia SaMS na š. rok 2012/13 Drahoš (prvá časť semestra, 6xcv+3SAV)*

## **Drahoš**

**Úvod a poučenie. Statické, dynamické a prevádzkové vlastnosti automatizačných prostriedkov:** norma SNT EN 60770, individuálne zadanie výpočtu chyby merania.

**Eliminácia poruchových veličín a nelinearít v meracom kanáli.** Meracie prevodníky (MP) a inteligentné MP, prúdová slučka 4...20 mA (ASIC). Inžinierské výpočty prevodu fyzikálnych veličín (T, P, H, L, F...), individuálne zadanie výpočtu.

**Tenzometrické snímače deformácie, sily, momentu a váhy.**

**Mikrosystémové akčné členy (AČ) zo smart materiálov:** Návrh a aplikácie aktuátora SMA (zliatina s tvarovou pamäťou), demonštrácia lineárneho piezoaktuátora (Kľúčik).

**Inteligentné senzory teploty a tlaku.** Konfigurácia, parametrizácia, meranie a regulácia na priemyselnej zbernici Profibus.

**Testy 50 min.** (esenciálne otázky a výpočty). Moderné automatizačné prostriedky na demo pracovisku: 3 komunikačné systémy, PLC, RIO, IMČ prietoku a výšky hladiny,... 50 min. **(polovica semestra)**

**7. až 9. SAV.**

**10. až 12 Mikroelektronika.**

## Odborné periodiká - knižnica FEI

*Technisches Messen (D); Sensors, Peterborough (USA); Automatizace, Praha \**  
*(CZ) <http://www.automatizace.cz/>; AT&P Journal, Bratislava (SK)*  
*<http://www.atpjournal.sk/>; AUTOMA, Praha (CZ), <http://www.automa.cz/>*

## Doporučená

- 1.Šturcel, J.: Snímače a prevodníky. STU Bratislava, 2002, ISBN 80-227-1712-6
- 2.Šturcel, J.: Prvky riadiacich systémov, časť Meranie neelektrických veličín. STU Bratislava 2004, ISBN 80-227-2120-4, (apríl 2005 - priložené CD, rozširujúce materiály)
- 3.Katalógy firiem LDM (CZ), Emerson, Landis&Staefa, Honeywell, Foxboro, Siemens

## Odd. technických prostriedkov priemyselnej informatiky (Šturcel)

- ŠTURCEL, J. MIŠEJE. M.: *Signal Processing in Smart Sensor Systems*. In: Journal of Electrical Engineering. Vol.54, No. 5-6 (2003), - pp. 154-159. (in English)
- ŠTURCEL J., KAMENSKÝ M.: *Function approximation and digital linearization in sensor systems*. In.: ATP Journal Plus č. 2/2006. (in English)

# INFORMAČNÉ TECHNOLÓGIE VÝROBNÉHO PODNIKU

*výrobné podniky, informačné systémy podnikovej a prevádzkovej  
úrovne riadenia*

# Globalizácia a konkurencia

## *Výrobné podniky a súčasné požiadavky na efektívnu produkciu*

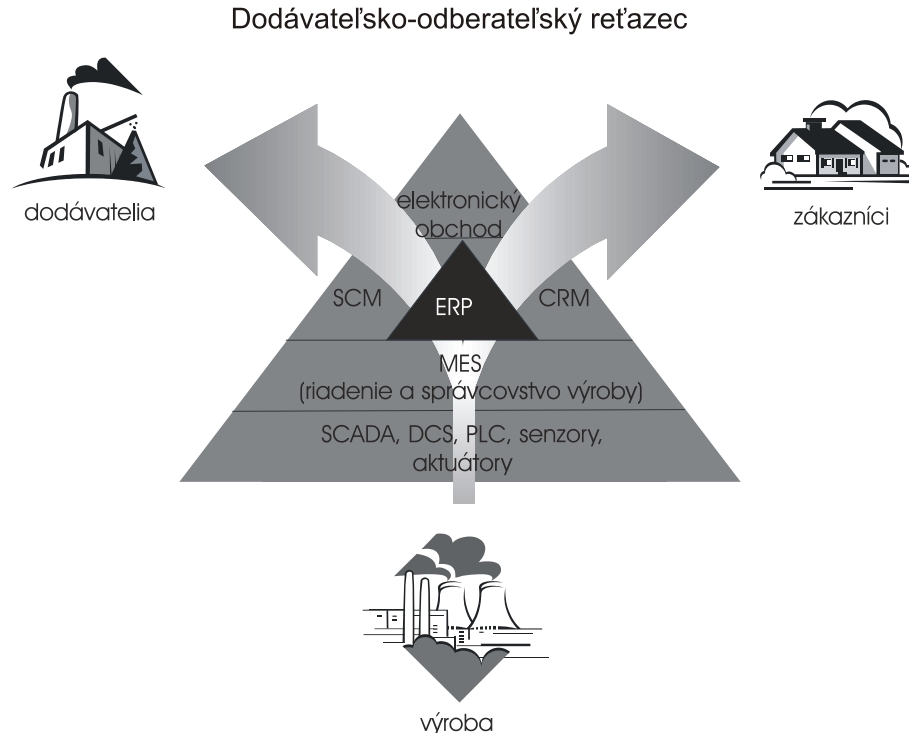
- **globálna konkurencia, náročnejší zákazníci, dodávateľské reťazce (*Supply Chain SC*), spájanie do sieťových produkčných štruktúr, tj. aj **dodávateľa** a **zákazníka** ako súčasť produkčných systémov (*Supply Chain Management – SCM*)**
- **riadenie dodávateľských reťazcov** od prvého subdodávateľa cez výrobu a distribúciu až po konečného zákazníka, **optimalizovanie ich činnosti** (modely a optimalizačné techniky, RT):
  - ✓ *riadenie materiálových a finančných tokov*
  - ✓ *vyhľadávanie optimálnych podmienok pre produkciu na základe požiadaviek zákazníka*
  - ✓ ***dynamický proces:** flexibilné prispôsobovanie neustále sa meniacim vnútorným a vonkajším parametrom*

# Informačné systémy podnikovej úrovne riadenia

Vrcholové riadenie podnikových činností *ERP* – *Enterprise Resource Planning*

Systém riadenia výrobného procesu *MES* – *Manufacturing Executive System*

Systémy automatizácie výroby a riadenia procesov *PCS* - *Process Control Systems (DCS, SCADA, PLC, ...)*



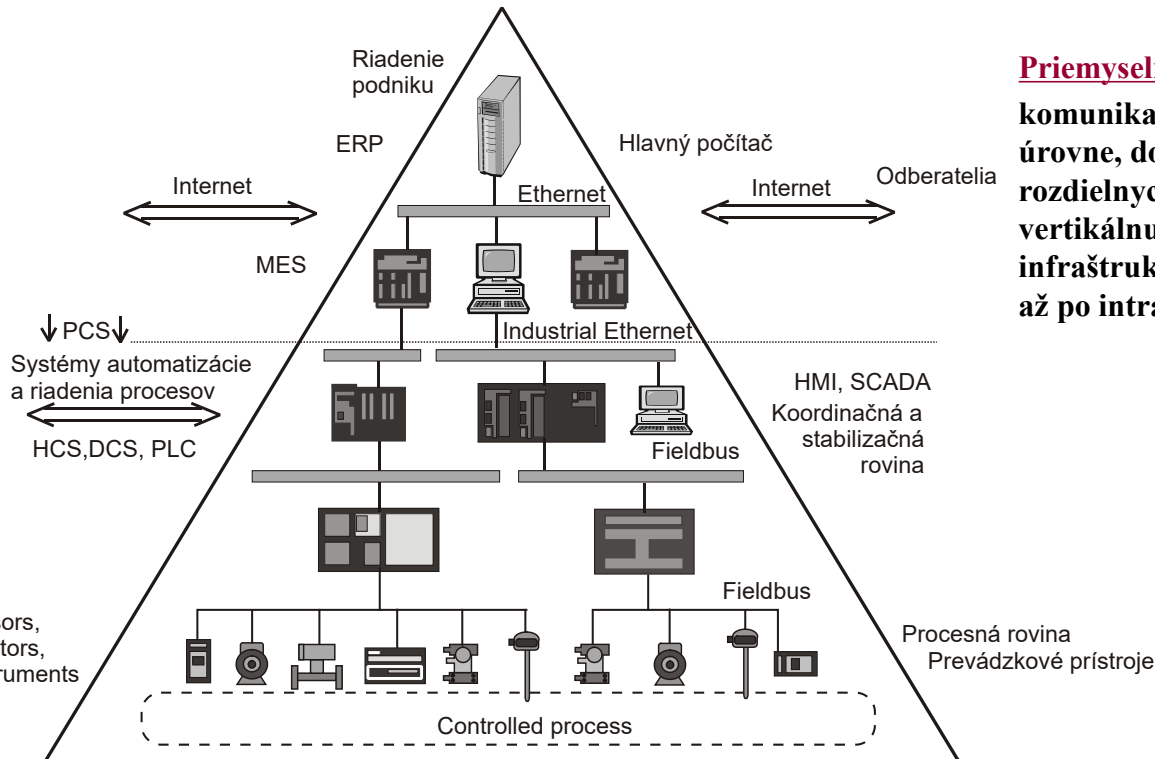
## Celopodnikový informačný systém *EPM* – *Enterprise Production Management*

*CRM* – *Customer Relationship Management*, **správcovstvo vzťahov so zákazníkmi**, *SCM* – *Supply Chain Management*, **riadenie dodávateľských reťazcov**, *SCADA (HMI)* – *Supervisory Control and Data Acquisition*, **systémy sledovania a riadenia procesov**



# Automatizácia výroby a IT a RS výrobného podniku

Vrcholové riadenie podnikových činností **ERP** – *Enterprise Resource Planning*  
 Systém riadenia výrobného procesu **MES** – *Manufacturing Executive System*  
 Systémy automatizácie výroby a riadenia procesov **PCS** – *Process Control Systems (DCS, PLC, ...)*



**Priemyselný Ethernet** ako komunikačný systém vyššej úrovne, dovoľuje spojenie rozdielnych sietí fieldbus a ich vertikálnu integráciu do infraštruktúry podniku, dokonca až po intranet a internet

**Bloková schéma IT a RS výrobného podniku vrátane používaných komunikačných zberníc, PCS - hybridný (distribuovaný) riadiaci systém**

**SCADA** – *Supervisory Control and Data Acquisition*, systémy sledovania a riadenia procesov, **HMI** – *Human-Machine Interface*, operátorské rozhrania, **MČ** – merací člen, **AČ** – akčný člen, **IMČ** – inteligentný merací člen (inteligentný senzorový systém), **IAČ** – inteligentný akčný člen

# C) Úroveň riadenia podniku (ERP) :



operatívne riadenie,  
rozhodovanie,  
plánovanie, ...



## **Internet (ERP, MES)**

diaľkový prístup k aktuálnym dátam, prípadne aj možnosť operatívne zasahovať do procesov - odkiaľkoľvek na svete

# Kybernetická bezpečnosť a IT výrobného podniku

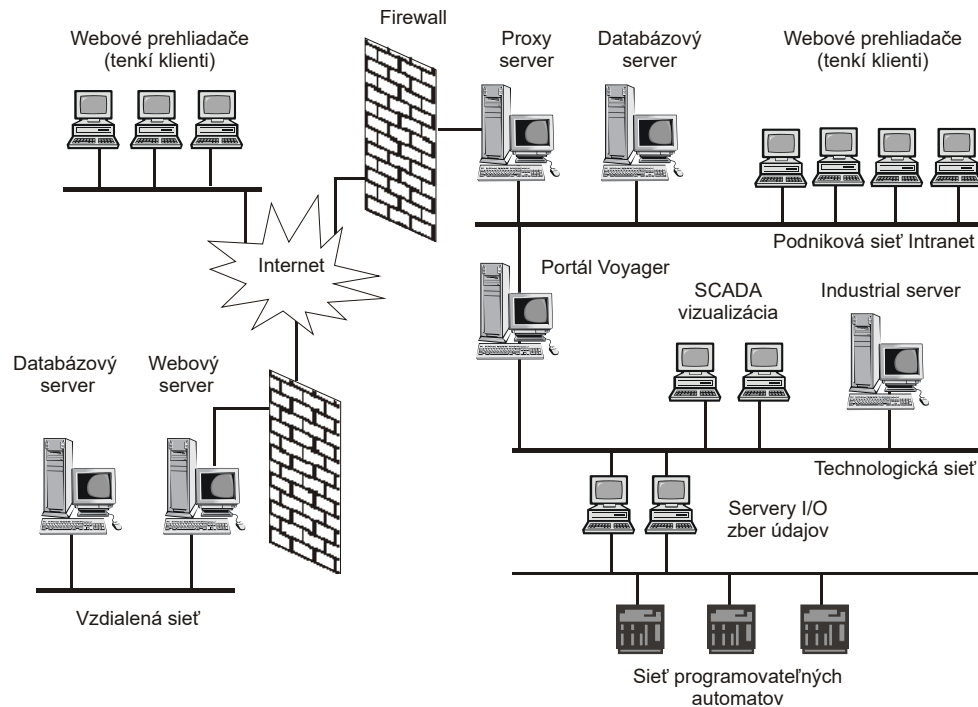
Počítačové systémy IT sú zraniteľnejšie vzhľadom na stále väčšiu *univerzálnosť prepojení* a na rozdiely *medzi „svetom“ IT a riadením výrobných zariadení v reálnom čase (chyby software, nepredvídané udalosti, svojvoľné útoky, atď.).*

RS a ich zabezpečenie v kybernetickom priestore, tzv. *kybernetická bezpečnosť*

- **otvorené a unifikované softwarové systémy** (napr. HMI, inžinierske a operátorské stanice PC, používanie zbernice Ethernet ) – *menej bezpečné!!!*
- **firemné (proprietárne) systémy** sú štruktúrovanejšie, ale s *vysokou úrovňou kybernetického zabezpečenia*

## Internet, intranet v IT výrobných podnikov

- uplatnenie **internetu a intranetu** v IT VP závisí od orientácie podniku (výroba, služby),
- **internet** sa spravidla považuje za komunikačný prostriedok smerom von z podniku,
- **intranet** na vnútornú komunikáciu medzi jednotkami podniku, preto intranet sa niekedy používa aj ako **informačný systém podniku**



**SCADA, HMI**  
**Používateľské**  
**rozhranie**

Príklad architektúry podnikovej IT s webovou službou a tenkými klientami  
(**Firewall** „ochranný múr“, chrániaci server - zabezpečenie komerčných sietí)

# Riadiace systémy výrobných procesov

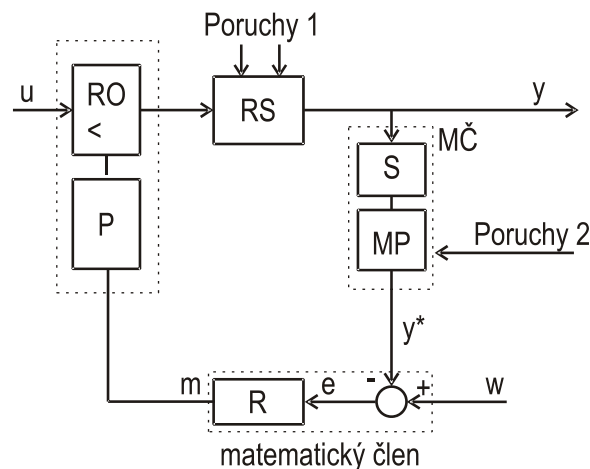
*PCS*

Systémy automatizácie výroby a riadenia procesov *PCS*

**Vývoj a architektúry PCS, DCS a PLC, HCS,  
*SCADA, HMI,***

*druhy riadenia, riadiace algoritmy, grafické značky v AUT,  
procesné regulátory*

# Kybernetika, automatizácia, riadenie, ovládanie, regulácia



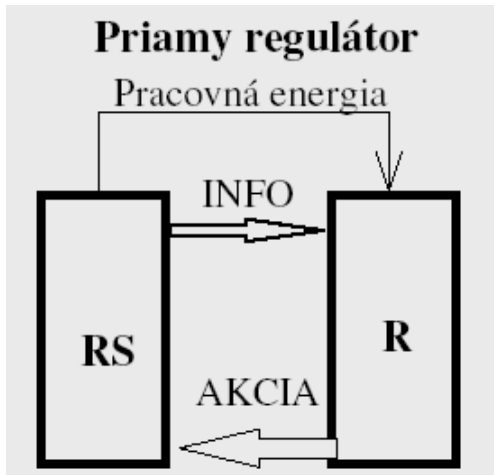
RS- riadená sústava  
MČ- merací člen  
S- snímač  
MP- merací prevodník  
R- regulátor  
P- pohon  
RO- regulačný orgán  
AČ- akčný člen

y- riadená sústava  
 $y^*$ - odozva meracieho člena  
w- žiadaná (riadiaca) veličina  
e- regulačná výchylka  
m- opravná veličina  
u- akčná veličina  
U- zdroj energie  
Poruchy 1 - poruchy v riadenej sústave  
Poruchy 2 - poruchy meracom člene (nepresnosť)

## Procesná úroveň - jednoduchý jednoparametrový regulačný obvod

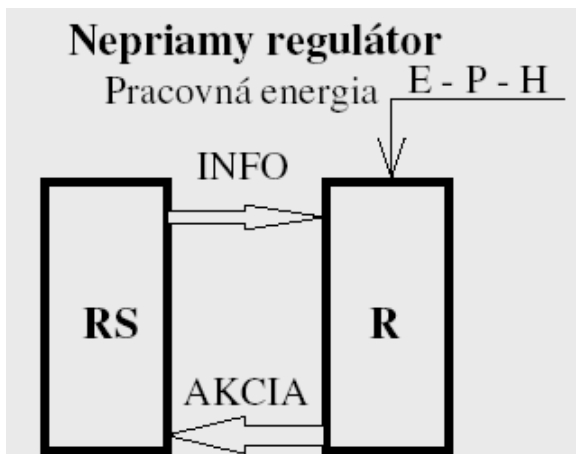
# Vývoj architektúr riadiacich systémov

## Generácia 1



- riadiace prvky - **regulátor priamy**
- prevádzková úroveň - kompaktný, súčasť riadenej technológie
- priamočinný, nevyžaduje vlastný zdroj energie
- jednoparametrový, jednoúčelový
- priestorová a funkčná centralizácia
- lokálna obsluha
- Wattov regulátor na parnom stroji

