

Riadiace systémy

Pyramída automatizácie



Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



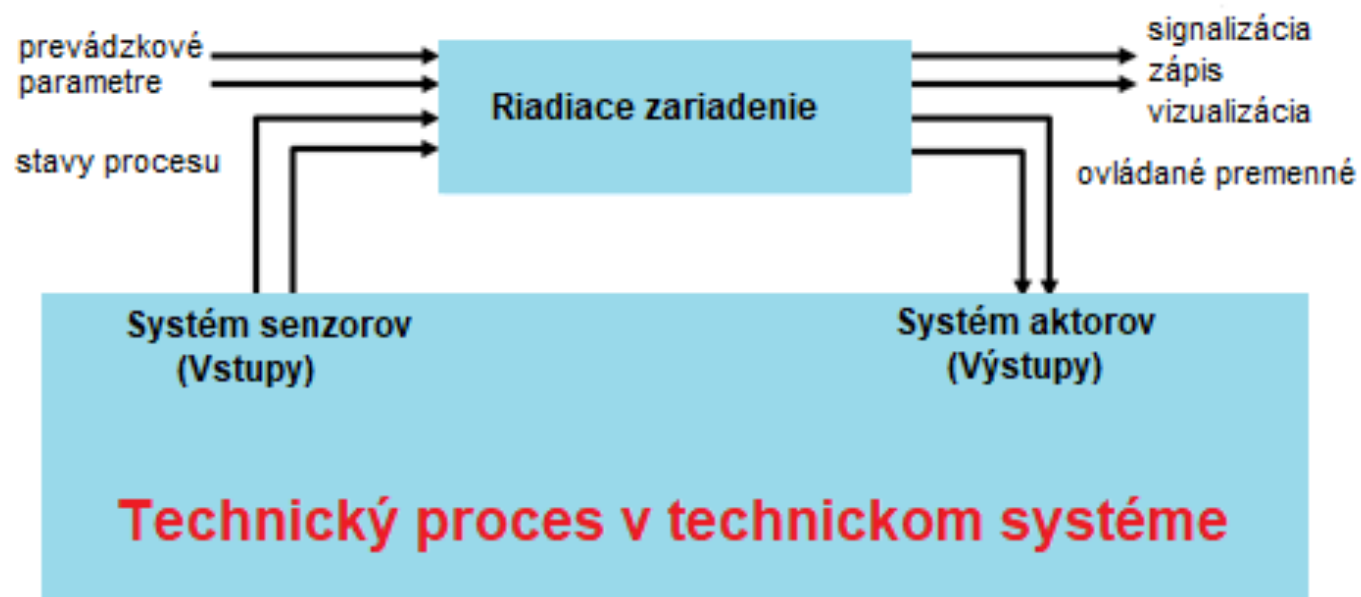
SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



Ovládanie s otvorenou a uzavretou slučkou

Automatizácia budov = Automatizácia postupov a procesov v budovách

- Musí byť známy stav technického procesu
- Zásah do technického procesu musí byť možný



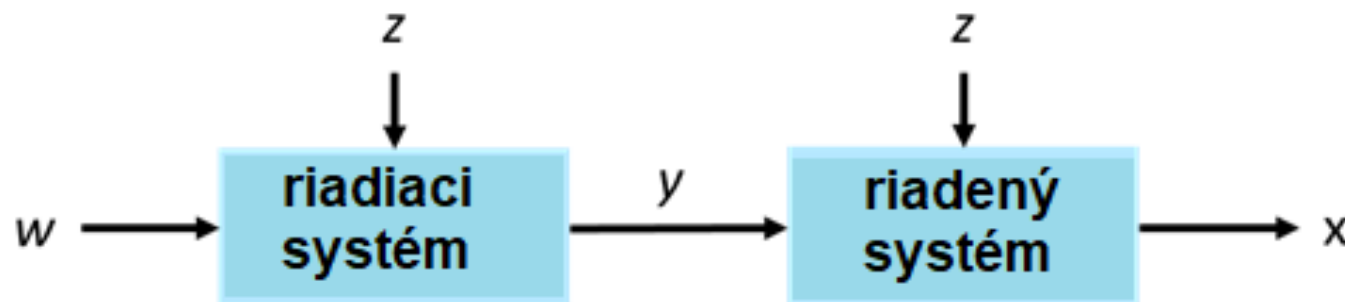
Ovládanie s otvorenou slučkou

Podľa IEC 60050-351

Ovládanie s otvorenou slučkou :

" Proces, pri ktorom jedna alebo viac premenných veličín ako vstupných premenných ovplyvňuje iné premenné veličiny ako výstupné premenné v súlade so správnymi zákonmi systému.

Poznámka 1 k heslu: Pre riadenie s otvorenou slučkou je charakteristická cesta s otvorenou činnosťou alebo v ceste s uzavretou činnosťou skutočnosť, že výstupné premenné, ktoré sú ovplyvňované vstupnými premennými, neovplyvňujú kontinuálne alebo sekvenčne samy seba a nie tie isté vstupné premenné." [IEC 60050-351:2006]



w	<i>referenčná premenná</i>
y	<i>ovládaná premenná</i>
x	<i>riadená premenná</i>
z	<i>poruchová premenná</i>

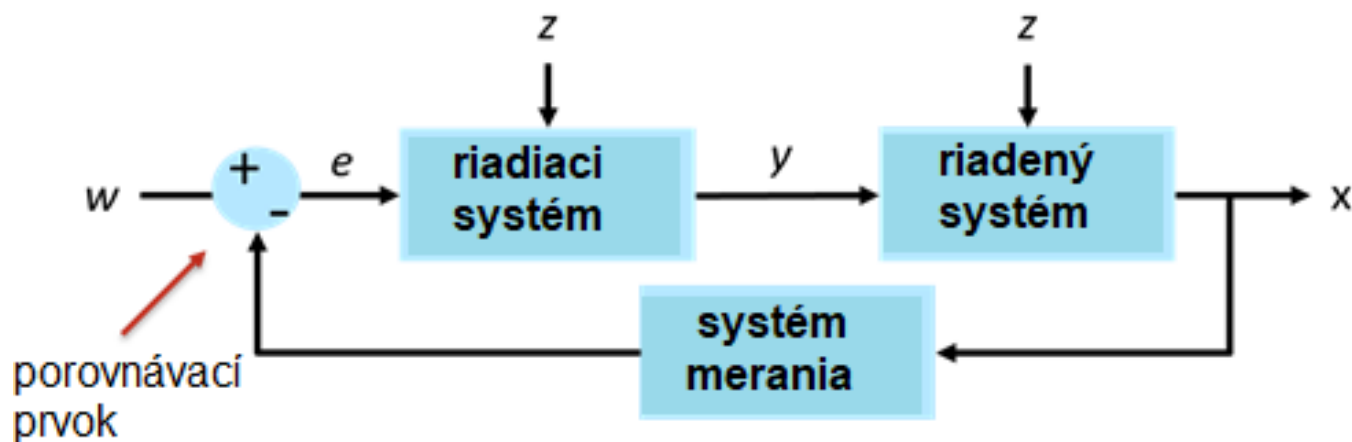
Ovládanie s uzavretou slučkou

Podľa IEC 60050-351

Ovládanie v uzavretej slučke :

" Proces, pri ktorom sa jedna premenná veličina, menovite regulovaná veličina, kontinuálne alebo postupne meria, porovnáva s inou premennou veličinou, menovite referenčnou veličinou, a ovplyvňuje sa tak, aby sa prispôsobila referenčnej veličine.