## Generácia 2



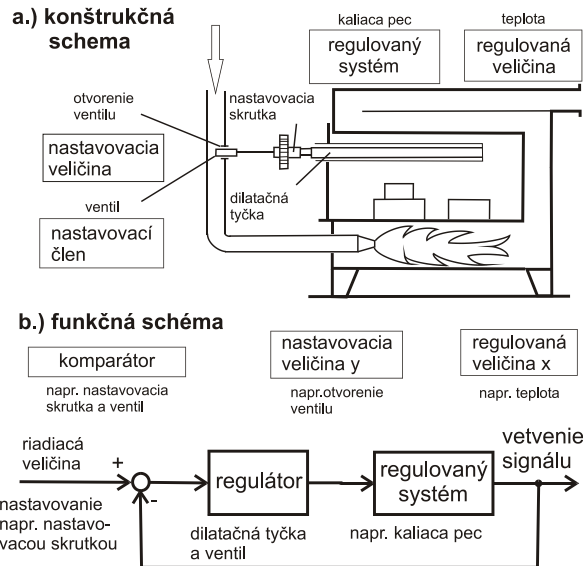
- riadiace prvky - **regulátor nepriamy**
- konštrukcia **zosilňovačov**, pomocný zdroj energie (P, H, E)
- prenos informácií na väčšiu vzdialenosť
- priestorová a funkčná decentralizácia v rámci technologického pracoviska
- možnosť zložitých algoritmov (**P, I, D**)
- **indikácia - MP, registrácia - ZAP.**
- **dial'ková obsluha**



# Riadenie, regulácia

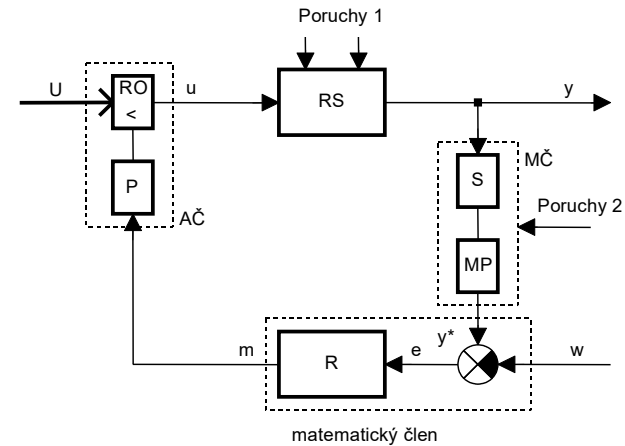
## Regulačný obvod, *priamy regulátor*:

- kaliaća pec, termostat – žehlička, chladnička,
- termostatický ventil na radiátore,
- Wattov regulátor, parný stroj,
- splachovacie zariadenie



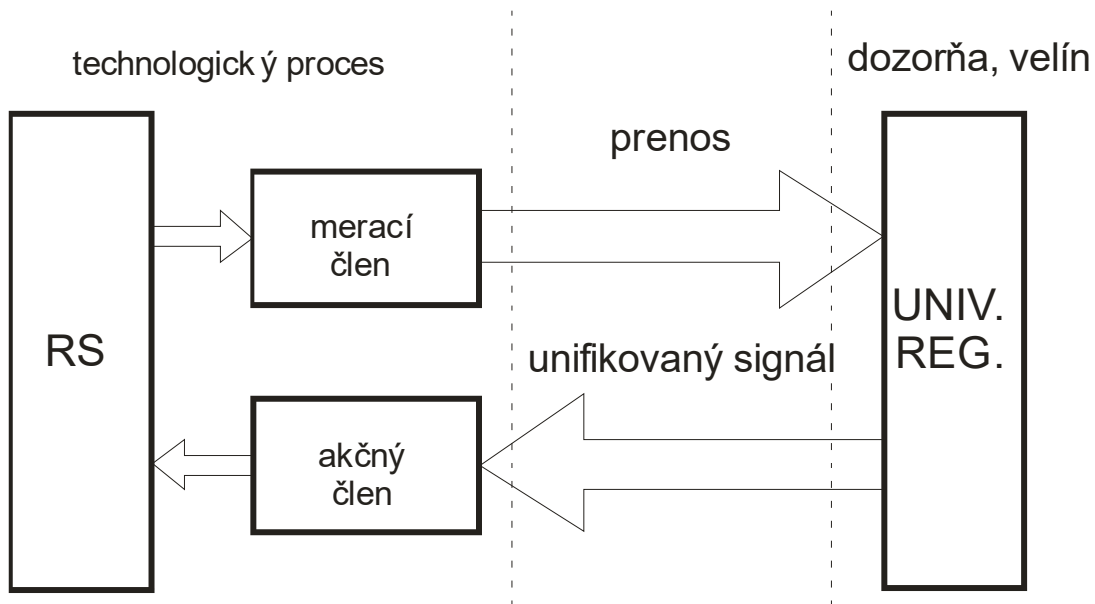
## Regulačný obvod, *nepriamy regulátor*:

- konštrukcia zosilňovačov, **pomocný zdroj energie (P, H, E)**
- možnosť zložitých algoritmov (P, I, D)
- indikácia - MP, registrácia - ZAP.
- diaľková obsluha



# Vývoj architektúr riadiacich systémov

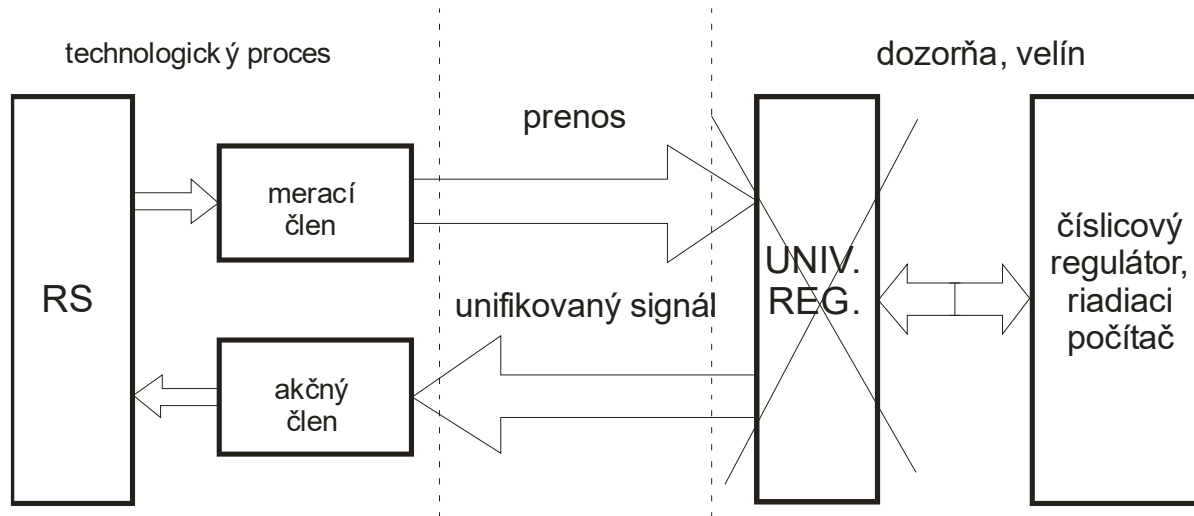
## Generácia 3, stavebnicové systémy



- priestorová decentralizácia funkcií (prevádzka – velín, dozorňa), analógová technika, stavebnicové RS
- unifikované signály (US), medzisytemové prevody U/U, U/I,
- sústredenie spracovania informácií (**univerzálne regulátory**)
- náročnosť na pasívnu infraštruktúru: rozvádzače a káblové rozvody

# Vývoj architektúr riadiacich systémov

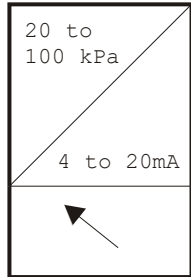
## Generácia 4, číslicový regulátor



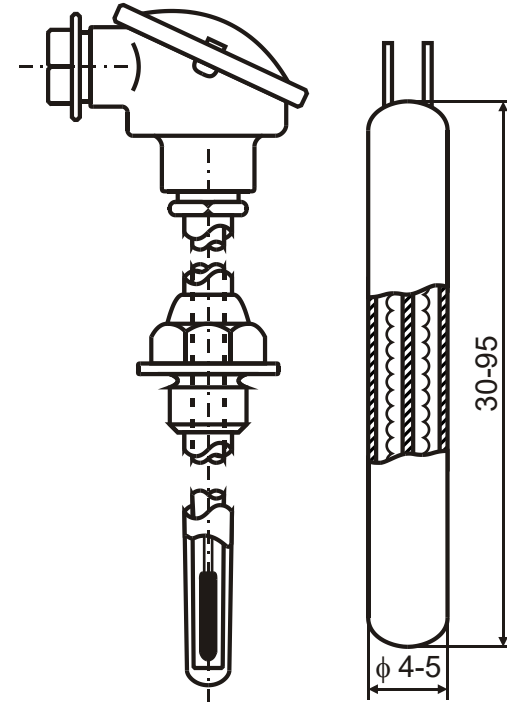
- **ADC a DAC prevody**
- **SPC - Set Point Control** – riadenie na žiadanú hodnotu
- **BACK-UP** – záloha, redundantnosť - spoľahlivosť
- **DDC - Direct Digital Control** – priame číslicové riadenie
- **MLC - Multi Loop Controller** – viacslučkové riadenie
- **dohliadaci režim- operátor**
- **riadiace počítače** – problémy, štrukturálna spoľahlivosť, mikroelektronika – distribúcia inteligencie

# Procesná úroveň PCS

## Snímače a meracie členy



**Merací člen,  
prevodník**



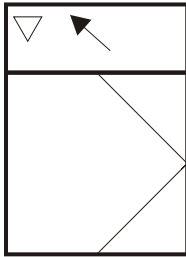
**Príklad AMČ, ČMK (snímač S, merací  
prevodník MP)**

**MČ teploty, odporový snímač Pt 100**

# Prostriedky stabilizačnej a koordinačnej úrovne PCS

## Spracovanie informácií

### Procesné regulátory:



**Regulátor s indikáciou riadenej veličiny a alarmovým spínačom pre minimálnu hodnotu riadenej veličiny**

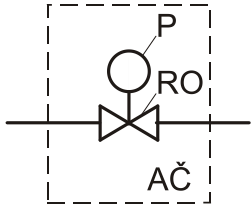


**Číslicové a analógové spracovanie informácií**

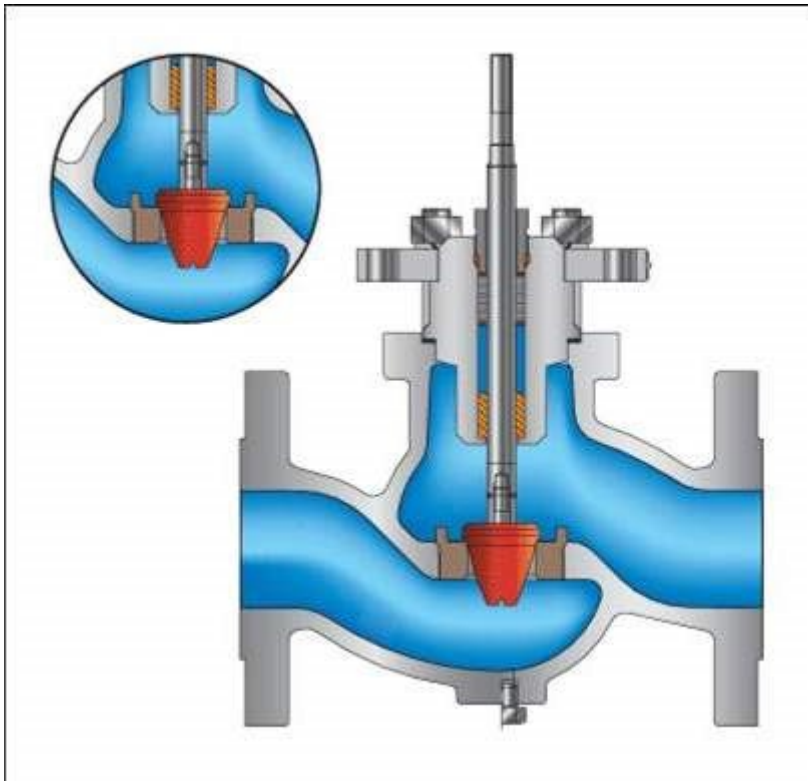
# Akčný člen, AČ

# Procesná úroveň PCS

## Akčné členy

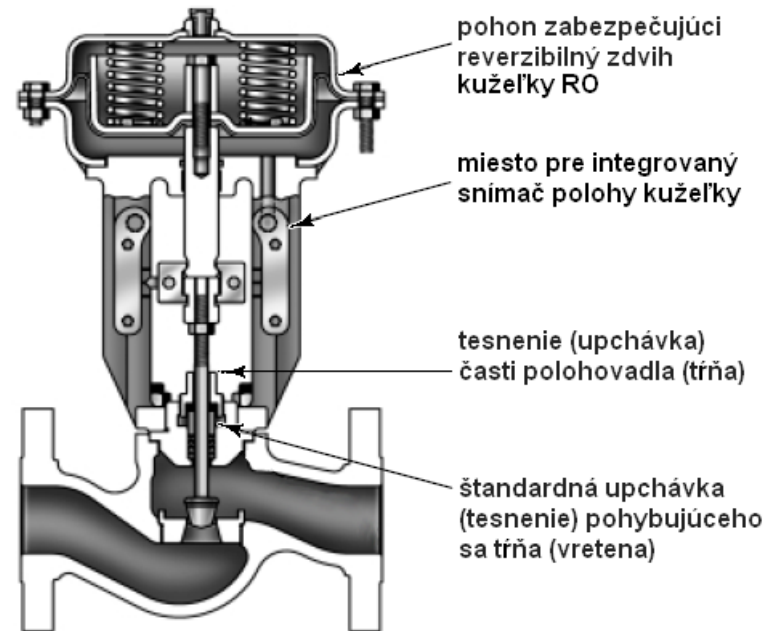


## Regulačný orgán, RO

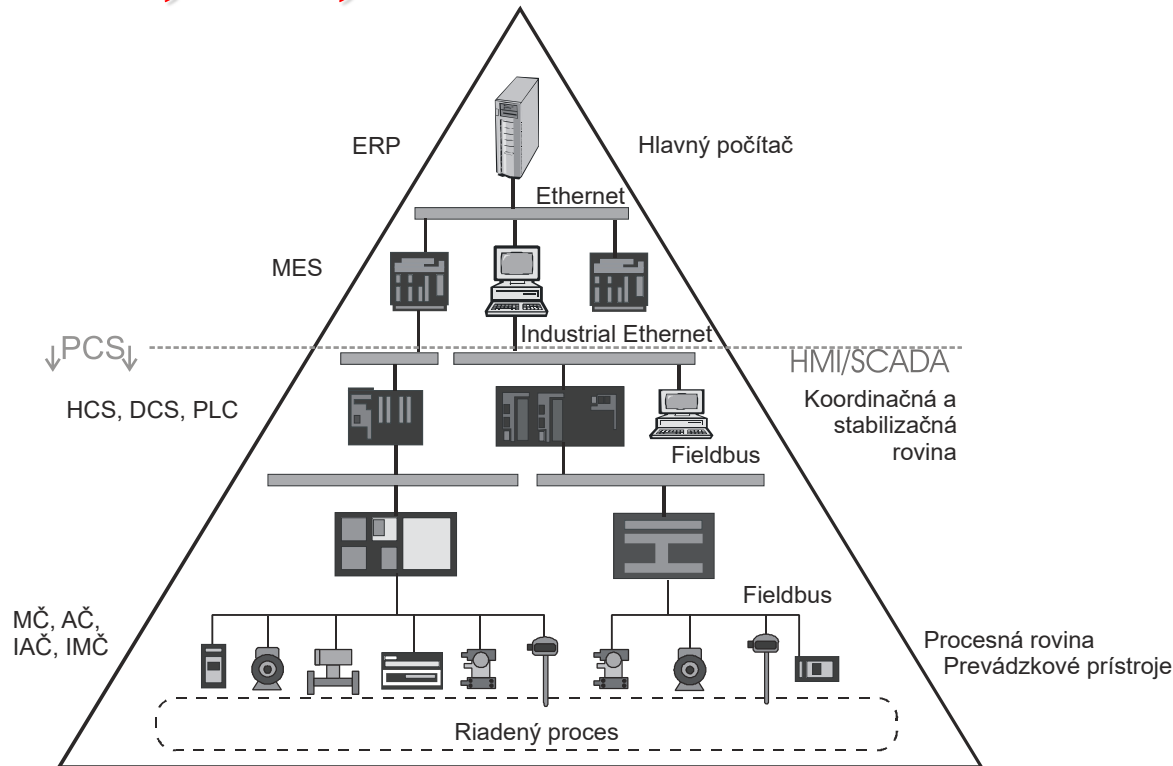


## Akčný člen

## Pohon, P + RO



## ITVP, PCS, VProc.



**EPR+MES** ekonomika, manažment

**PCS (DCS+PLC+ Ma, AČ)**

Riadenie výr. procesu

➤ **HMI + SCADA**

operátorské rozhrania, systémy sledovania a riadenia procesov, **funkčne orientované PC**

➤ Procesná úroveň

- Regulátory (M+K-PLC a R, IPC, **Proc. stanice**)
- MČ, IMČ
- AČ, IAČ (**NV, EV**)

## ITVP a distribuovaný (hybridný) riadiaci systém (PCS)

*Riadiace pyramídy IT (+ PCS) VP:*

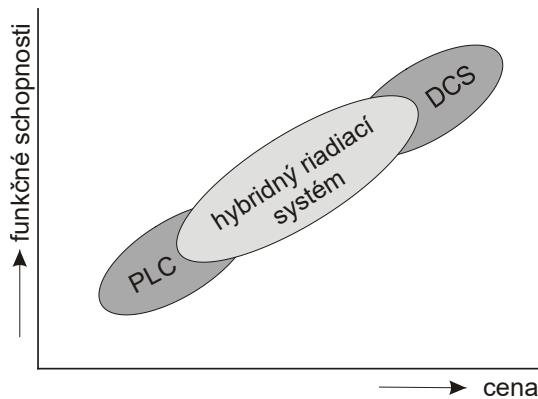
a) **IT** → ERP+(MIS), MES; **PCS** → SCADA + HMI, HCS, DCS, PLC, IMČ (MČ), IAČ (AČ)

b) **Číslicové prvky a zbernice**

**Základná štruktúra** moderných **PCS** je charakterizovaná **distribúciou riadiacich funkcií** (číslicové prvky s distribuovanou inteligenciou), **zbernicovo orientovaným** komunikačným podsystémom a používaním **tzv. inteligentných** (vnorených, „embeded“) **prvkov vo svojej štruktúre.**

# Riadiace systémy PCS - charakteristika

- **PCS (Process Control System, DCS)** alebo **PLS (Prozessleitsysteme)** - riadenie veľkých celkov, mikropočítačovo orientované systémy a ich prvky, rozdelené do viacerých úrovní riadenia (hierarchia), poprepájané komunikačným systémom (Bus).
- **Tech. prostriedky** – hlavne číslicové spracovanie informácií: IMČ, IAČ, I-analyzátory, čísl. kompaktné a modulárne procesné regulátory, PLC, IPC, pracovné a grafické stanice.
- **PCS** umožňujú komplexnú automatizáciu VP.