Poznámka k heslu: Pre reguláciu s uzavretou slučkou je charakteristická uzavretá činnosť, pri ktorej sa regulovaná veličina nepretržite alebo postupne ovplyvňuje v dráhe činnosti uzavretej slučky." [IEC 60050-351:2006]



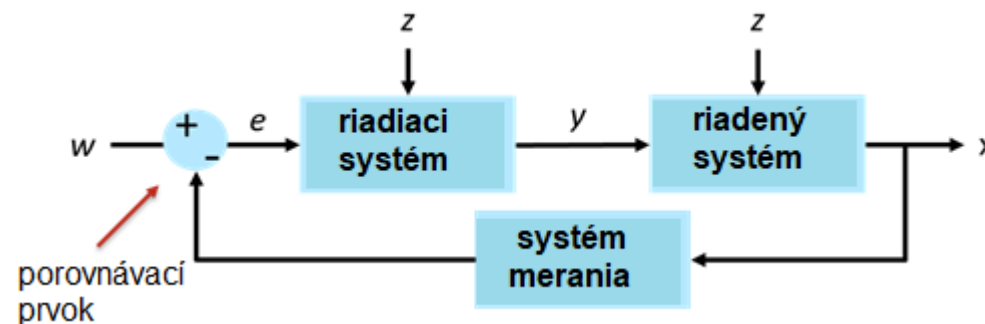
w	referenčná premenná
y	ovládaná premenná
x	riadená premenná
z	poruchová premenná
e	regulačná rozdielová premenná

Ovládanie s uzavretou slučkou

Podľa IEC 60050-351

- Riadiaci a riadený systém :
 - Riadiaci systém = ovládač + pohon
 - Riadený systém = funkčná jednotka, ktorá má byť ovplyvňovaná podľa úlohy riadenia
- Ak je bezpodmienečne nutné zaznamenať vonkajšie vplyvy, zvolí sa pre automatizáciu procesu uzavretý riadiaci systém
- Proces, v ktorom sa regulovaná veličina x (skutočná hodnota) nepretržite zaznamenáva a porovnáva s referenčnou veličinou w (požadovaná hodnota).
- Po porovnaní regulovanej veličiny x a referenčnej veličiny w regulátor aplikuje ovládanú veličinu y (výstupná veličina) na regulovaný systém.
- Nepretržité sledovanie/meranie regulovanej veličiny x

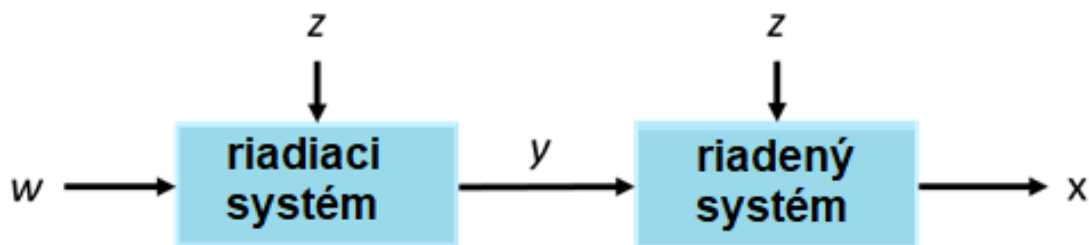
→ uzavretá slučka!



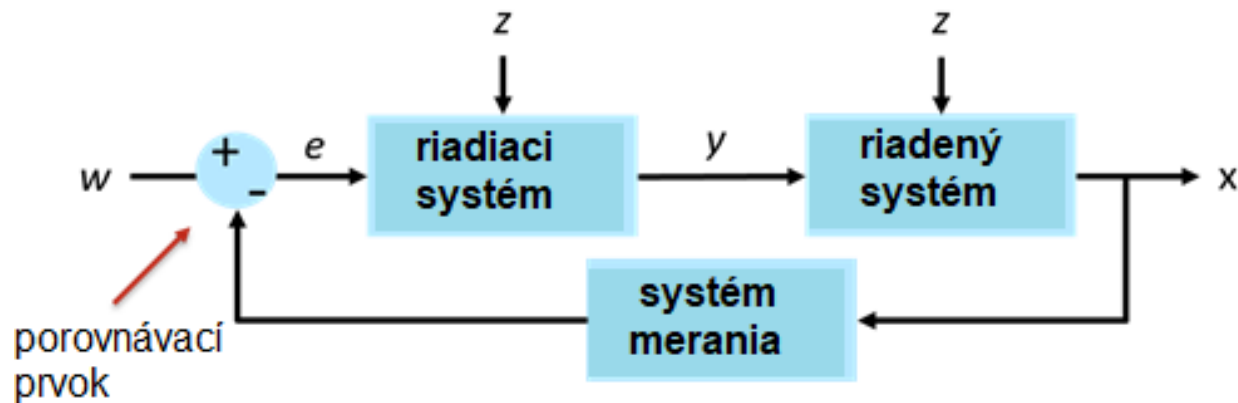
Systémy riadenia

Ovládanie s otvorenou a uzavretou slučkou

Riadiaci systém s otvorenou slučkou



Riadiaci systém s uzavretou slučkou



w	referenčná premenná
y	ovládaná premenná
x	riadená premenná
z	poruchová premenná
e	regulačná rozdielová premenná

Ovládanie s otvorenou a uzavretou slučkou

Príklad

Otvorená slučka :

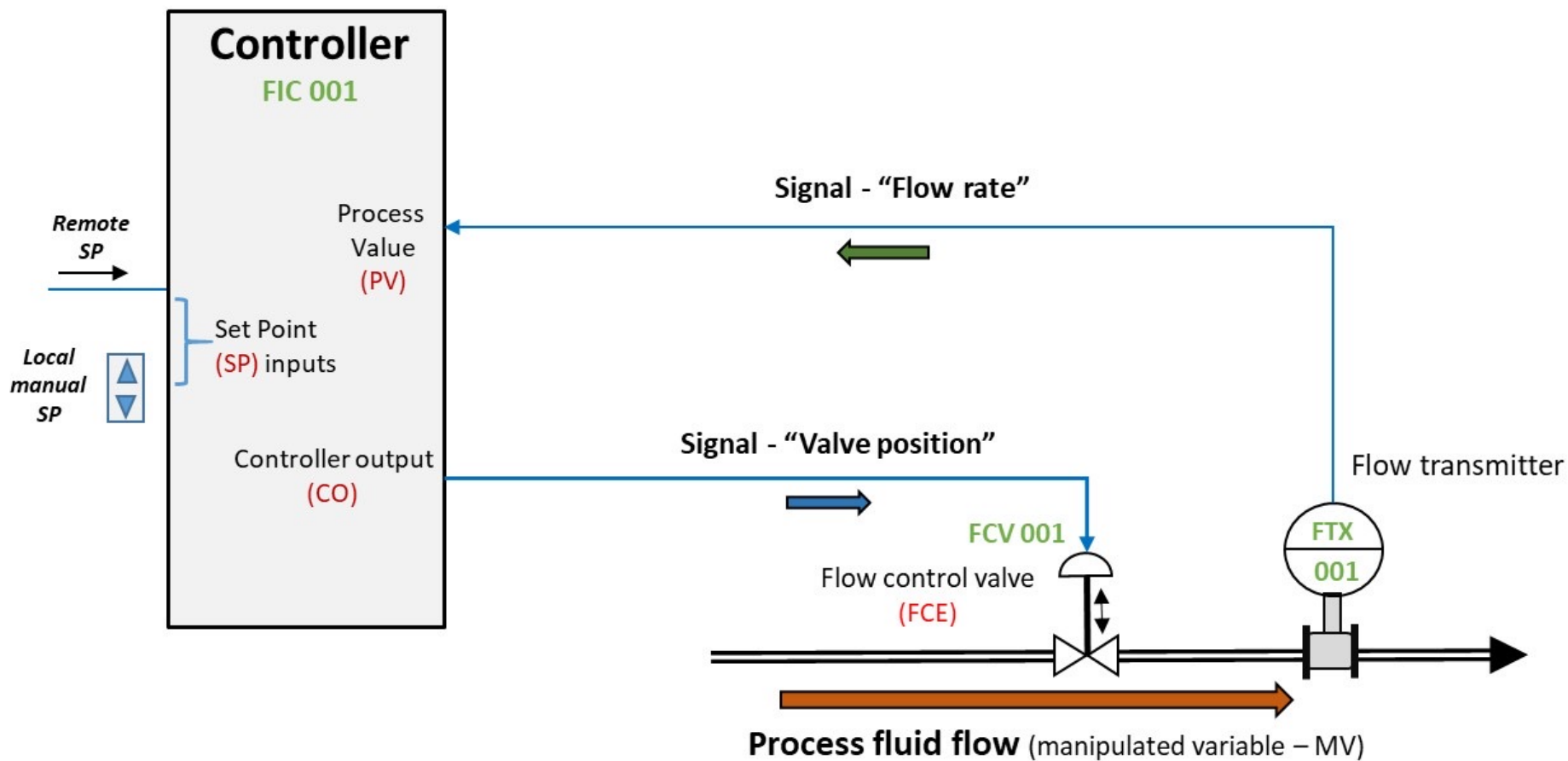
- Kotel ústredného vykurovania riadený iba časovým spínačom, takže teplo je aplikované po konštantnú dobu bez ohľadu na teplotu objektu.
- Ovládanie žalúzií s externým snímačom jasů.

Uzavretá slučka :

- Kotel ústredného vykurovania vrátane termostatu na porovnanie teploty budovy s teplotou nastavenou na termostate. Toto generuje výstup regulátora na udržiavanie budovy na požadovanej teplote zapínaním a vypínaním kotla.
- Konštantná regulácia svetla s vnútorným senzorom jasů.

Ovládanie s otvorenou a uzavretou slučkou

Príklad pre riadenie s uzavretou slučkou

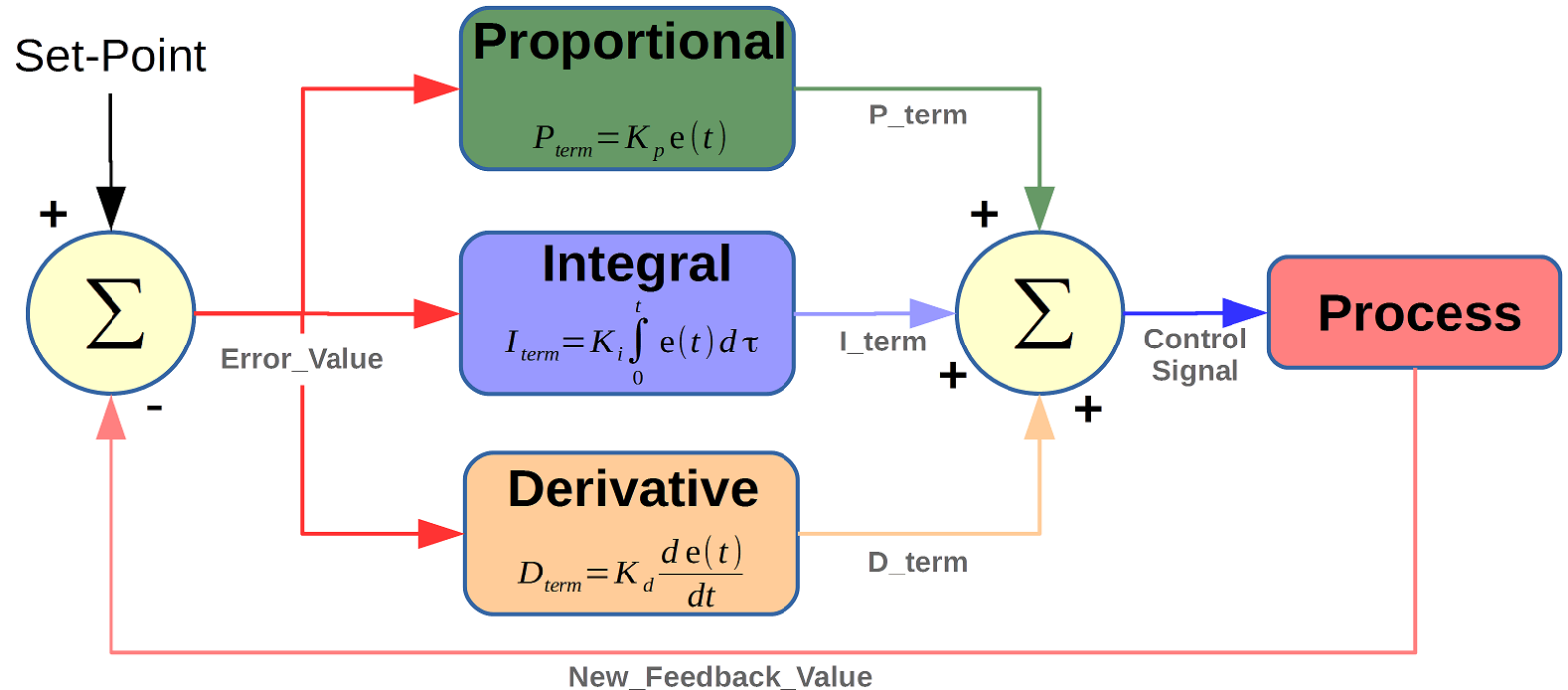


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industrial_control_loop.jpg#/media/File:Industrial_control_loop.jpg

Ovládanie s otvorenou a uzavretou slučkou

PID regulácia

- Riadiace vlastnosti regulátora sú definované nastaveniami P, I a D
 - P → proporcionálna zložka
 - I → integračná zložka
 - D → derivačná zložka
- Zvyčajne sa používajú iba PI regulátory
- Matematicky veľmi zložité!
- Úprava väčšinou prostredníctvom zaznamenávania trendov
- Simulačné nástroje: napr. Matlab alebo Ltspice



Systémy riadenia

Prevádzkové režimy

Prevádzkové režimy okrem automatickej prevádzky :

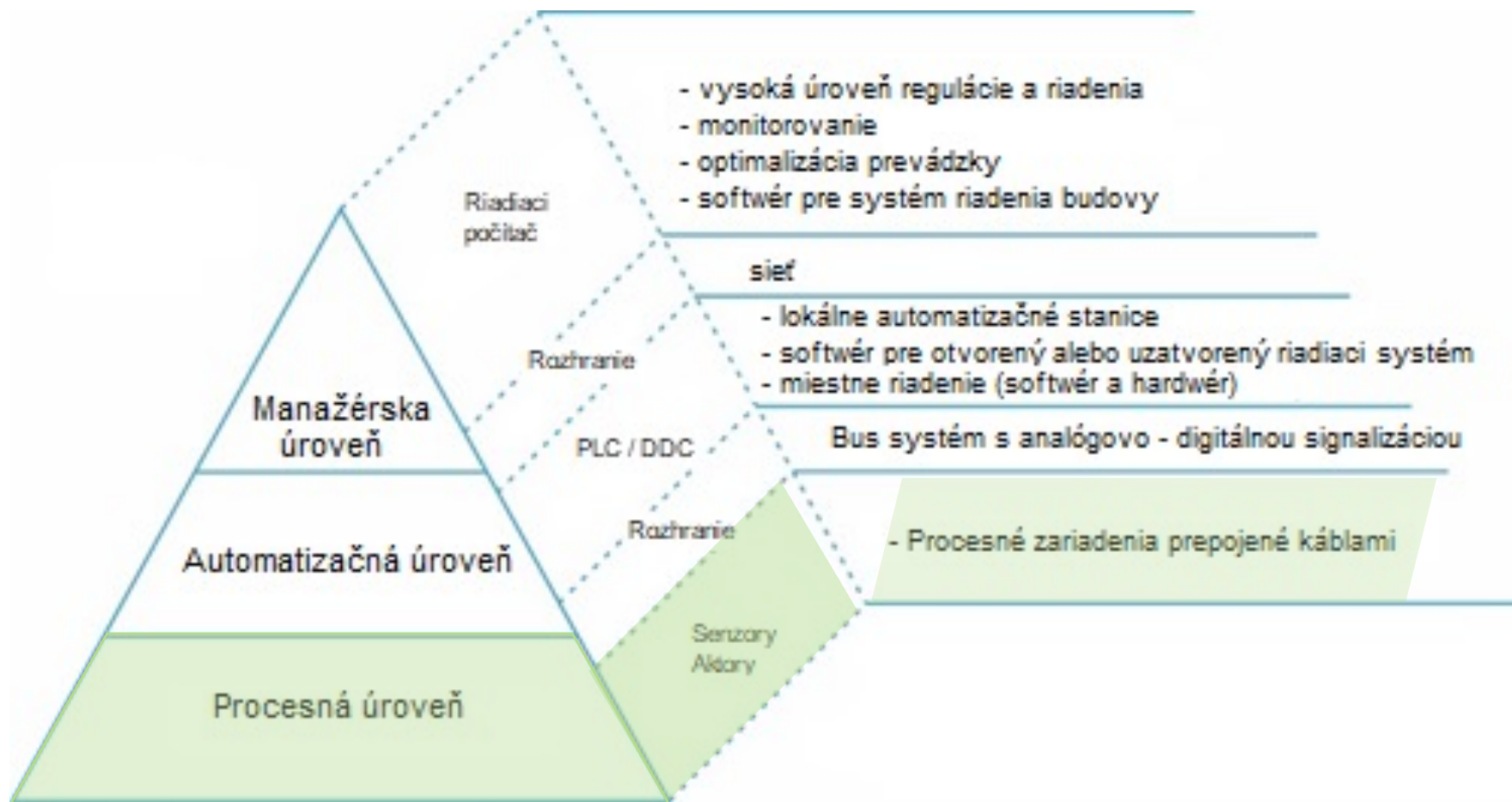
- **manuálna obsluha:** spĺňa minimálne požiadavky na obsluhu a signalizáciu na mieste
- **miestna prioritná prevádzka:** priamy zásah do technického závodu. Slúži výhradne na udržiavanie núdzovej prevádzky
- **prevádzka na mieste:** priamy zásah do technického zariadenia cez rozvodňu

- Miestna prioritná prevádzka je čiastočne nákladná
- Závisí od obsluhujúceho personálu
- Manuálna prevádzka často nie je energeticky účinná!