*PLC, DCS a hybridné systémy, funkčná schopnosť/cena*

**Súčasný stav:** vzájomné prelinanie dvoch aplikačných oblastí (PCS), a to **distribuovaných riadiacich systémov (DCS)** a **riadiacich systémov s programovateľnými automatmi (PLC)**,

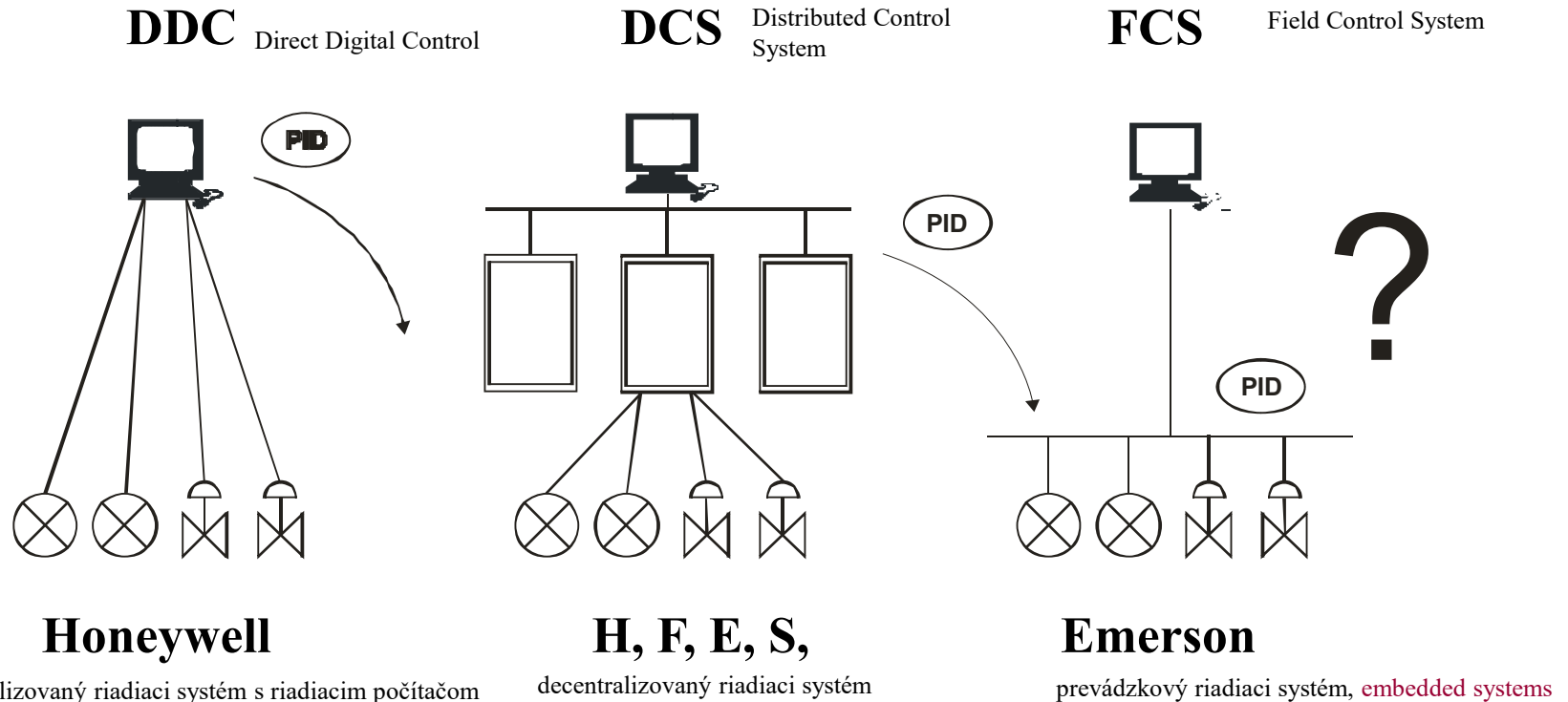
• **Hybridné riadiace systémy (HRS)** - spájajú hlavné vlastnosti oboch kategórií (modularita, rozšíriteľnosť, spojité a nespojité riadenie, logické riadenie, **dávkové „riadenie“**, robustnosť, redundancia, ...) a zároveň sú **cenovo veľmi efektívne**,

• **HRS** - distribúcia riadiacich funkcií (distribuovaná inteligencia), zbernicovo orientovaný komunikačný podsystem a používanie tzv. inteligentných (čísl.) prvkov vo svojej štruktúre



# Riadiace systémy PCS - vývoj

- **DDS** – priame číslicové riadenie, **riadiaci počítač**, štrukturálna nespoľahlivosť’.
- **DCS** – hlavne číslicové spracovanie informácií: IMČ, IAČ, I-analyzátory, **čísl. kompaktné a modulárne procesné regulátory, PLC, IPC, pracovné a grafické stanice.**
- **FCS (fieldbus)** – zbernicové, riadiace algoritmy v IMČ, IAČ.

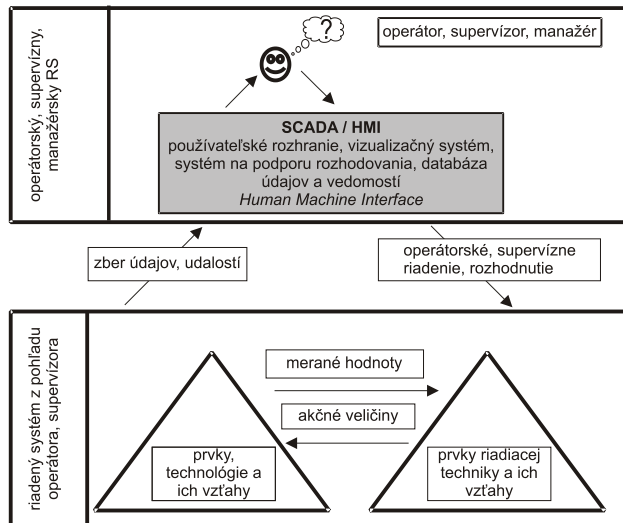
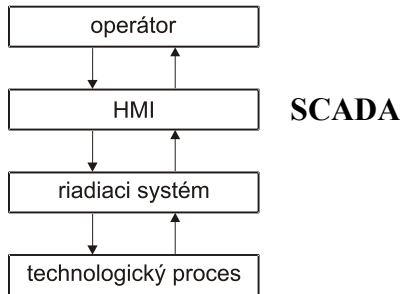


# Vizualizácia procesov (HMI / SCADA)

## Prostriedky stabilizačnej a koordinačnej úrovne RS

HMI – *Human-Machine Interface*, operátorské rozhrania, SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*, systémy sledovania a riadenia procesov

**Používateľske rozhranie:** uľahčenie výmeny informácií medzi človekom a strojom (počítačom, technologickým procesom, príp. iným zariadením), ktorý chceme riadiť. Umiestnenie **PoRo** → medzi operátorom a riadiacim systémom



V súčasnosti sa považujú za **synonymá** pojmy **SCADA** a **HMI**

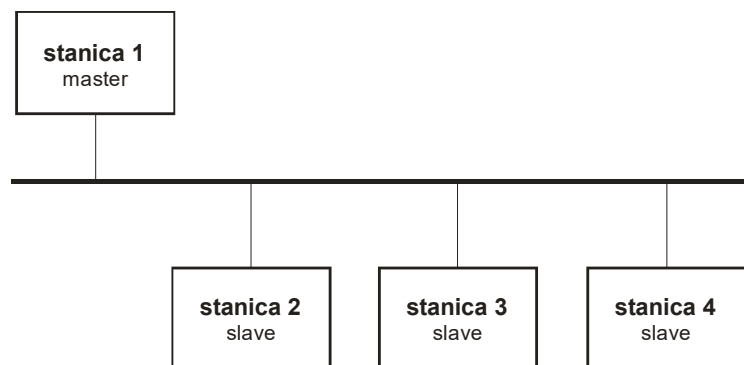
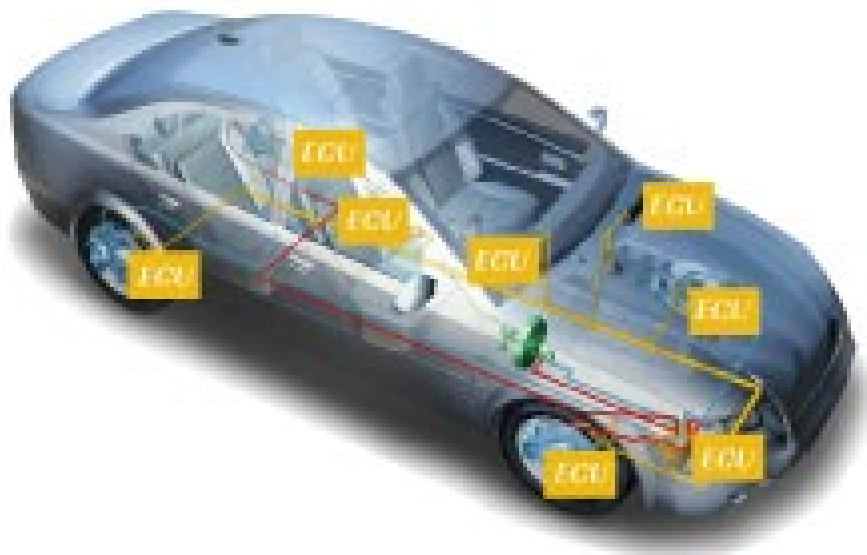
**Operátorská časť** slúži na :

- **monitorovanie a dozor** nad riadeným procesom,
- **rozhodovanie a zasahovanie** do systému pri normálnej prevádzke a mimoriadnych situáciách, ako je havária systému, nábeh a odstavenie prevádzky a pod.
- **dôležité pre PoRo:** zobrazenie procesných veličín v **reálnom čase**, ich trendov, zobrazenie a spracovanie alarmov, **manuálne a o operatívne ovládanie a riadenie VýrProc.**, zobrazenie štatistických údajov, monitorovanie a riadenie kvality produkcie, bilancovanie a protokolovanie prevádzky,
- **podporné systémy:** expertné systémy a databázy údajov a vedomostí

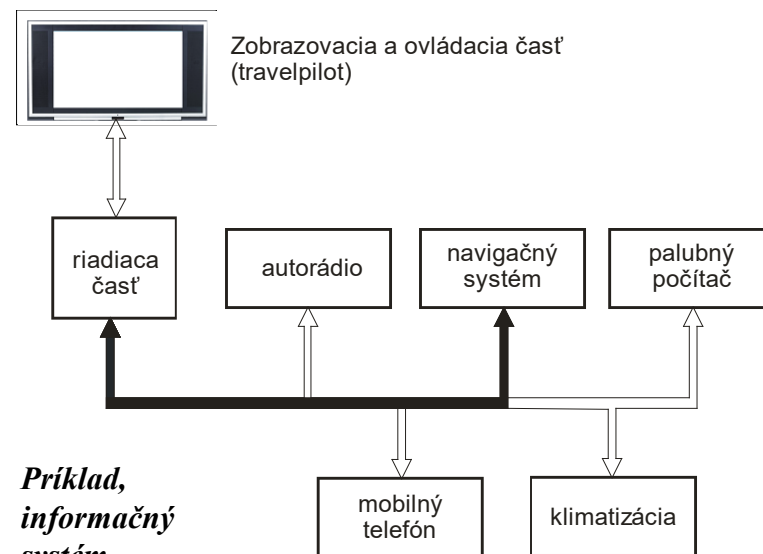
# Meranie, monitorovanie a riadenie v automobilovej technike



Riadenie prevádzky automobilu, zbernicový RS, CAN



*Najčastejšia topológia zbernice RS*



*Príklad,  
informačný  
systém*



# Výrobné technológie, výrobné procesy, vlastnosti RS

## Riadené systémy- výrobné podniky, procesy, technológie,...

- **spojité (kontinuálne) a nespojité -diskrétne (dávkové) procesy (všeo. delenie)**
- RS jadrových elektrární (**podľa druhu VP**), *spoľahlivosť*
- RS jadrových elektrární, *spoľahlivosť a bezpečnosť*
- RS pre riadenie výrobných procesov (**spojité a nespojité technológie a ostatné**), *rôzne druhy riadenia*
- RS pre riadenie veľkých budov (inteligentné budovy), *rôzne druhy riadenia*.

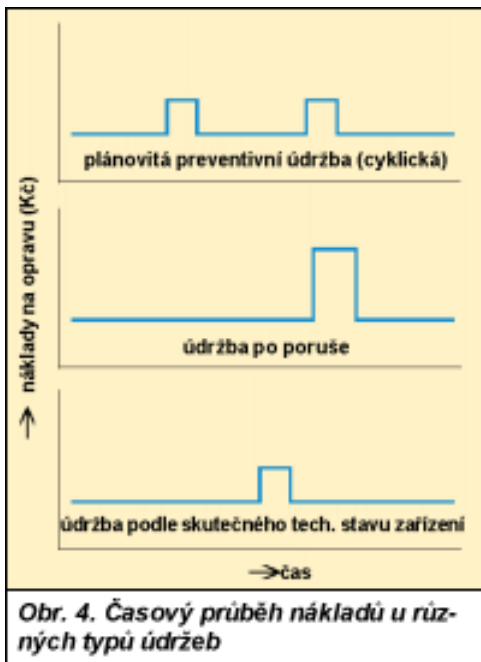
## Základné (spoločné) funkčné vlastnosti súčasných PCS:

- **komplexný zber a spracovanie informácií** z výrobného procesu,
- prenos informácií v rámci celého podniku (**podnikové IT**) až po nadväznosti na riadenie a plánovanie činnosti výrobného podniku, t.j. MES a ERP, Internet
- **komfortné ovládanie** výrobného procesu z dozorní,
- archivácia hodnôt procesných, akčných, bezpečnostných, produkčných veličín vrátane tvorby trendov pre tzv. **správnu výrobnú prax** (napr. sklad údajov),
- komplexná vnútorná **diagnostika funkcií RS**, **redundantná koncepcia** na dosiahnutie potrebnej spoľahlivosti a robustnosti,
- ochrana proti **zásahom nepovolaných osôb** a zneužitiu informácií v IT výrobného podniku, tj. **kybernetická bezpečnosť**.

# Systematický zber informácií o stave objektu – moderný nástroj riadenia preventívnej údržby - IT a soft-computing

**Efektívna údržba a správa podnikových hmotných prostriedkov:** sledovanie výrobných zariadení, plánovanie a riadenie ich preventívnej údržby vrátane nadväznosti na skladové hospodárstvo a administratívu nákupných operácií náhradných dielov

**Organizáciu údržby je potrebné previazať s informačným systémom celého podniku!!**  
Stále diskutovanou otázkou **údržby je spôsob jej riadenia**. Tri základné prístupy:



- **plánovitá preventívna údržba:** pravidelné odstavenie zariadenia z dôvodu opravy
- **vykonávanie opráv až po poruche:** negatívne dopady na výrobu (neočakávané výpadky, závažnejšie dôsledky porúch s možným ohrozením zdravia a životov, atd.)
- **podľa skutočného stavu zariadenia a situácie vo výrobe:** moderné zásady preventívnej údržby so silnou podporou diagnostickej údržby a účinnými nástrojmi riadenia, **vlastná oprava by sa mala vykonať tesne pred poruchou**