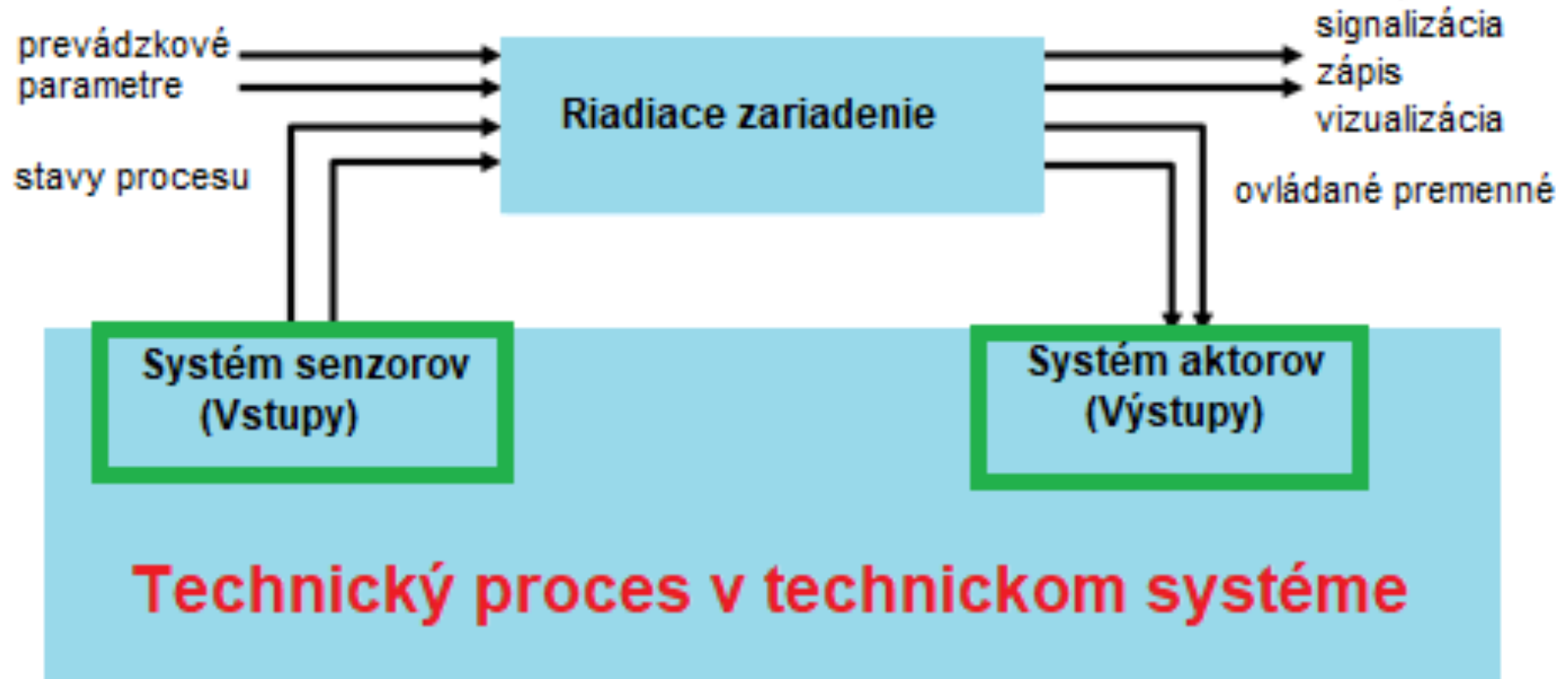
Automatizácia - Pyramída automatizácie budov

Procesná úroveň



Pyramída automatizácie – procesná úroveň

Senzory a aktory



Pyramída automatizácie – procesná úroveň

Senzory a aktory

Senzory:

- Meranie prevažne fyzikálnych (meracích-) premenných
- Prevod fyzikálnych veličín na elektrické signály

Rozlišujú sa :

- Binárne sensory
- Analogové senzory

Senzory generujú vstupné signály v procese automatizácie

Pyramída automatizácie – procesná úroveň

Senzory a aktory

Aktory:

- Premena elektrických signálov na fyzikálne veličiny alebo mechanické pohyby

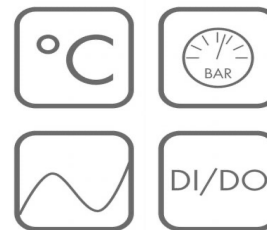
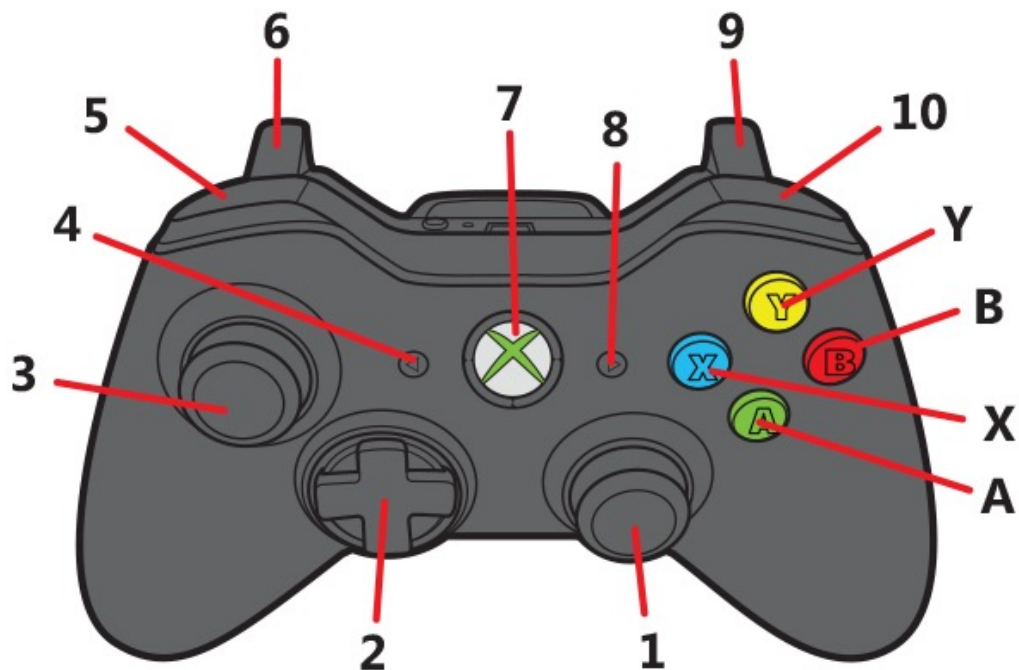
Rozlišujú sa:

- Binárne aktory
- Analógové aktory

Výstupné signály generované procesom automatizácie sú konvertované aktormi v systéme

Procesná úroveň – Senzory a aktory

Analógové a digitálne signály



Analógové a digitálne
signály

Digital: 2, 4, 8, Y, B, X, A
Analog: 1, 3, 6, 9

Procesná úroveň – Senzory a aktory

Analógové a digitálne signály

Definícia: Ak je signál hodnotovo a časovo spojitý, nazýva sa **analógový signál**. Takéto signály nepretržite predstavujú nepretržitý proces. Príkladmi sú reč, hudba, obraz a meracie signály.

Definícia: Digitálny signál je vždy diskretný v hodnote a čase (a správa, ktorú obsahuje, pozostáva zo symbolov definovanej sady symbolov). Môže to byť napríklad vzorkovaný a kvantovaný (a v určitej forme zakódovaný) rečový, hudobný alebo obrazový signál.

Inštruktážne video z TU Mníchov :

[https://www.intwww.de/Analoge_und_digitale_Signale_\(Lernvideo\)](https://www.intwww.de/Analoge_und_digitale_Signale_(Lernvideo))

Procesná úroveň – Senzory a aktory

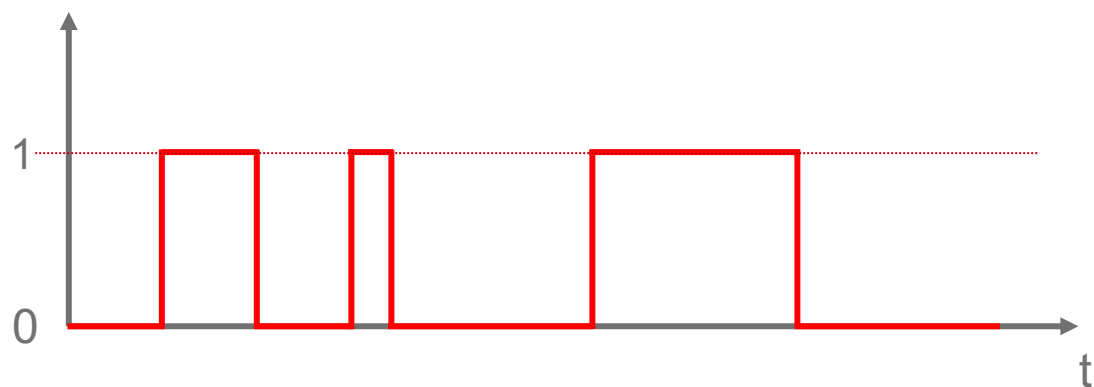
Binárny signál

Binárne signály sú digitálne signály, ktoré majú presne dva logické stavy

Interpretácia:

- vypnuté, lož, zatvorené, ...
- zapnuté, pravda, otvorené, ...