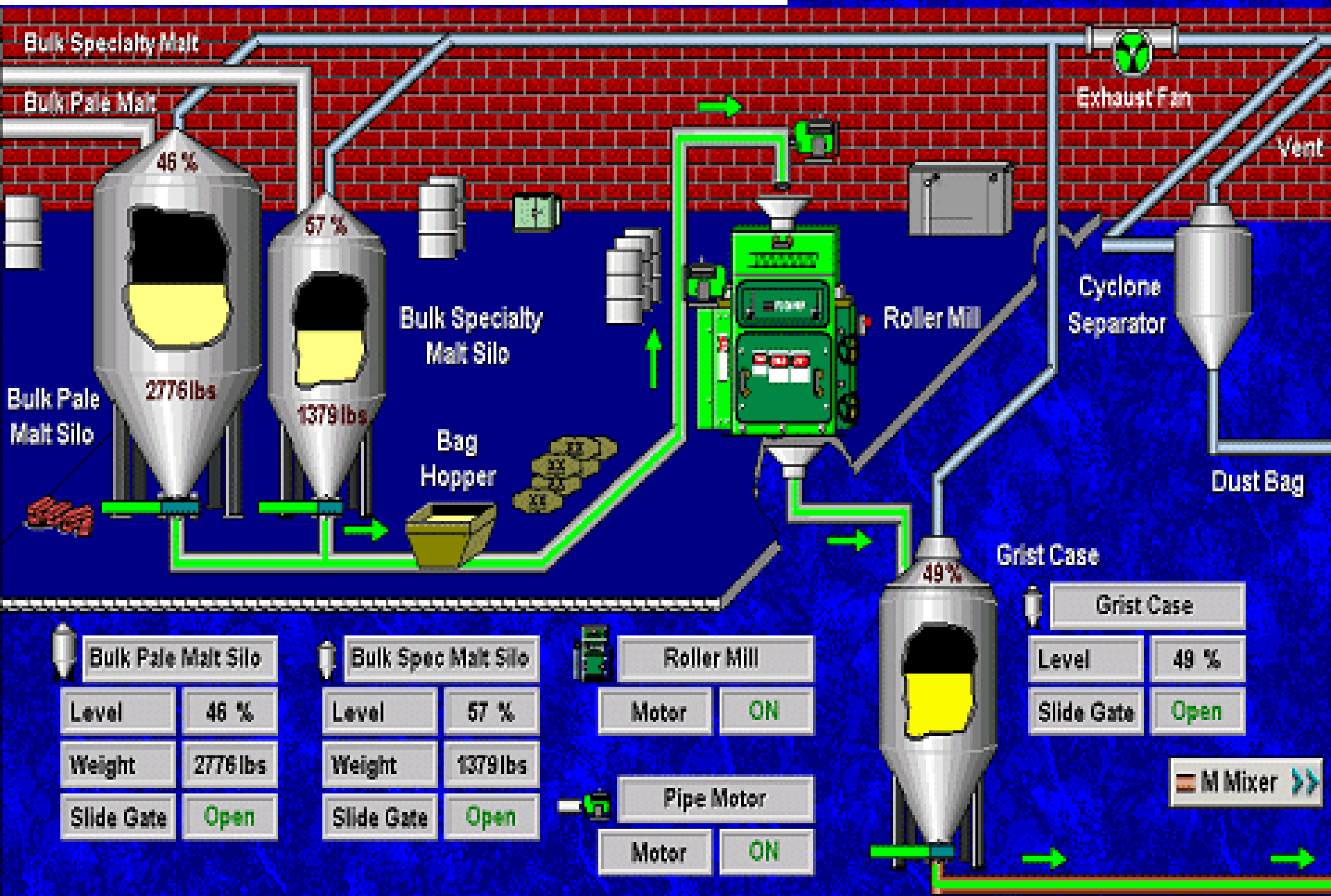
Systematický zber informácií o stave objektu predstavuje základný nástroj, **v súčasnosti hlavne softwarový**, ktorý údržbu dostatočne podporuje

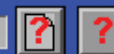
## **B) Nadradená úroveň riadenia HMI/SCADA :**



**koordinácia procesov, optimalizácia,  
kontrola, dispečerské riadenie**

# Príklad technologickej obrazovky :

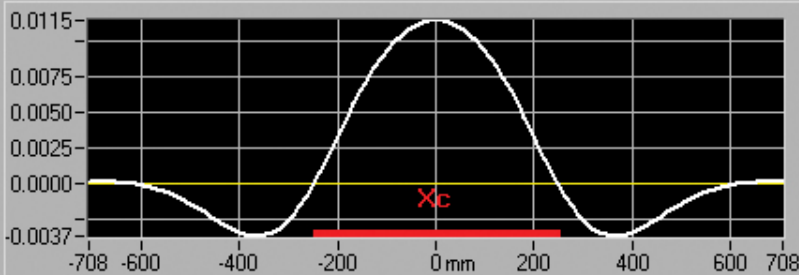




### CD CONTROL TUNING

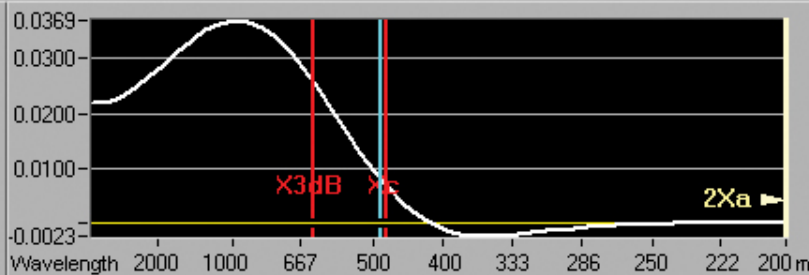
AutoSlice-CDW

#### PROFILE DOMAIN CD Bump Response Profile

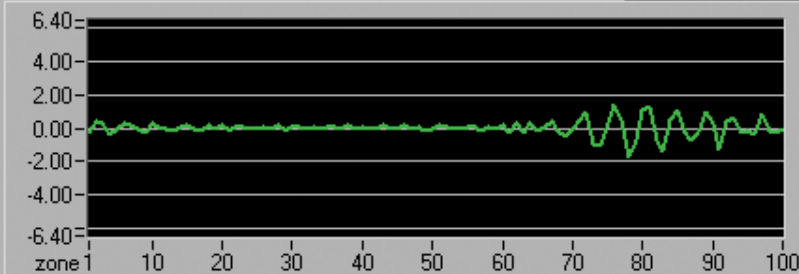


Predicted Error Profile Spread **0.94746**

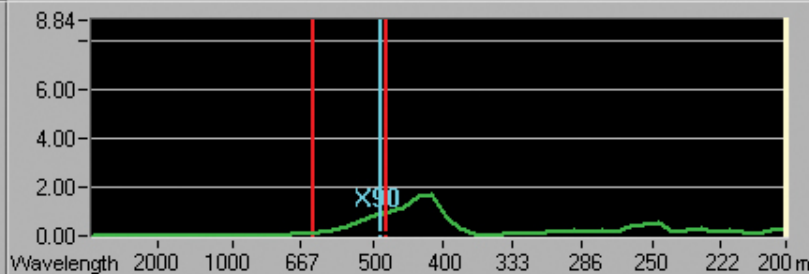
#### CD FREQUENCY DOMAIN Process Model Gain Spectrum



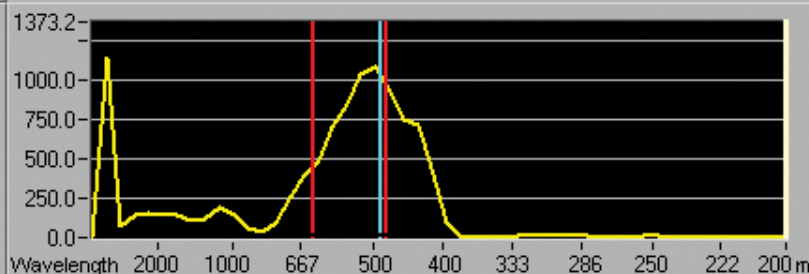
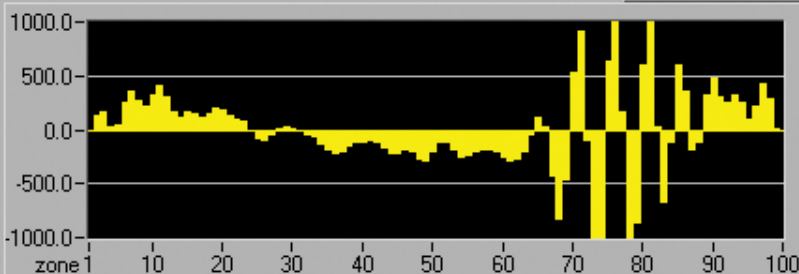
Predicted Error Spectrum



Predicted Actuator Profile Spread **784.05**



Predicted Actuator Spectrum



Long Wavelength Limit	X3dB = <b>632</b> mm
Performance Wavelength	X90 = <b>483</b> mm
Short Wavelength Limit	Xc = <b>476</b> mm
Two-Times-Actuator-Spacing	2Xa = <b>200</b> mm

#### Tuning

Robust Aggressive

License Info...

Current Grade  
My Grade

Scanner 1 Status

ODX Link Status  
**NO CONNECTION**

Bump Test Configuration

Process Identification

Alignment Implementation

CD Control Tuning

Tuning Implementation

Reports

Color Topography

Start ODXLink

Stop ODXLink

Print Screen

Minimize IntelliMap

Exit IntelliMap

Start Bump Test

Save/Load Bump Test Data

Identify Overall Model

Spatial Model Identification

Dynamic Model Identification

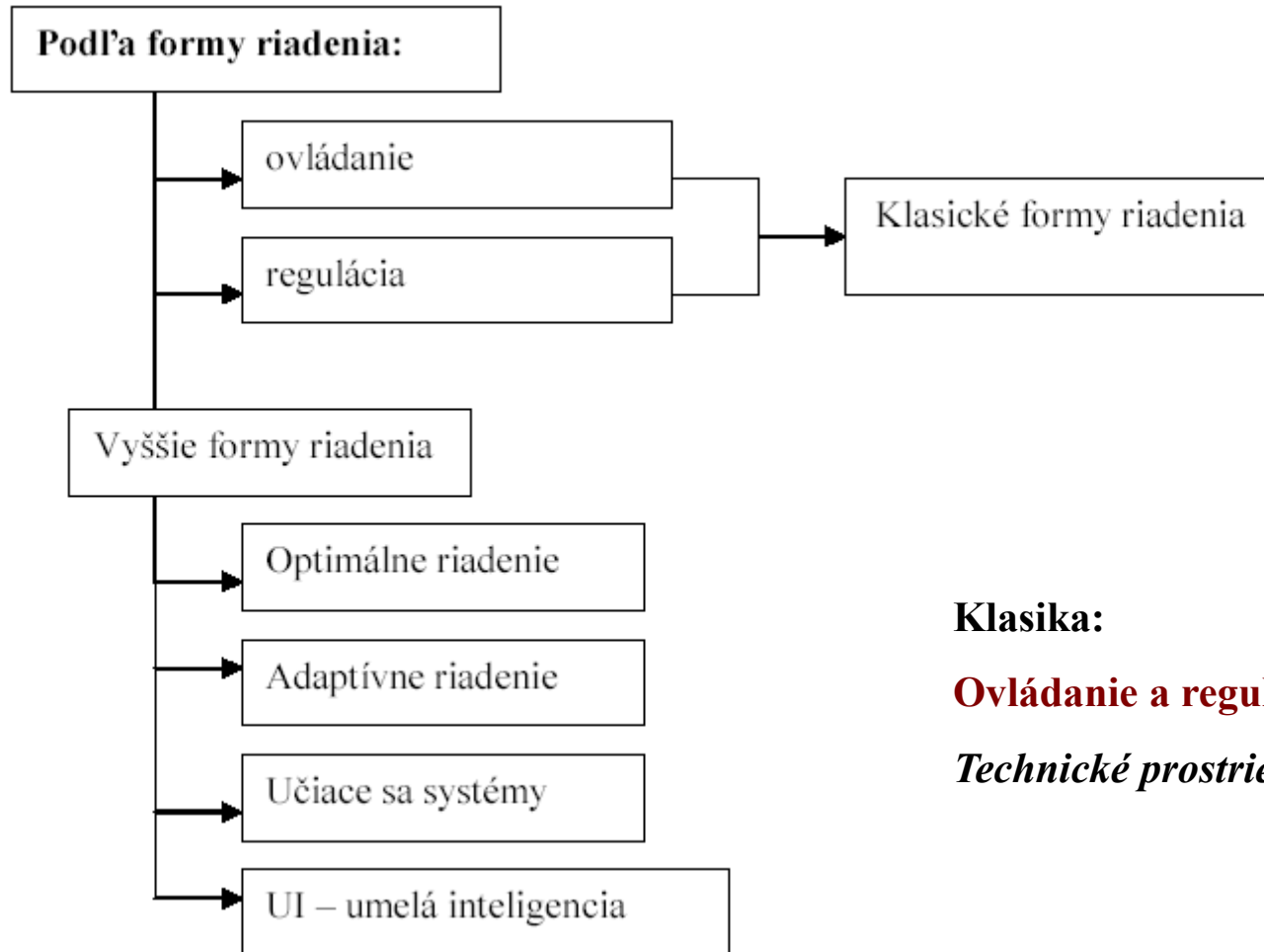
Shrinkage Model Identification

Spatial Control Fine-Tuning

Dynamic Control Fine-Tuning



# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia



**Klasika:**

**Ovládanie a regulácia**

*Technické prostriedky*

# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

Automatická **regulácia** predstavuje špeciálny prípad **automatického riadenia**, tj. udržiavanie riadeného (regulovaného) systému vo vopred predpísanom stave, najčastejšie na **konštantnej hodnote riadenej veličiny**, priebežne sa sleduje stav riadeného systému a porovnáva s predpísaným stavom, tj. **spätná väzba**.

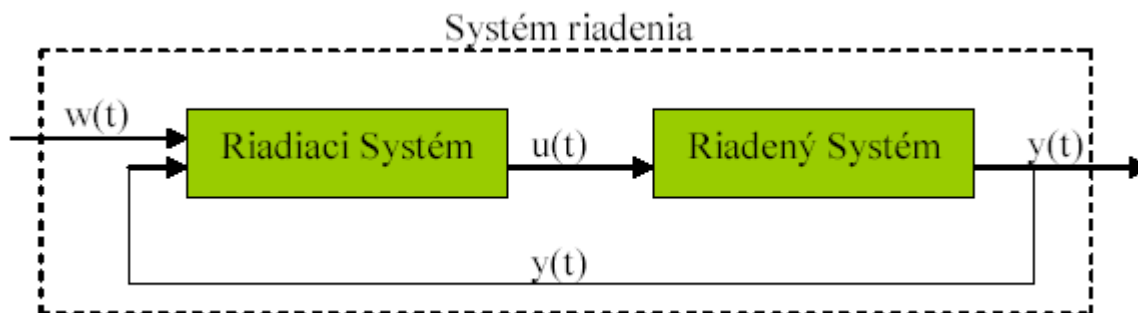
**Vyššie formy riadenia** – hierarchické riadenie alebo distribuované riadenie, optimálne riadenie, adaptívne riadenie, metódy UI: učiace sa systémy, neurónové siete, expertné systémy

# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Klasické formy riadenia, norma STN IEC 60050-351

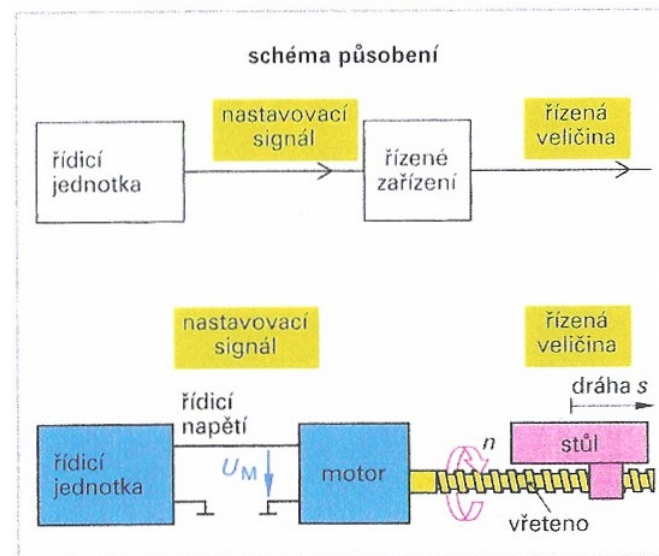
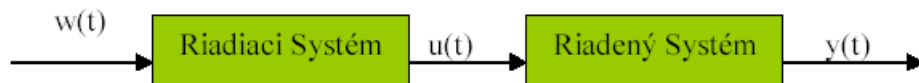
### System riadenia:

- riadiaci systém a riadený systém navzájom na seba pôsobia a spolu tvoria **system riadenia**



### Ovládanie:

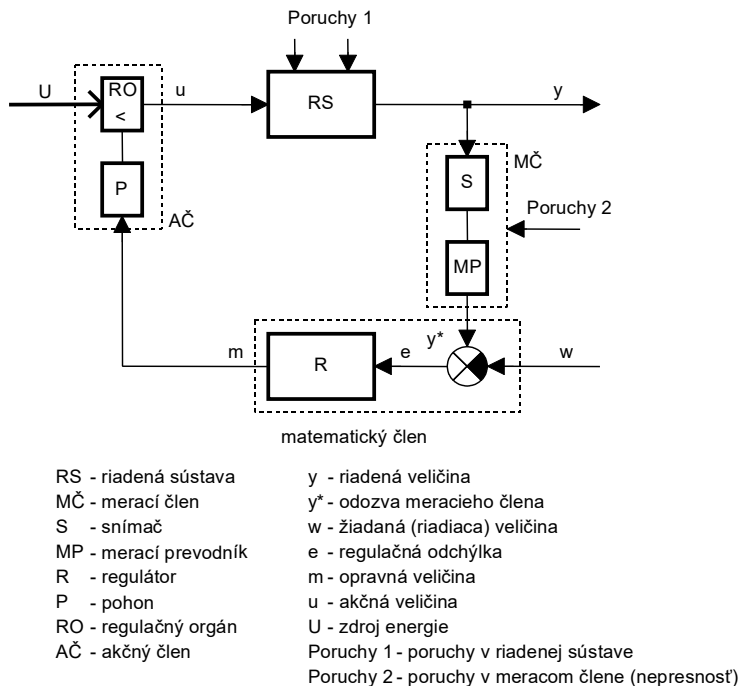
- otvorená štruktúra riadenia – Open loop (otvorená slučka)
- riadenie bez spätnej väzby
- kompenzačné riadenie



# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Regulácia – regulačný obvod:

- uzavretá štruktúra riadenia – *Closed loop* (uzavretá slučka)
- riadenie so spätnou väzbou
- typické pre reguláciu je riadenie riadenej veličiny **na konštantnú hodnotu**, napr. teplota v miestnosti, výška vodnej hladiny, poloha piestu a iné



Automatická **regulácia** predstavuje špeciálny prípad **automatického riadenia**, tj. udržiavanie riadeného (regulovaného) systému vo vopred predpísanom stave, najčastejšie na **konštantnej hodnote riadenej veličiny**, priebežne sa sleduje stav riadeného systému a porovnáva s predpísaným stavom, tj. **spätná väzba**.

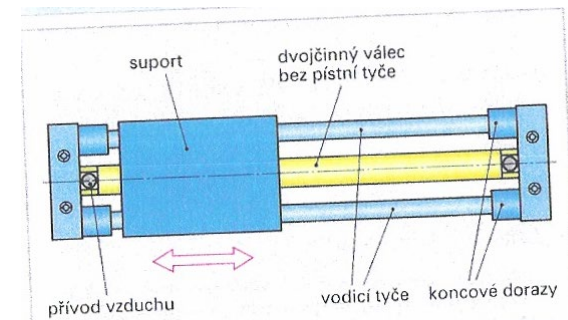
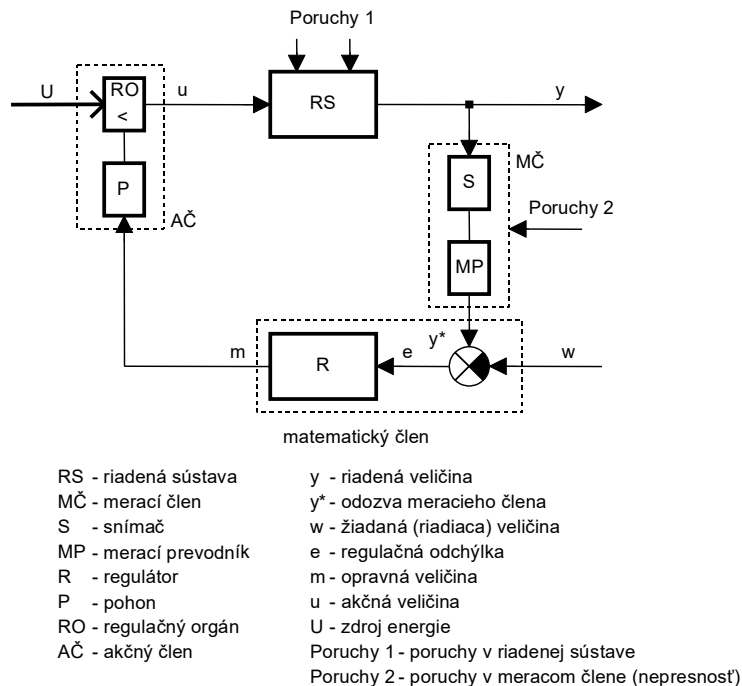
## Riadiace algoritmy:

**Spojité** (analogové, intenzitné) + **Nespojité** činnosť, typy: PID, polohové, logické

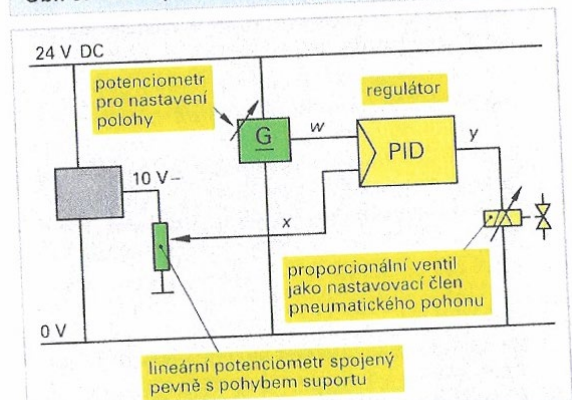
# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Regulácia – regulačný obvod:

- uzavretá štruktúra riadenia – *Closed loop* (uzavretá slučka)
- riadenie so spätnou väzbou
- typické pre reguláciu je riadenie riadenej veličiny **na konštantnú hodnotu**, napr. teplota v miestnosti, výška vodnej hladiny, poloha piestu a iné

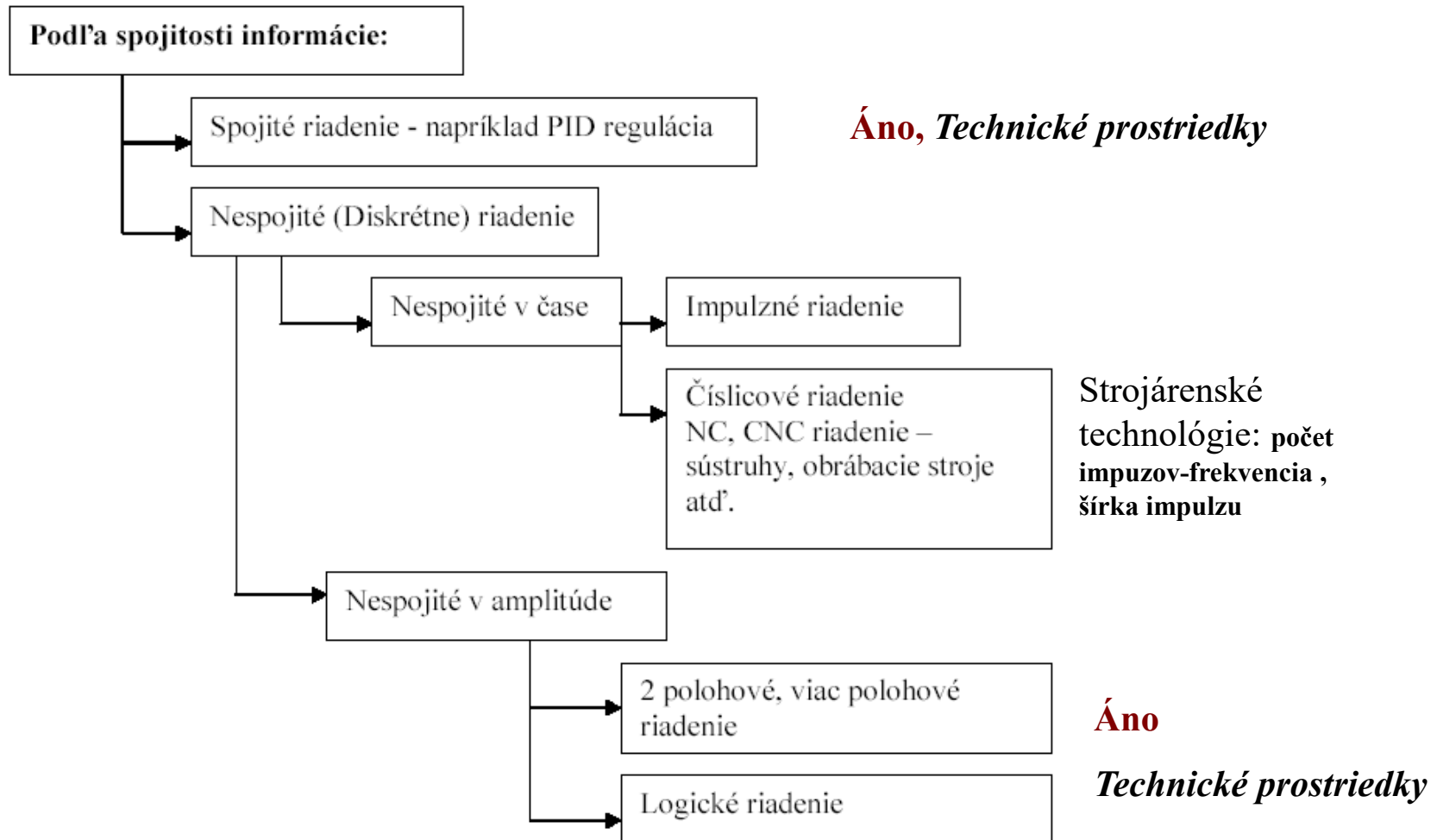


Obr. 3: Osa s pneumatickým pohonem



Obr. 4: Regulace pneumatického nastavení polohy

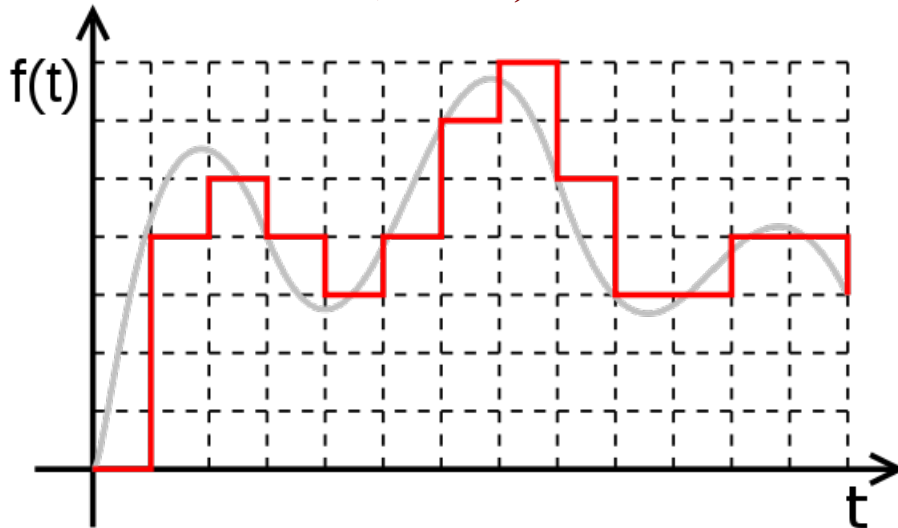
# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia



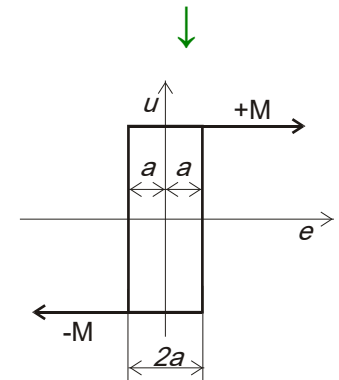
# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

Digitálny signál (číslcový), [napr. digitálna veličina]

Digitálny signál - vzorkovaný a následne kvantovaný. Vytvára sa postupnosťou vzoriek, ktoré môžu nadobudnúť len obmedzený počet hodnôt. (10 V / 8 bit. ADC → koľko hodnôt?, koľko V/na hodnotu, číslo?)

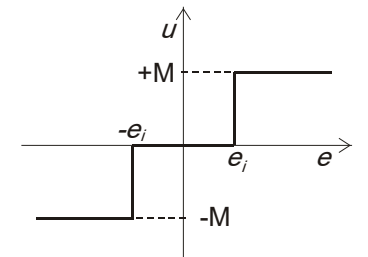


Dvoj a trojpolohový regulátor



Diskrétna veličina, napr. diskrétny regulátory nespojité v amplitúde/čase

Diskrétna veličina môže nadobudnúť len určité hodnoty, medzi ktorými sú tzv. časové medzery. Príklad - hod hracou kockou, čiže čísla 1,2,3,4,5,6 sú diskkrétne hodnoty diskkrétnej veličiny



# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Druhy riadenia:

### 1. **Spojité riadiace algoritmy (analógové):** Spojitý regulačný obvod (continuous control system) 351-15-01.

Regulačný obvod, v ktorom sa žiadaná a regulovaná veličina merajú spojite v čase a z nich sa následne generuje akčný zásah ako spojitá funkcia (**číslicové spracovanie - digitálna alebo diskrétna funkcia?**, „kvazispojitá“ – digitalizovaná, digitálna veličina)

**Spojité (analógové):** vstupné a výstupné signály z RS sú **spojité (kvázi, tj. digitálne)**, spracovávané **spojito, číslicovo**, žiadaná (požadovaná, referenčná, riadiaca) – **spojito, digitálne**



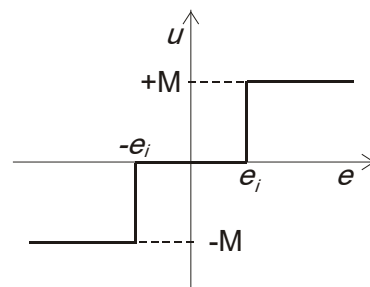
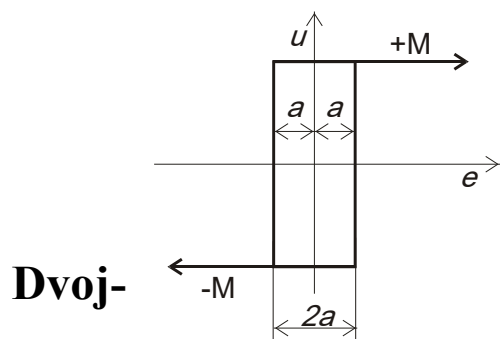
# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Druhy riadenia:

### 2. Diskrétne - Nespojité polohové r.a.: Dvojpohový regulátor (two-position element) 351-15-23

Prvok, u ktorého výstupná veličina môže nadobúdať len dve **diskrétne** hodnoty  $\pm M$

(trojpolohový, spojitá  $\rightarrow$  digitalizovaná)

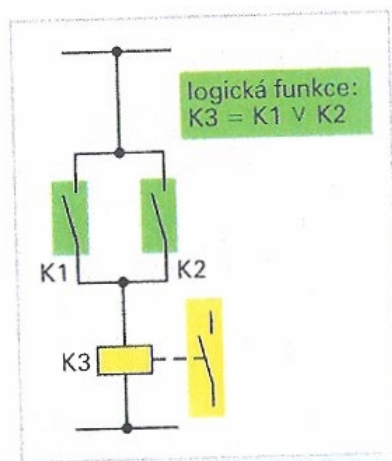


**Troj-**

# Riadenie, regulácia a vyššie formy riadenia

## Druhy riadenia:

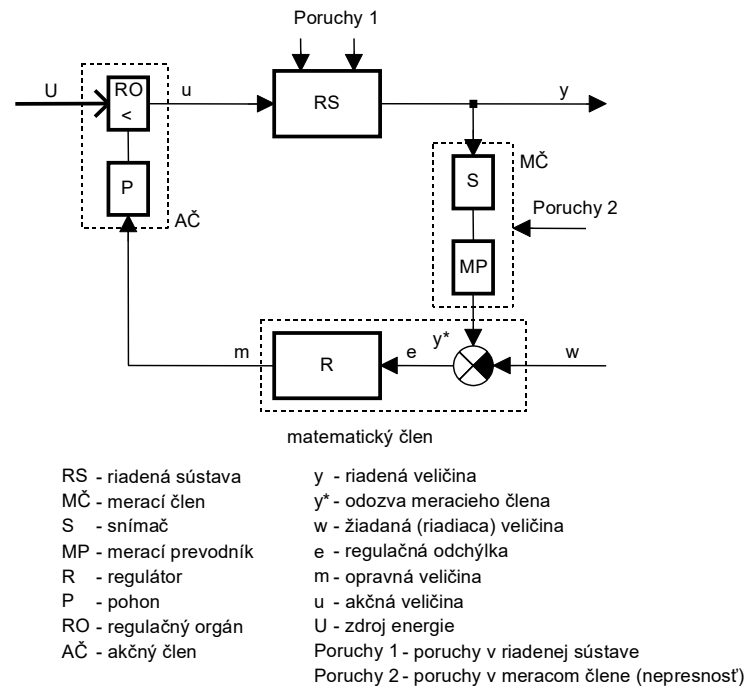
3. **Diskrétne - Nespojité logické** : vstupné, spracovávané, výstupné signály z RS sú **binárne (0/1)**, tj. **diskrétne**, rozoznáva sa **kombinačné** alebo **sekvenčné** logické riadenie



# Druhy riadenia

## Spojité riadiace algoritmy (analógové, intenzitné)

### činnosť, typy

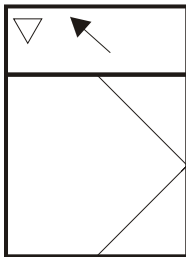


**Spojité riadiace algoritmy sa používa hlavne pri spojitých technológiách (procesné veličiny sa menia spojito, napr. chemický priemysel, elektrárne, apod.), využívajú sa riadiace algoritmy typu P, PD, PI, PID, veľmi častý prípad v praxi**

# Prostriedky stabilizačnej a koordinačnej úrovne PCS

## Spracovanie informácií

### Procesné regulátory univerzálne:



**Regulátor s indikáciou riadenej veličiny a alarmovým spínačom pre minimálnu hodnotu riadenej veličiny**

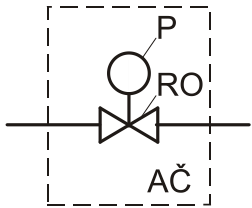


## Číslicové a analógové spracovanie informácií

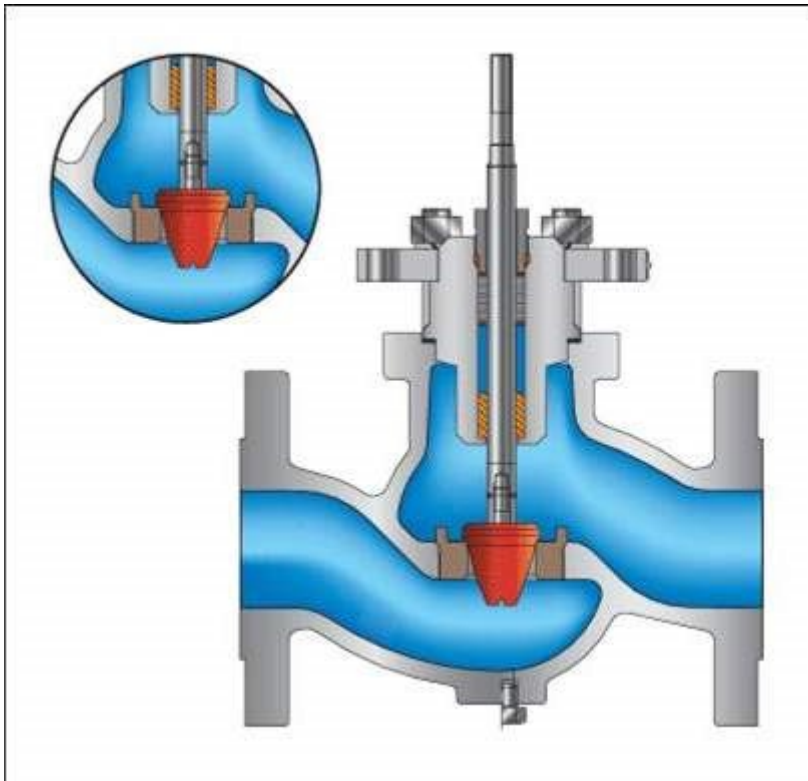
# Akčný člen, AČ

# Procesná úroveň PCS

## Akčné členy

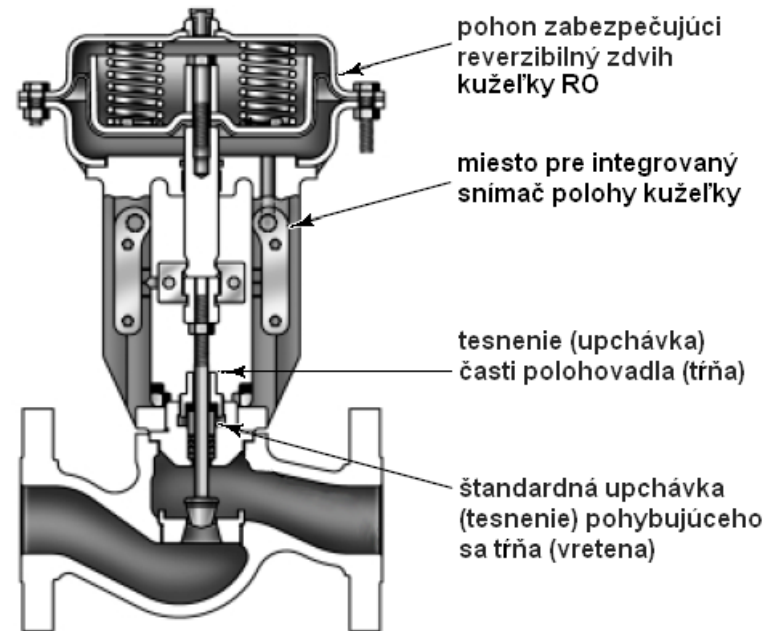


## Regulačný orgán, RO



## Akčný člen

## Pohon, P + RO



# Akčný člen - regulačný orgán - ventil, napr. automobilová technika

Regulační ventily s magnetickým pohonem (PN16)

MXG461...  
MXF461...

s řízením polohy a zpětnou vazbou od polohy  
pro regulaci topné a chladicí vody



MXG461...