0	lož	L (minimum)
1	pravda	H (maximum)



Procesná úroveň – Senzory a aktory

Binárny vstupný signál

- Binárne vstupné signály ako :
 - Normálne otvorený kontakt (NOC)
 - Normálne uzavretý kontakt(NCC)
- Obvykle 24 V jednosmerný prúd
 - Signálne napätie pre "0" DC -3 V ... +5 V
 - Signálne napätie pre "1" DC 15 V ... 30 V
 - Vzorkovanie napr. 3 ms

Príklady:

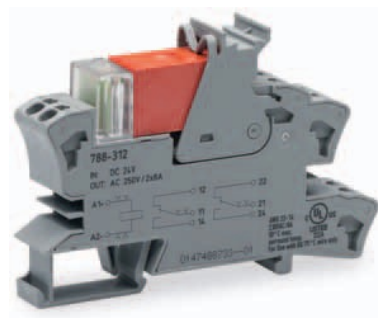
- Tlačidlo
- Prepínač
- Koncový polohový spínač
- Kontakt s chybovým hlášením ...



Procesná úroveň – Senzory a aktory

Binárny výstupný signál

- Prepínanie signálov
- Výstupné signály väčšinou 24 V DC
- Zaťaženie cez spojovacie relé/elektrické stykače
- Príklady digitálnych výstupných signálov
 - ON/OFF pre:
 - Motory (nie frekvenčné meniče!)
 - Osvetlenie
 - Pohony servopohonov
 - spojovacie relé
 - Normálne otvorený kontakt (NOC)
 - Normálne uzatvorený kontakt (NCC)
 - stykače

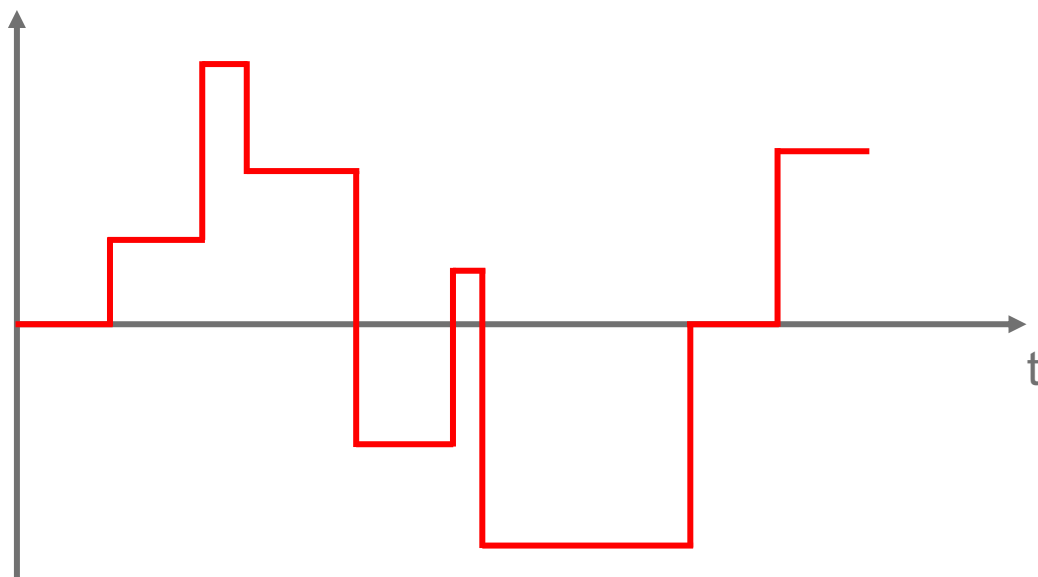


Procesná úroveň – Senzory a aktory

Digitálny signál

Niekoľko možných hodnôt, obmedzený počet

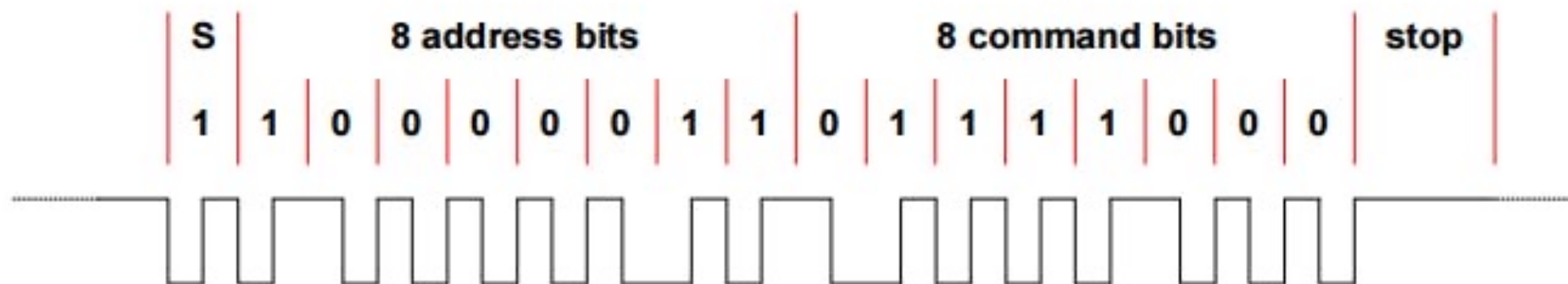
- stupňovité premenlivé
- hodnotovo diskrétné a časovo spojité



Procesná úroveň – Senzory a aktory

digitálne vstupné a výstupné signály

- zbernicové systémy
- DALI
- KNX
- LON
- spotreba energie



DALI - forward frame

[<https://create.arduino.cc/projecthub/NabiyevTR/simple-dali-controller-506e44>]

Procesná úroveň – Senzory a aktory

Základy - Bity a bajty

- Stavy signálov sa musia uchovávať a spracovávať
- Počítače poznajú iba dva stavy 0 alebo 1
- Najmenšia jednotka: 1 bit (binárna číslica) = môže mať iba dva stavy (0 alebo 1)
- Najmenšie množstvo dát pre kódovanie jednotlivých znakov: 1 byte1 bajt = 8 bitov 256 stavov (2^8)
- Kódovanie :

	7. Bit	6. Bit	5. Bit	4. Bit	3. Bit	2. Bit	1. Bit	0. Bit
Hodnota	128	64	32	16	8	4	2	1

Príklad :

0100 0001 binárne = 65 decimal = ASCII 'A'

- 1 KB (Kilo Byte) = 1024 Byte
- 1 MB (Mega Byte) = 1024 KB
- 1 GB (Giga Byte) = 1024 MB

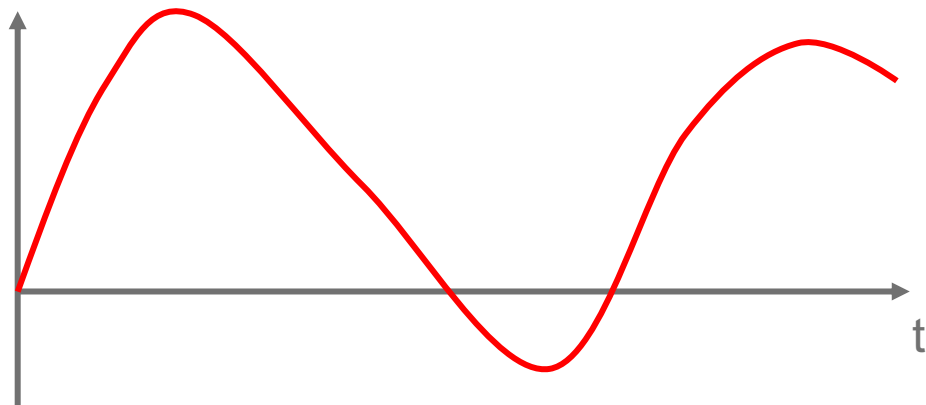
* ASCII = American Standard Code for Information Interchange = 7 bit Character encoding (<http://www.asciitable.com/>)