MXF461...



Přímé a trojcestné směšovací ventily s magnetickým pohonem pro spojitou regulaci topné a chladicí vody v uzavřených systémech.

**Spojité AČ (magnetický)– ventil**

**Elektromagnetický (solenoidový)  
ventil – nie spojitý!!!**

## 1. Proporcionálny algoritmus riadenia, proporcionálny P-regulátor

Regulátor pôsobí tak, že jeho vplyv je malý pri malej regulačnej odchýlke a úmerne väčší pri veľkej odchýlke. Všeobecne platí, že účinok P – regulátora bude tým väčší čím bude väčšie zosilnenie. Prenos regulátora je rovný zosilneniu  $r_0$ .

$$F(s) = r_0$$



**Samotný P regulátor nedokáže odstrániť poruchu v podobe trvalej regulačnej odchýlky. Zosilnenie – stabilita obvodu?**

**Pásmo proporcionality uvádza, o koľko percent sa musí zmeniť vstupný signál (regulačná odchýlka), aby sa výstup (opravná/akčná veličina) zmenila v celom rozsahu**

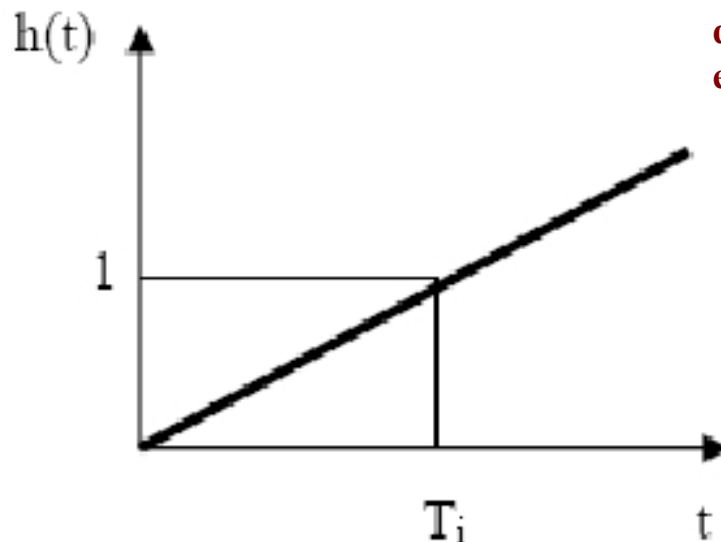
$$pp = \frac{1}{r_0} \cdot 100\%$$

## 2. Integrovaný algoritmus riadenia, integračný I- regulátor

Regulátor pôsobí tak, že hodnota riadiacej veličiny narastá tak dlho pokiaľ je regulačná odchýlka nenulová. Riadiaca veličina je úmerná veľkosti regulačnej odchýlky  $e(t)$  a dobe počas ktorej odchýlka trvala. I – regulátor pri trvalej nenulovej hodnote poruchovej veličiny neustále zväčšuje riadiacu veličiny tak dlho, pokiaľ  $e(t)$  nie je nulová teda  $e(t)=0$ .

Prenos I - regulátora:

$$F(s) = \frac{1}{T_i s}$$



$T_i$  – časová integračná konšt.

**I regulátor** - akčná veličina je priamo úmerná integrálu regulačnej odchýlky  
**Výhoda** - dokáže úplne eliminovať regulačnú odchýlku  
**Nevýhody** - spomaľuje regulačný dej a zhoršuje stabilitu, wind-up efekt



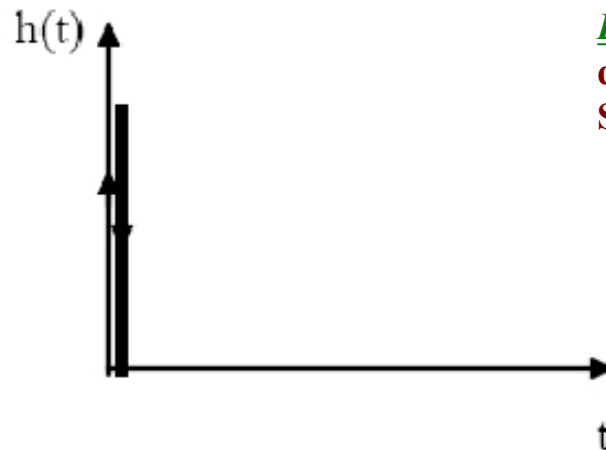
### 3. Derivačný algoritmus riadenia, derivačný D- regulátor

Regulátor reaguje iba na zmeny veľkosti regulačnej odchýlky. Uplatňuje sa v spojení s ostatnými typmi regulátorov, pretože pri konštantných hodnotách by vôbec nedochádzalo k regulačnému pochodu. Podstatné je jeho rýchle pôsobenie pri zmenách.

Prenos je:

$$F(s) = T_d s$$

$T_d$  – derivačná časová konšt.

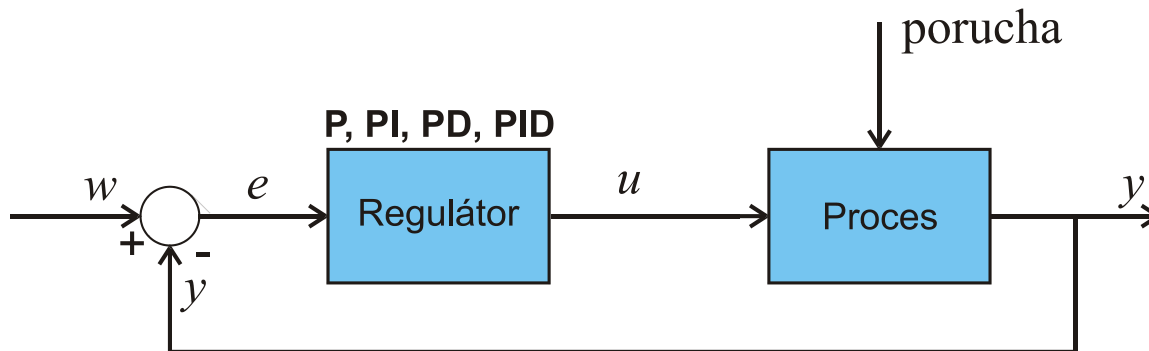


**D regulátor urýchľuje regulačný dej (predikcia), ale zosilňuje šum. Samostatne sa nikdy nevyskytuje**

# Jednoduchý regulačný obvod

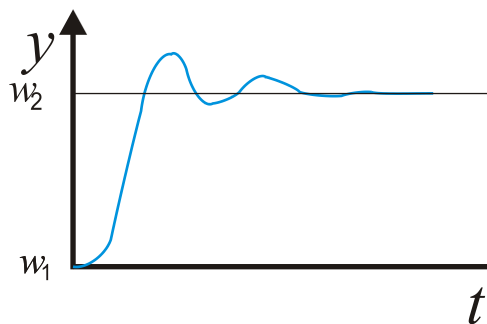
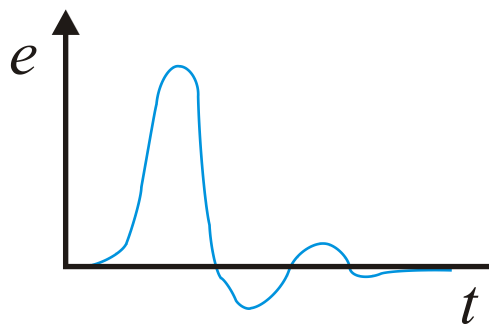
Ostatné spojité regulátory

Z PID (univerzálny, priemyselný) regulátora sa dajú vytvoriť vhodné samostatné kombinácie, napr. PD a PI regulátory. PI regulátor je po PID najčastejšie používaným riadiacim algoritmom.



Regulácia poruchy  
(regulačný pochod)

Zmena žiadanej hodnoty ( $w$ ),  
regulačný pochod  $w_1 \rightarrow w_2$

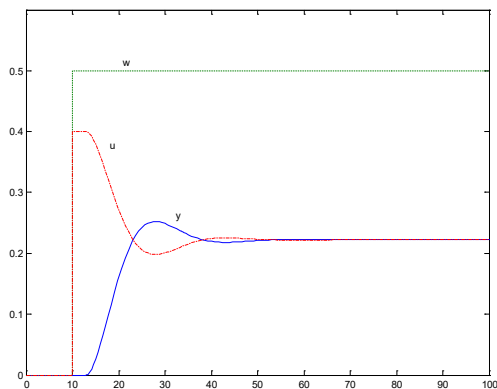


Základná rovnica PID  
regulátora

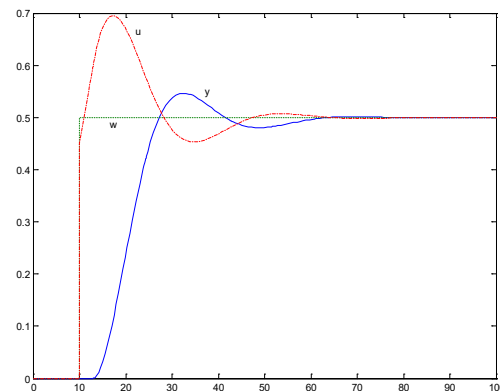
$$R(s) = P + I/s + D \cdot s$$

$$R(s) = K \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

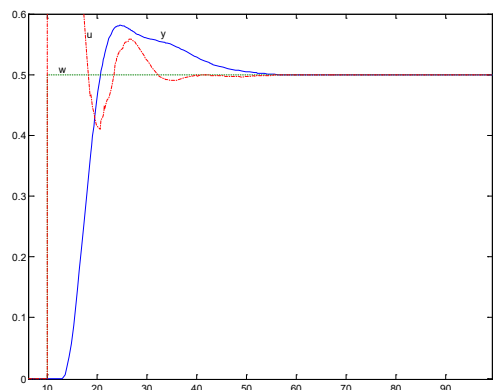
# Porovnanie kvality riadenia priemyselných regulátorov (*RiS –statický, štruktúra P, PI, PID*)



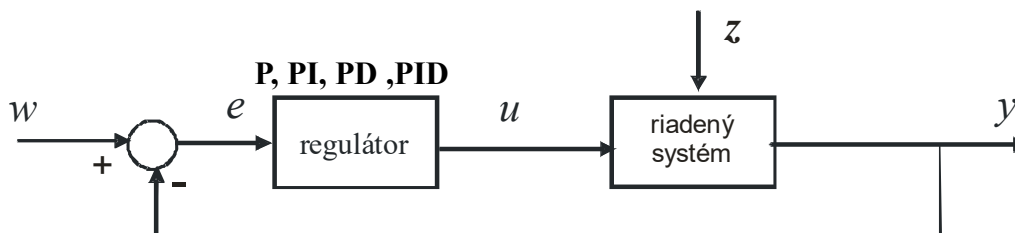
**P – reg.**



**PI – reg.**



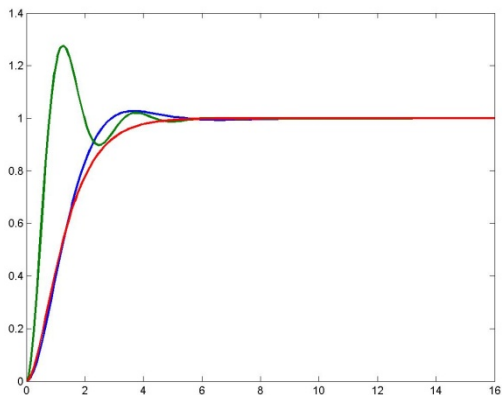
**PID – reg.**



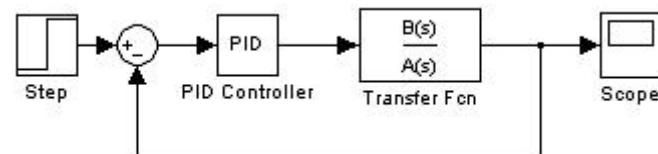
*Z - porucha*

**Spojité regulácia - regulačný pochod, riadená a akčná veličina**

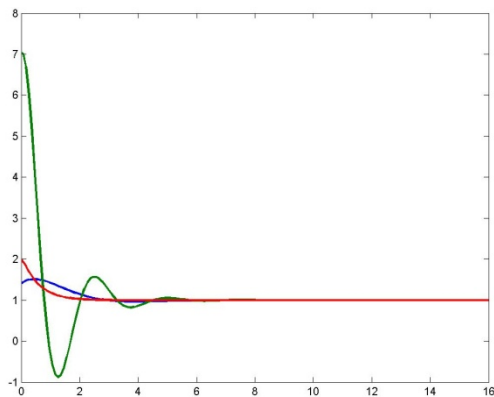
# Porovnanie kvality riadenia priemyselných regulátorov (*RiS* –statický, štruktúra PID, $K$ , $T_i$ , $T_d$ - rozmery)



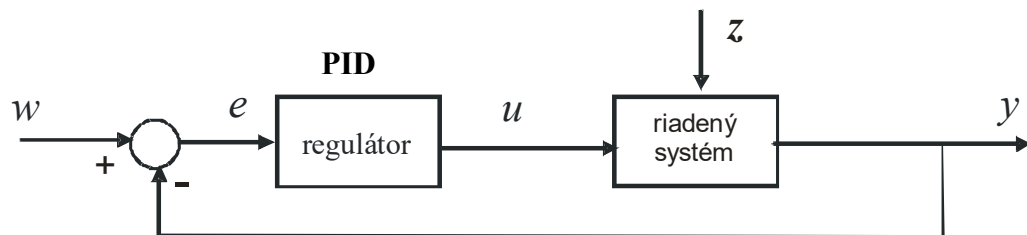
riadená veličina, rôzne parametre PID



**PID – reg.**



akčná veličina, rôzne parametre PID



Z – porucha

Príklad

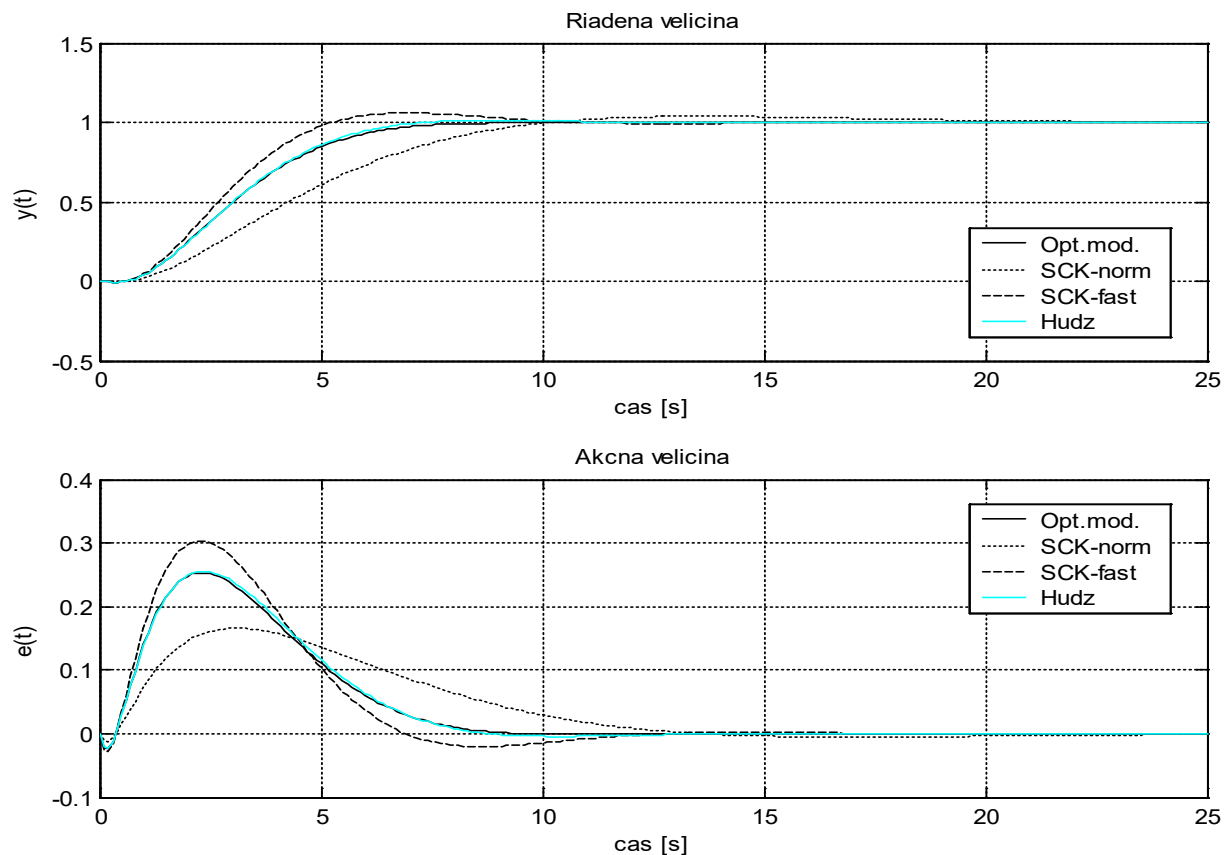
PID reg. matlab

**PID – reg.**

**Spojité regulácia - regulačný pochod, riadená a akčná veličina**

# PID – štruktúra a parametrizácia

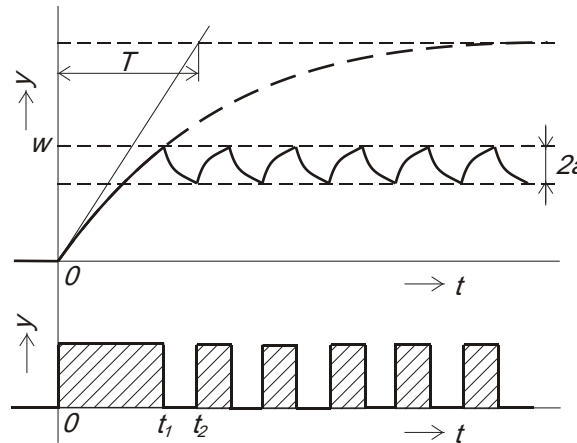
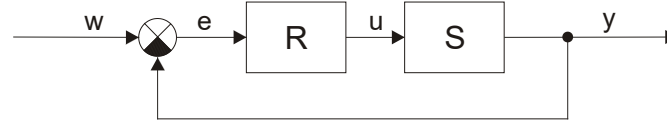
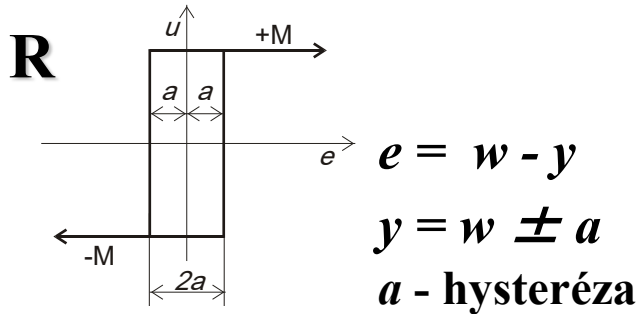
( $K$ ,  $T_i$ ,  $T_d$  - rozmery)