Procesná úroveň – Senzory a aktory

Analógové signály

Nekonečne mnoho hodnôt

- Priebežne meniteľné
- Hodnotovo a časovo spojité



→ Analógové hodnoty nemôžu byť spracované technickými systémami

→ Interná systémová konverzia na digitálne signály pomocou analógovo/digitálneho prevodníka s veľmi vysokou vzorkovacou frekvenciou (zvyčajne niekoľko ms)

→ Stále však hovoríme o analógových signáloch

Procesná úroveň – Senzory a aktory

Analógové vstupné signály

- 0-10 V
- 2-10 V
- 0-20 mA
- 4-20 mA
- Prvky NTC na meranie teploty (PT1000, Ni1000)
- Meranie odporu
- Príklady analógových vstupných signálov :
 - Tlakový snímač
 - Snímač vlhkosti
 - Snímač teploty
 - Rýchlosť vetra

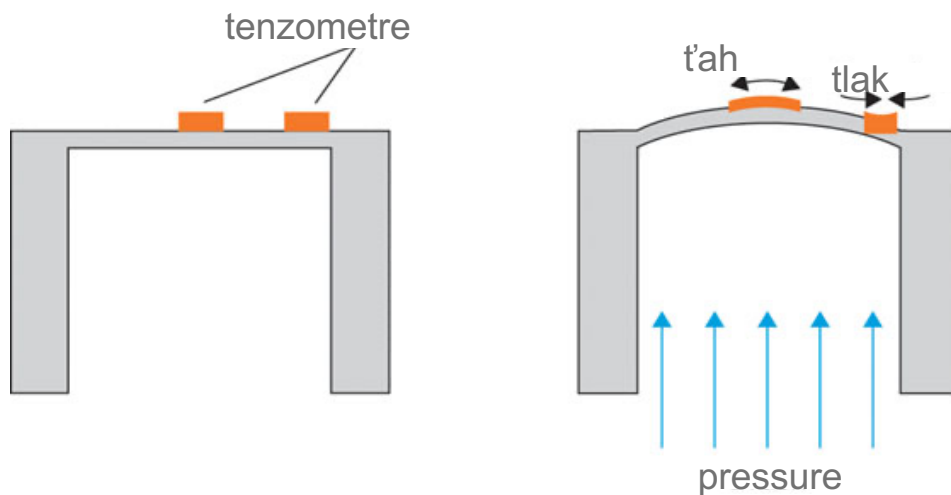


Procesná úroveň – Senzory a aktory

Analógové vstupné signály

Príklad funkčného princípu tlakového snímača :

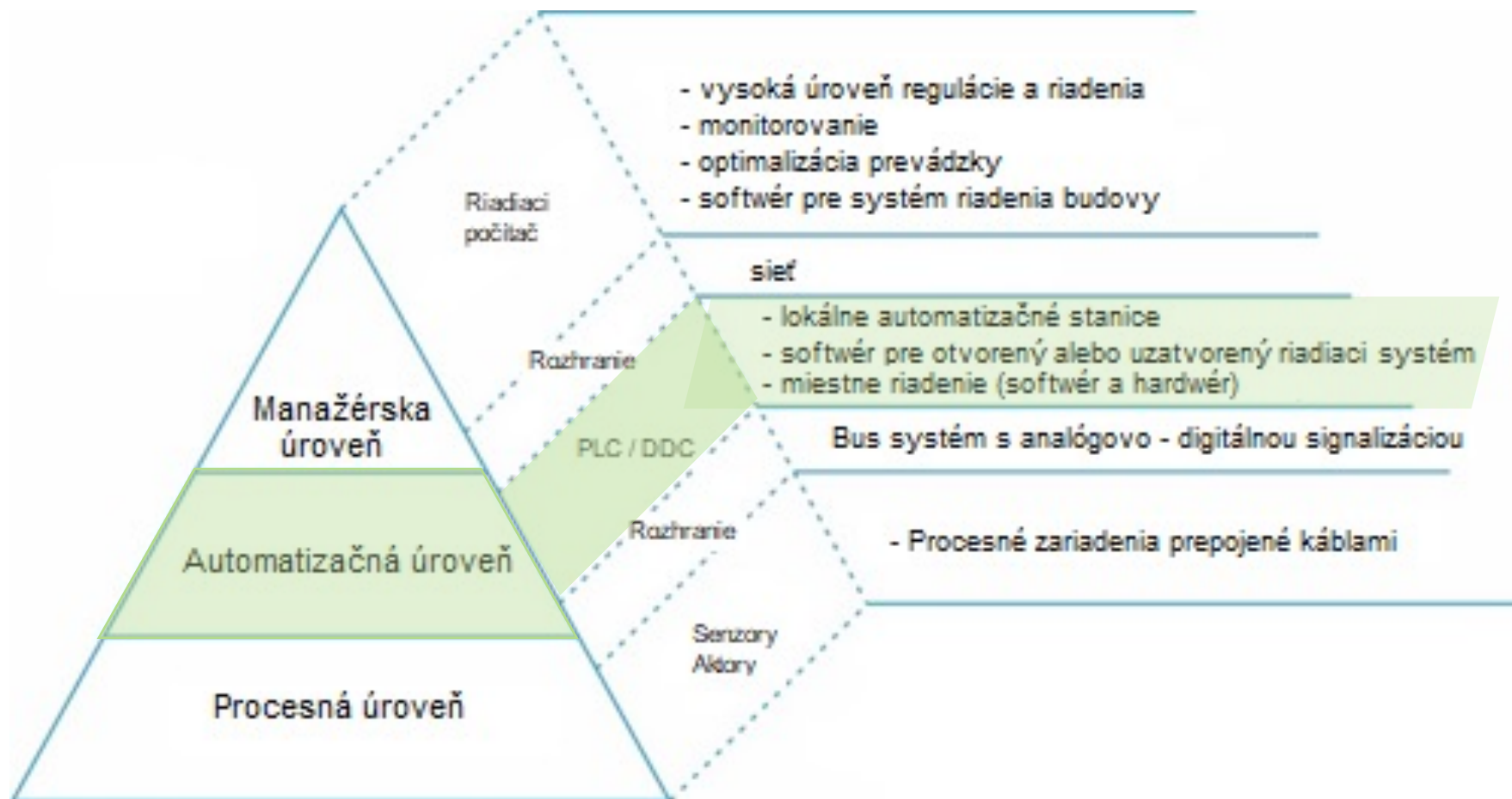
- Konštrukcia: stabilné základné telo a tenká membrána
- Premena mechanickej veličiny tlak na proporcionálny elektrický signál
- Membrána je vybavená odporovými štruktúrami citlivými na napätie a stlačenie, takzvanými tenzometrami.
- Napätie/stlačenie vedie k zmene elektrického odporu, ktorý je úmerný tlaku



[<https://blog.wika.de/know-how/funktionsprinzip-resistiver-drucksensor/>]

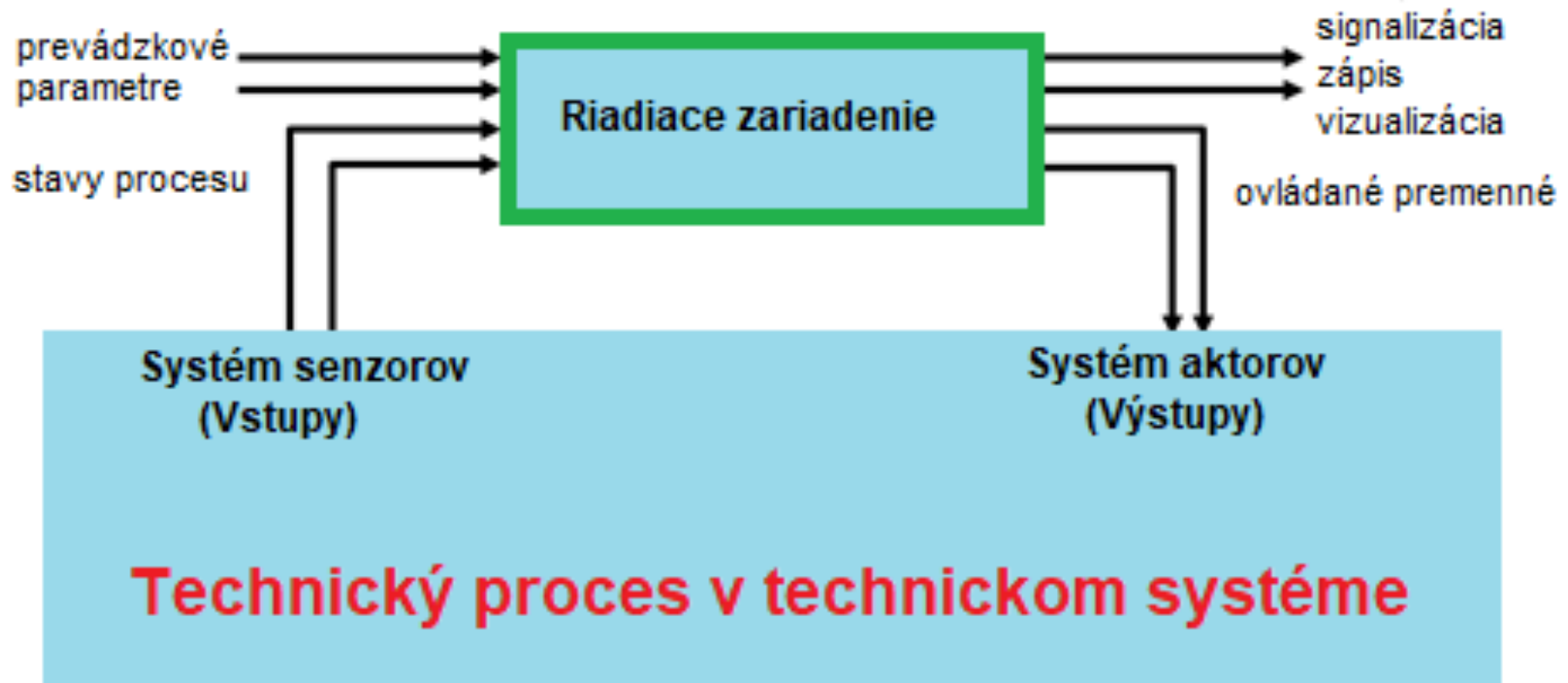
Automatizačná úroveň

PLC a DDC



Automatizačná úroveň

PLC a DDC



Automatizačná úroveň

Programovateľný logický ovládač (PLC)

Programovateľný logický ovládač (PLC):

- Štandardizovaný hardvér, ktorý sa používa pre technické riadiace systémy
- Pôvod v priemyselnej automatizácii
- Programovanie podľa normy EN 61131-3
- Program je uložený v pamäti, ktorú je možné prepísať

Rozdiel od štandardného hardvéru:

- PLC špeciálne vyvinuté pre automatizačnú techniku
- Priemyselné počítače (IPC)
 - Soft PLC: úplná funkčnosť ako užívateľský softvér v operačnom systéme PC
 - Hard-SPS: Funkčnosť pomocou zásuvnej karty

Programovateľný logický ovládač (PLC)

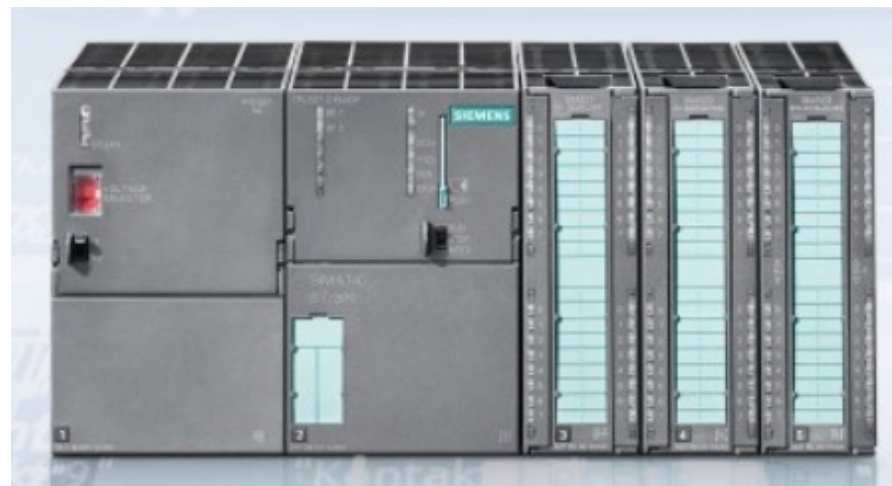
Štruktúra

PLC pozostáva z (aspoň) troch komponentov :

- Napájací zdroj
- CPU
- Moduly funkcií
 - Vstupy
 - Výstupy
 - Počítadlo
 - Komunikácia (napr. rozhranie k zbernicovým systémom)



[https://www.wago.com/de/automatisierungstechnik/io-systeme-entdecken/750\]](https://www.wago.com/de/automatisierungstechnik/io-systeme-entdecken/750)



[\[https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/simatic-s7-300.html\]](https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/simatic-s7-300.html)

Programovateľný logický ovládač (PLC)

Funkcia

Cyklické spracovanie na princípe "IPO,,

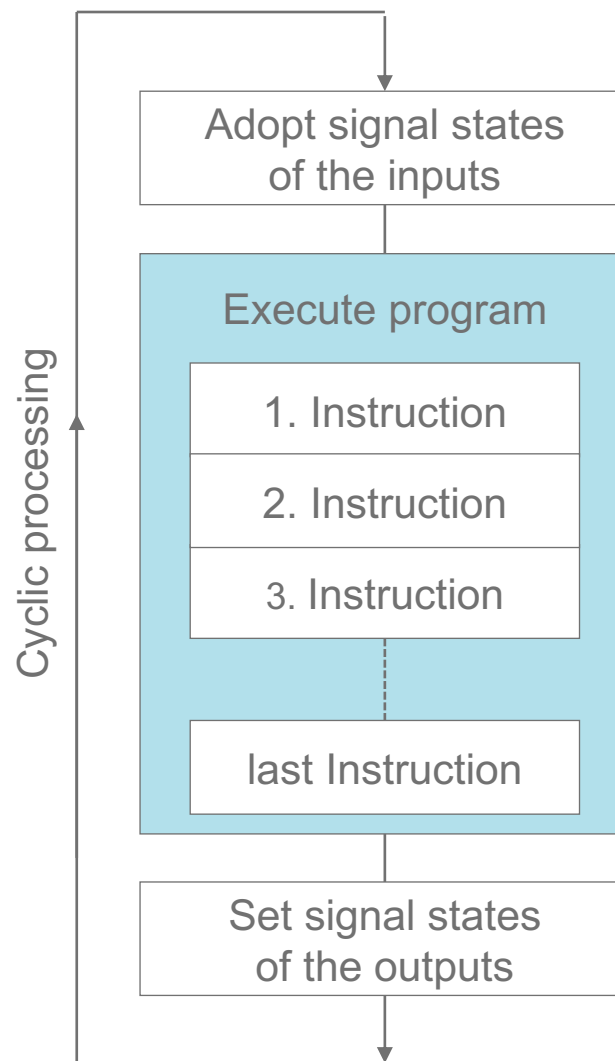
Import → **P**rocess → **O**utput

(vstup → proces → výstup)

Doba cyklu = Trvanie jedného cyklu „IPO“

Doba cyklu v "normálnych" systémoch cca. 5 - 50 ms.

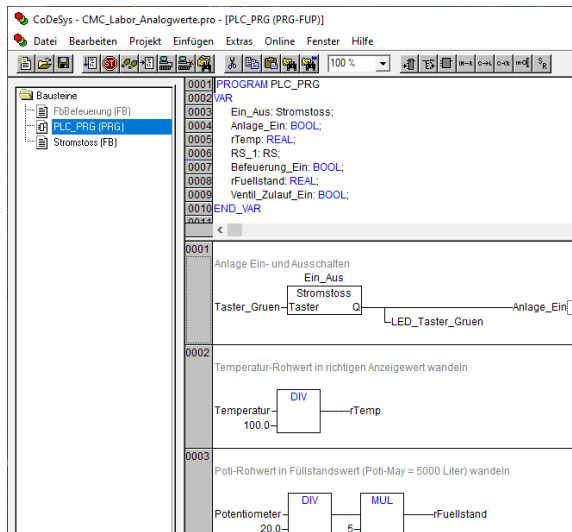
Časový cyklus pre výkonnejšie modely môže byť v rozsahu (menej ako) 100 μs.