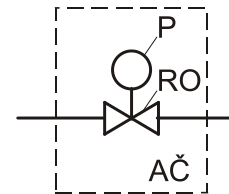
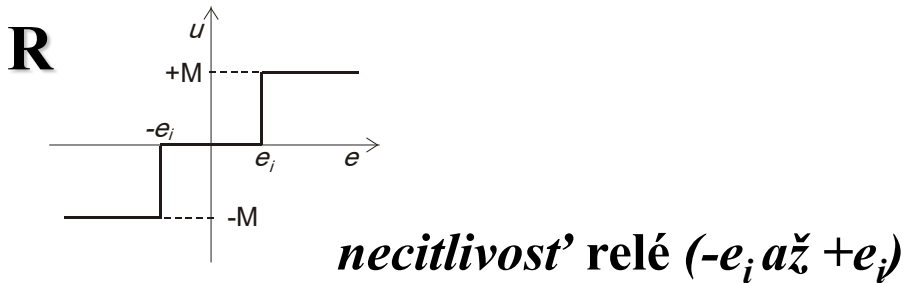
**Spojité regulácia - regulačný pochod, riadená a akčná veličina**

# Druhy riadenia

## Diskrétne **Nespojité** **polohové - dvojpolohové** (statické AČ – napr. el. špirála)



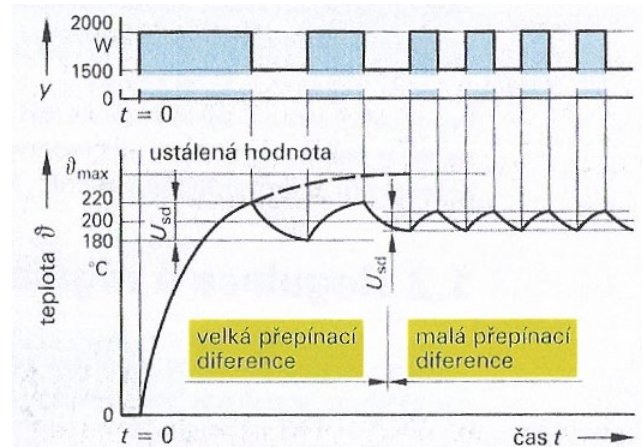
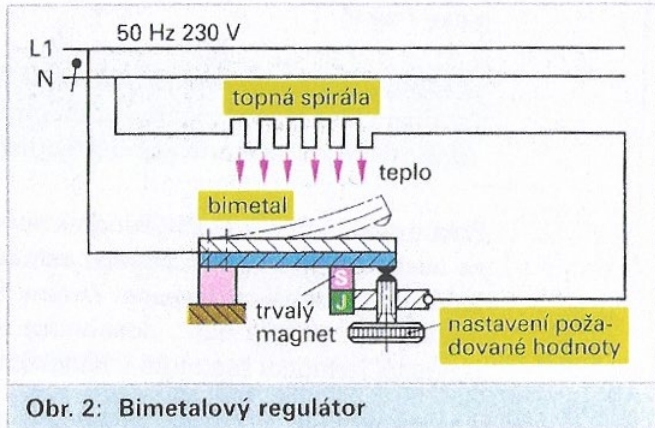
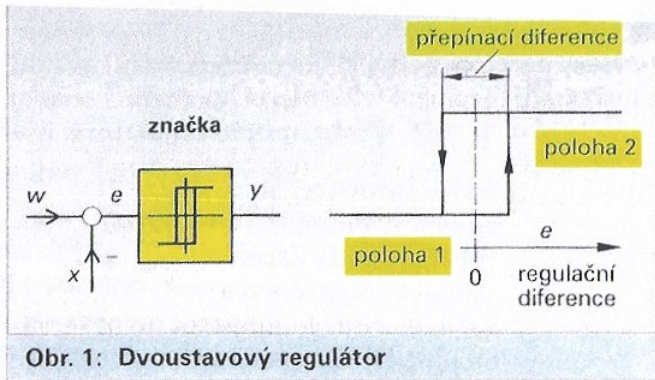
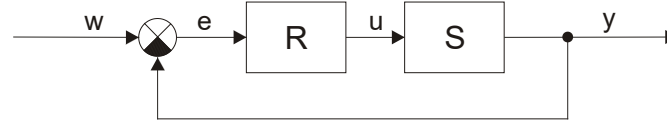
## Polohové: **trojpolohové** (AČ s el. pohonom)



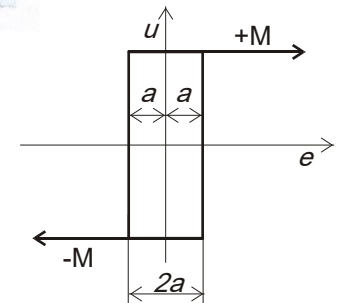
*Ovládanie pohonu – el. mot.*

# Druhy riadenia

**Polohové: dvojpohové**  
(statické AČ – napr. el. špirála)

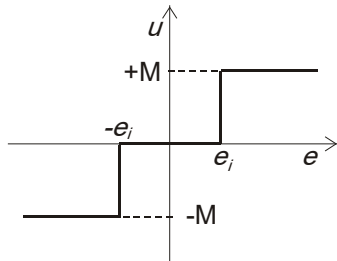


***R – nelineárny regulátor,  
dvojpohové relé  
a - hysteréza***

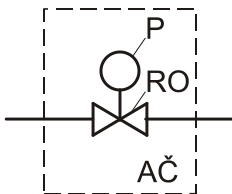


# Druhy riadenia

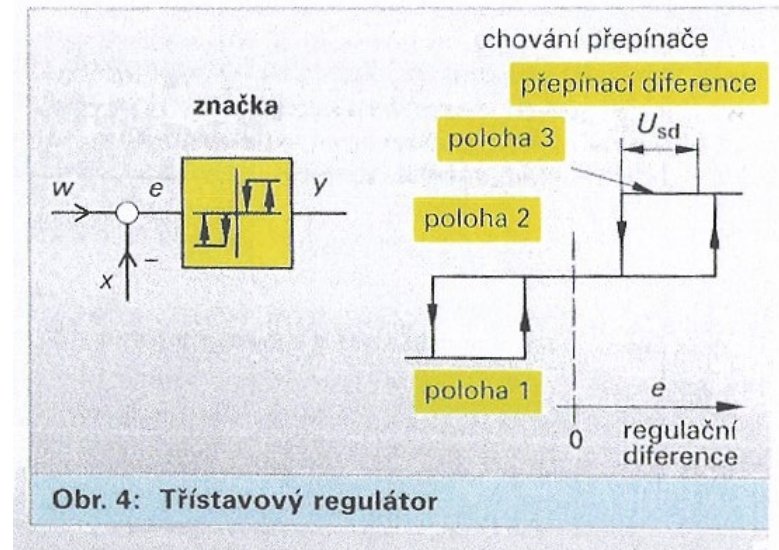
**Polohové: trojpolohové**  
(AČ s el. pohonom)



*necitlivosť relé ( $-e_i$  až  $+e_i$ )*  
*hysteréza relé (poloha 1 a 3)*



*Ovládanie pohonu – el. mot.*



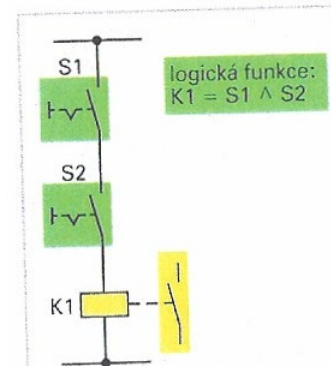


# Druhy riadenia

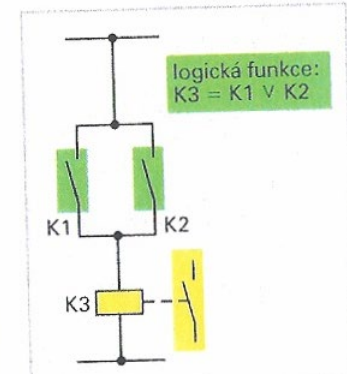
**Logické riadenie (reléová riad. a PLC?)** – podľa spôsobu spracovania binárnych vstupov a vnútorných stavov na binárne výstupy sa logické obvody (realizujúce logické riadenie) delia na **kombinačné** a **sekvenčné**

**Logické riadenie – logické funkcie, príklady:**

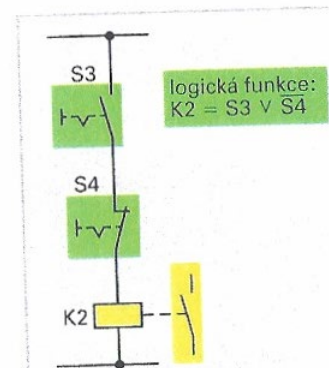
Elektrické blokovanie pomocou rozpínacieho kontaktu K2 vo vetve pre K1 a rozpínacieho kontaktu K1 vo vetve pre K2. Ak je aktivované relé K1, je prerušená vetva napájacej cievky K2 a opačne. (pozri obr.2.4 d).



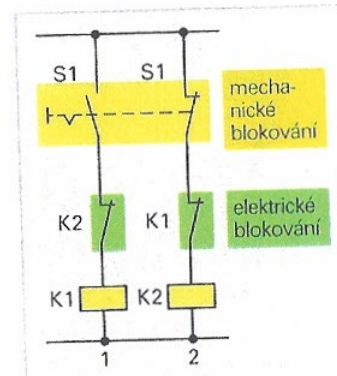
Obr. 2: Logický součin AND



Obr. 3: Logický součet OR



Obr. 4: Logický součin s negací jednoho operandu



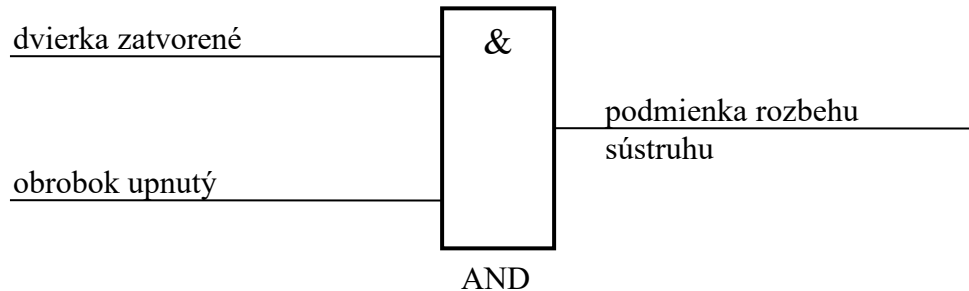
Obr. 5: Blokování současného sepnutí obou relé

## Druhy riadenia

**Logické riadenie (reléová reg. a PLC?)** – podľa spôsobu spracovania binárnych vstupov na binárne výstupy sa logické obvody (realizujúce logické riadenie) delia na **kombinačné** (bez pamäti, spätnej väzby) a **sekvenčné** (s pamäťou alebo spätnou väzbou)

**Logické riadenie – kombinačné:**

**Štart sústruhu**

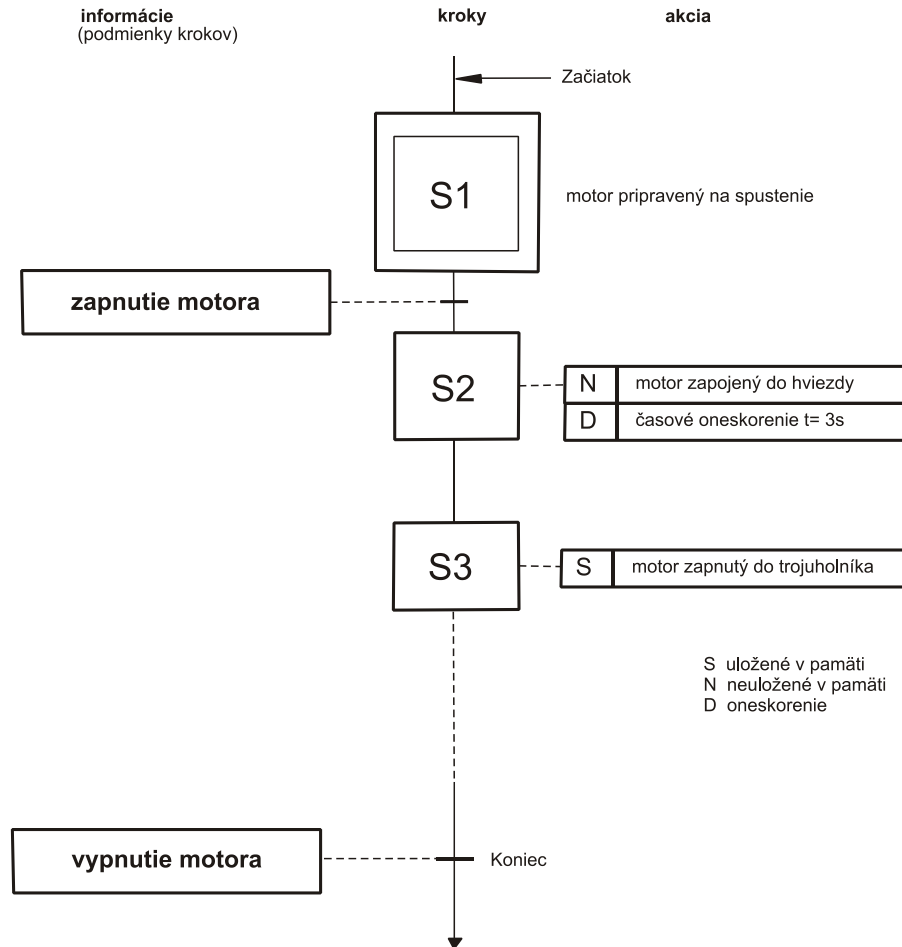


**Výstupy** kombinačnej logickej riadiacej jednotky predstavujú (neoneskorené, priame) logické funkcie reprezentujúce okamžité hodnoty **logických vstupov**

# Druhy riadenia

Logické riadenie – sekvenčné, rozbeh „veľkého“ el. motora (hviezda/trojuh.):

*PLC- prog.  
sekvencia*



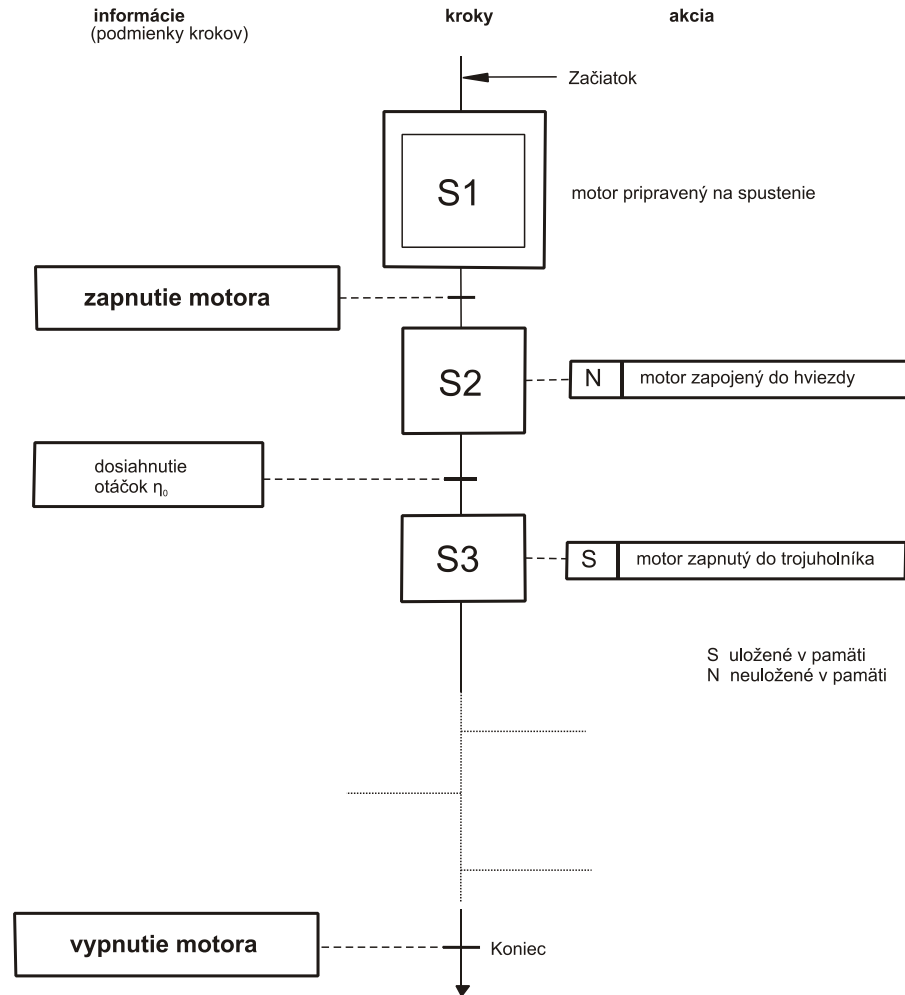
**T3 – spustenie a  
zastavenie el. motora**

**Bloková funkčná schéma časovo riadeného spúšťania motora (LR s pamäťou)**

# Druhy riadenia

Logické riadenie – sekvenčné, rozbeh „veľkého“ el. motora (hviezda/trojuh.):

*PLC- prog.  
sekvencia*



**Bloková funkčná schéma časovo riadeného spúšťania motora (LR - spät. väz.)**

# Grafické značky v schémach AUT podľa STN ISO 3511 (1995)

Súčasť každého projektu v oblasti merania a riadenia (MaR) predstavuje príslušná **projektová dokumentácia**, dôležitá úloha v dokumentácii – *schémy AUT*, grafický a prehľadne zobrazujú a charakterizujú **funkcie a prvky RS**.

Schémy AUT *merania a riadenia* s **normalizovanými grafickými značkami** - univerzálny dorozumievajúci prostriedok pri projektovaní, výrobe, montáži a prevádzke automatizačných technických prostriedkov výrobných procesov.

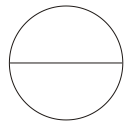
**Graf. značky pre elektrot. zariadenia – IEC 617**

# Grafické značky v schémach AUT podľa STN ISO 3511

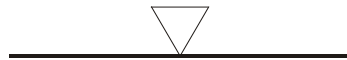
Znázornenie funkcií *merania a riadenia* normalizovanými grafickými značkami - univerzálny dorozumievajúci prostriedok pri projektovaní, výrobe, montáži a prevádzke automatizačných technických prostriedkov výrobných procesov

## Označovanie podľa normy STN ISO 3511-1, základné značky

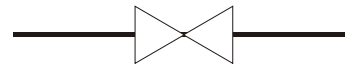
Predmetom tejto normy je sústava základných grafických značiek, ktoré vyjadrujú *meracie a riadiace funkcie* vzťahnuté na automatizované výrobné zariadenia, výrobnú technológiu



Prístroj



Všeobecný RO

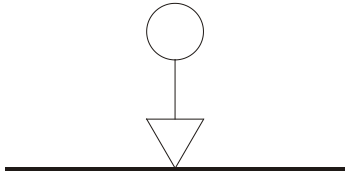


RO - ventil

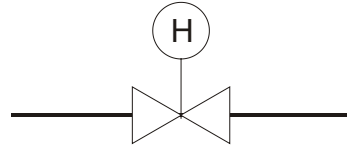


Automatický pohon  
RO

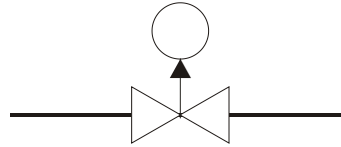
# Akčný člen (AČ) a jeho funkcie



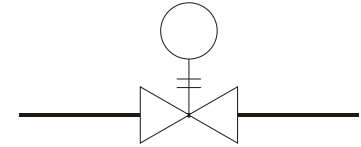
Všeobecná  
značka



AČ s  
automatickým a  
ručným ovládaním



RO sa otvára  
výpadok energie



RO zostáva  
výpadok energie

**Funkcia prístroja** sa označuje písmenkovým kódom, ktorý sa vpisuje do krúžku (znak prístroja)

Písmenkový kód je charakterizovaný štruktúrou (**klúč značenia!!!**):

**Prvé písmeno zľava** označuje **meranú alebo riadenú veličinu** podľa tab.x.1, stĺpec 2, **d'alsie písmená** sa vyberú podľa stĺpca 4 a usporiadajú podľa vzoru

**IRCTQSA**. Ak sa vyžaduje označenie **MAXIMUM** alebo **MINIMUM**, môžu sa použiť písmená H alebo L, ktoré sa umiestnia **vedľa značky prístroja**

# Tabuľka písmenkového kódu

1	2	3	4
Prvé písmeno			Nasledujúce písmeno
	Meraná alebo riadená veličina	Prídavné písmeno	Zobrazovacie alebo výstupné funkcie
A			Signalizácia <b>x</b>
B			
C			Regulácia <b>x</b>
D	Hustota <b>x</b> ( <i>Density</i> )	Rozdiel	
E	Všetky elektrické veličiny		
F	Prietok <b>x</b> ( <i>Flow</i> )	Pomer	
G	Meranie, poloha alebo dĺžka		
H	Ručné ovládanie (ručné spúšťanie) <b>x</b>		
I			Ukazovanie <b>x</b>
J		Snímanie	
K	Čas alebo časový program		
L	Hladina <b>x</b> ( <i>Level</i> )		
M	Vlhkosť <b>x</b> ( <i>Moisture</i> )		
N	Voliteľná užívateľom		Voliteľná užívateľom



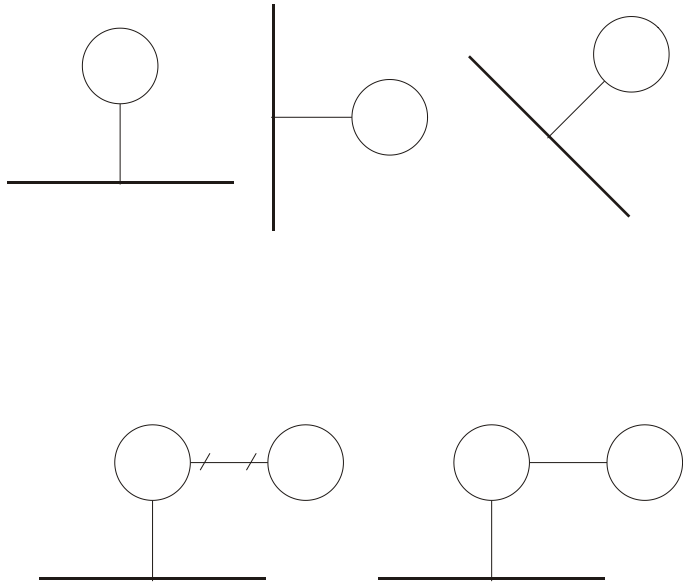
# Tabuľka písmenkového kódu

1	2	3	4
Prvé písmeno			Nasledujúce písmeno
	Meraná alebo riadená veličina	Prídavné písmeno	Zobrazovacie alebo výstupné funkcie
O	Voliteľná užívateľom		
P	Tlak alebo vákuum <b>x</b> ( <i>Pressure</i> )		
Q	Kvalita – napr. Analýza Koncentrácia Vodivosť	Integrácia alebo sčítanie	Integrovanie alebo Sumácia <b>x</b>
R	Rádioaktívne žiarenie		Zapisovanie <b>x</b>
S	Rýchlosť alebo frekvencia <b>x</b> ( <i>Speed</i> )		Zopínanie
T	Teplota <b>x</b> ( <i>Temperature</i> )		Vysielanie <b>x</b>
U	Niekoľko veličín <b>x</b>		
V	Viskozita		
W	Ťahová sila alebo sila		
X	Ostatné veličiny		
Y	Voliteľná užívateľom		
Z			Núdzové alebo zabezpečovacie funkcie <b>x</b>

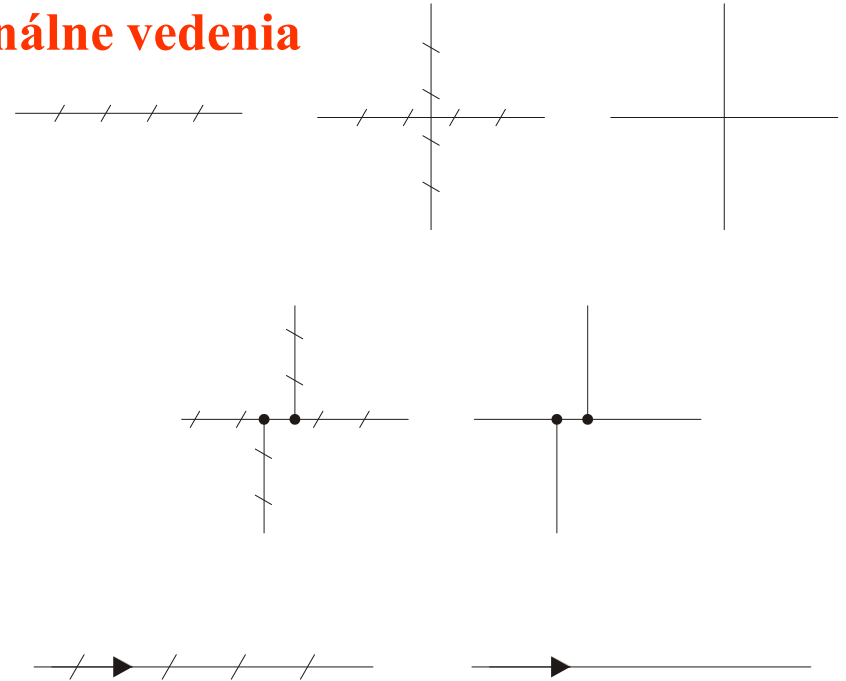
# Druhy čiar a spájanie značiek

druhy čiar podľa *ISO 128-Technické výkresy*, *hrubé čiar* - znázornenie *výrobnej technológie* alebo *technologického potrubia*, *prístroj AUT* sa k k *technológii* pripája *neprerušovanou tenkou čiarou*

## Príklady: technológia, značka



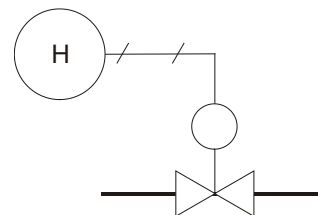
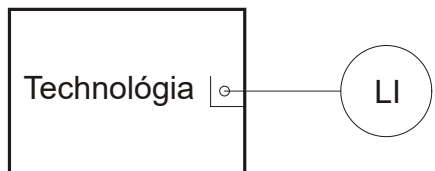
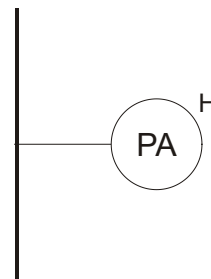
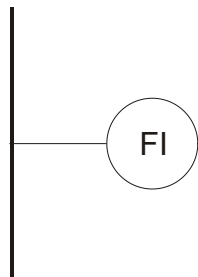
## Signálne vedenia



**Príklady označenia:  
PZA, LIT, FRCQ**

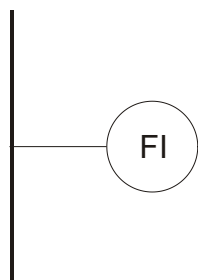
# Príklady použitia značiek

*Automatizačné prístroje na indikáciu, zapisovanie a signalizáciu*

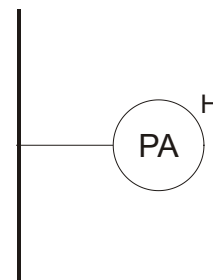


# Príklady použitia značiek

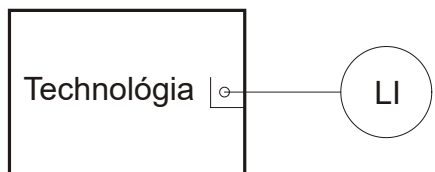
## *Automatizačné prístroje na indikáciu, zapisovanie a signalizáciu*



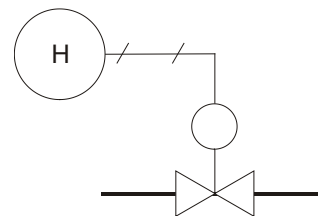
**Prístroj v miestnej prevádzke –  
meranie prietoku**



**Prístroj umiestený v prevádzke –  
signalizácia max. tlaku (**H,L**)**



**Meranie výšky hladiny v prevádzke,  
priamo na technológii,  
meracie miesto je vo vnútri technológie**

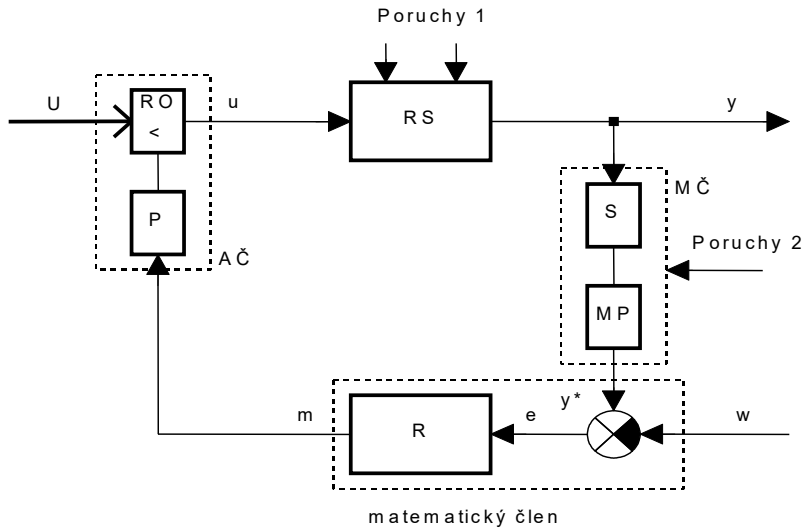


**Diaľkové ovládanie  
RO**

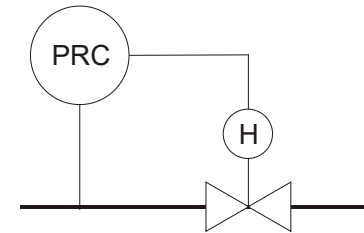
# Jednoduchý reg. obvod

## *schéma a jeho grafická značka*

Grafické značky v AUT

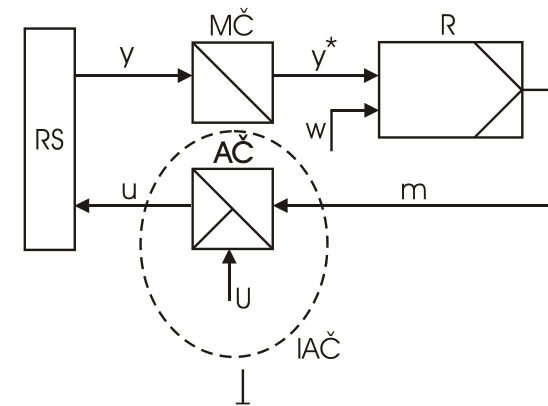


3511-1 →



- |                       |  |
|-----------------------|--|
| RS - riadená sústava  | y - riadená veličina                             |
| MČ - merací člen      | y* - odozva meracieho člena                      |
| S - snímač            | w - žiadaná (riadiaca) veličina                  |
| MP - merací prevodník | e - regulačná odchýlka                           |
| R - regulátor         | m - opravná veličina                             |
| P - pohon             | u - akčná veličina                               |
| RO - regulačný orgán  | U - zdroj energie                                |
| AČ - akčný člen       | Poruchy 1 - poruchy v riadenej sústave           |
|                       | Poruchy 2 - poruchy v meracom člene (nepresnosť) |

3511-3 →



## Bloková schéma v AUT

## Šturcel, Drahoš

- Vymedzenie predmetu disciplíny. Riadiace systémy výrobných, mechatronických a automobilových zariadení (VMaZ), ich funkcie, štruktúry, prvky a podsystémy na rôznych úrovniach, systémy sledovania riadených procesov. *Stručné opakovanie z SSA* → Informačný podsystém v AUT a SaMS. Analógový merací kanál → snímač, merací prevodník, merací člen a kanál; výstupné signály, ich prenos a vetvenie signálov. Číslicový merací kanál, úplný AD prevodník. Metrologické a prevádzkové vlastnosti jednotlivých prvkov a celého meracieho kanálu MS.
- Meracie členy neelektrických procesných veličín (klasické a mikro) : teplota, mechanické veličiny: tlak, sila, krútiaci moment; *prietok kvapalín a plynov; poloha, vzdialenosť, rozmer, rýchlosť, zrýchlenie, vlhkosť plynov a tuhých látok* → *už čiastočne bolo*
- AUT a SaMS → funkcie a vlastnosti regulátorov (R), mikropočítačová univerzálna jednotka, riadiace algoritmy, vstupy, výstupy
- AUT a SaMS → akčné členy (AČ) neelektrických veličín vo výrobnom procese, tekutinové energetické obvody, konštrukčné usporiadania a pohony v AČ, druhy regulačných orgánov (RO).
- AUT a SaMS → inteligentná automatizácia, vnorené (embedded) systémy, inteligentné meracie a akčné členy.
- *Zbernice Profibus DP a Profibus PA vlastnosti a aplikačné oblasti. Priemyselné komunikačné systémy na báze Ethernetu (prehľad). Reálny čas (RT) a isochrónny reálny čas (iRT) pre riadenie priemyselných procesov so systémom Profinet. (doc. Drahoš)*

•

**Charakteristika predmetu:** 1.roč. IŠ štúdia, št. prog. *Aplikovaná mechatronika*, predmet *Senzory a mikrosystémy*, 3/2, ZS, s/z

**Aktéri:** prof. Tvarožek, *KME* - garant

Šturcel, Drahoš (*P, CV; D 515, D512*) – *ÚAM*

*P* - streda, 13.00, C802;

*Cv* – Drahoš – *ÚRPI*

*Cv* – D520, prvých šesť + 7. až 9. SAV.

**Organizácia (ÚRPI) :**

*Prednášky* : prednes kombinovaný, tj. dataprojektor, tabuľa-krieda, riadený dialóg (čas, prestávky?)

*Cvičenia (ÚRPI) : D520, D521, učebňa Siemens → D 422*

*Priebežná kontrola vedomostí* : test 1x v rámci cvičení

*Skúška* : 60/30 bodov, (*Cv* - max. Y/Xb.) **Drahoš**

*Internet*: <http://ap.urpi.fei.stuba.sk/> – SaMS , *šk.r. 13*

*Literatúra (Šturcel)*: odborné periodika, doporučená -*na ďalšej fólii!!!*