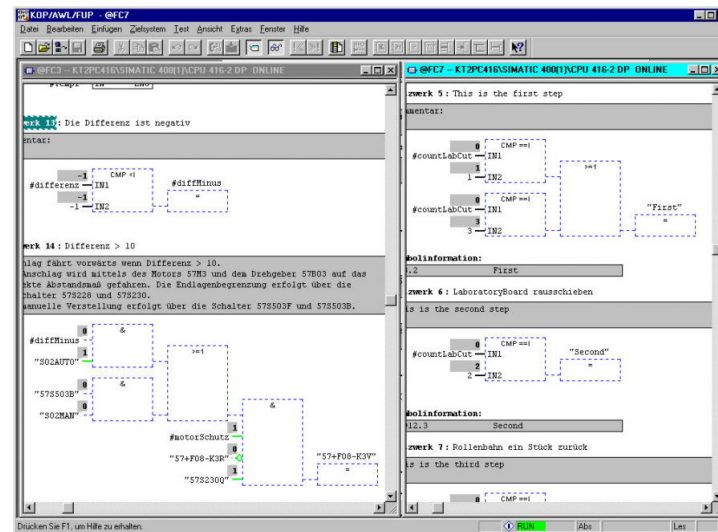
Programovateľný logický ovládač (PLC)

Programovanie

- Programovací jazyk štandardizovaný podľa EN 61131-3
- Programovanie pomocou softvéru špecifického pre výrobcu a prenos do PLC cez rozhranie (napr. USB alebo Ethernet)
 - SIMATIC STEP 7 (napríklad pre hardvér Siemens a VIPA)
 - Softvér 3S CODESYS (pre napr. Wago, Beckhoff a Bachmann Hardware)
 - PC-Worx pre hardvér Phoenix Contact



[Printscreen from Codesys 2.3]



[<http://www.syntronics.de/SPS/Siemens/step7.html>]

Automatizačná úroveň

Direct-Digital-Control Building Automation

Direct-Digital-Control-Building Automation (DDC-BA - Automatizácia budov s priamym digitálnym riadením):

- Hardvér do značnej miery zodpovedá PLC
- Pevná vnútorná kabeláž, nezávislá od radiacej úlohy
- Pôvod v GA so zameraním na riadenie v uzavretej slučke

Hardvér:

- Modul s pevným počtom vstupov a výstupov, ako aj rozhraniami pre komunikáciu podľa oblasti použití

Softvér:

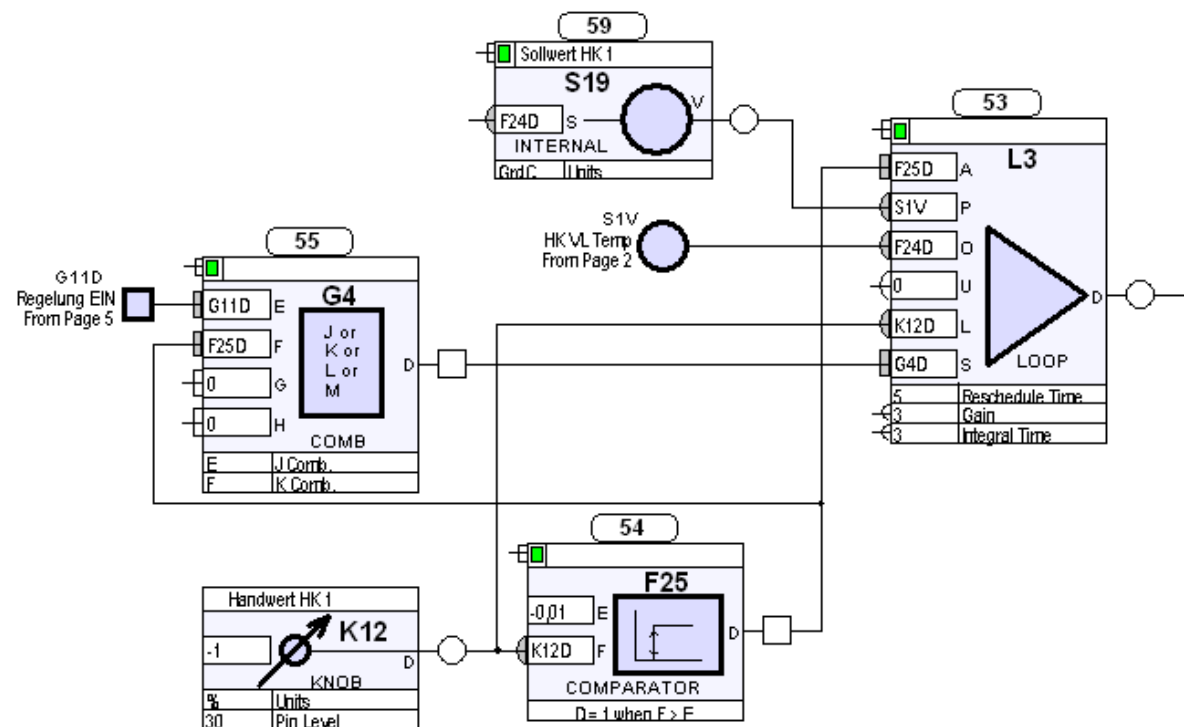
- Programovanie väčšinou pomocou špeciálnych programovacích jazykov
- Nie je k dispozícii žiadna štandardizovaná norma podľa IEC/EN

Automatizačná úroveň

Automatizácia budov s priamym digitálnym riadením

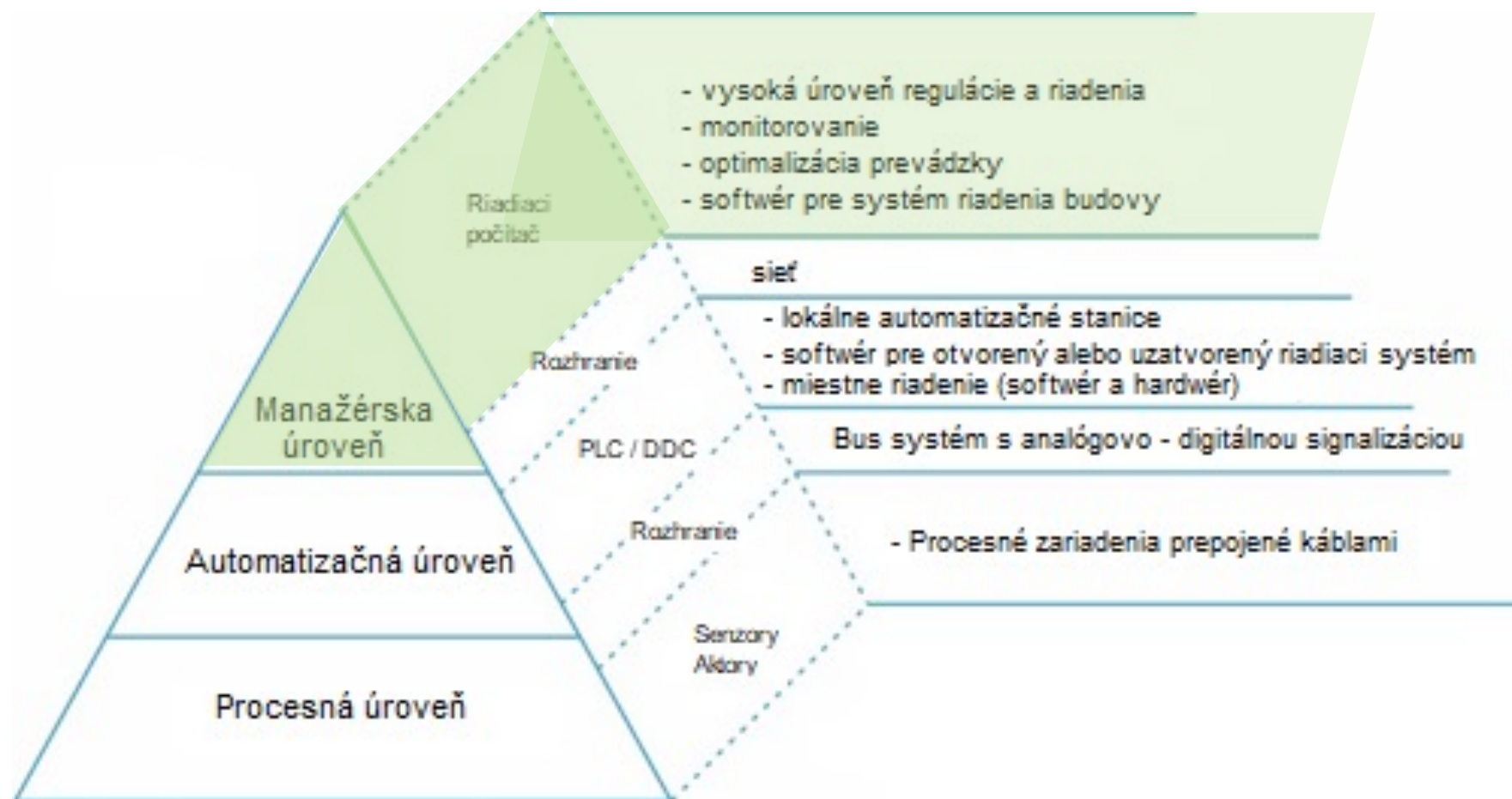


from iggy-x - own work (transferred from de:Image:DDC IQ3 excite.jpg),
GPL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5190604>

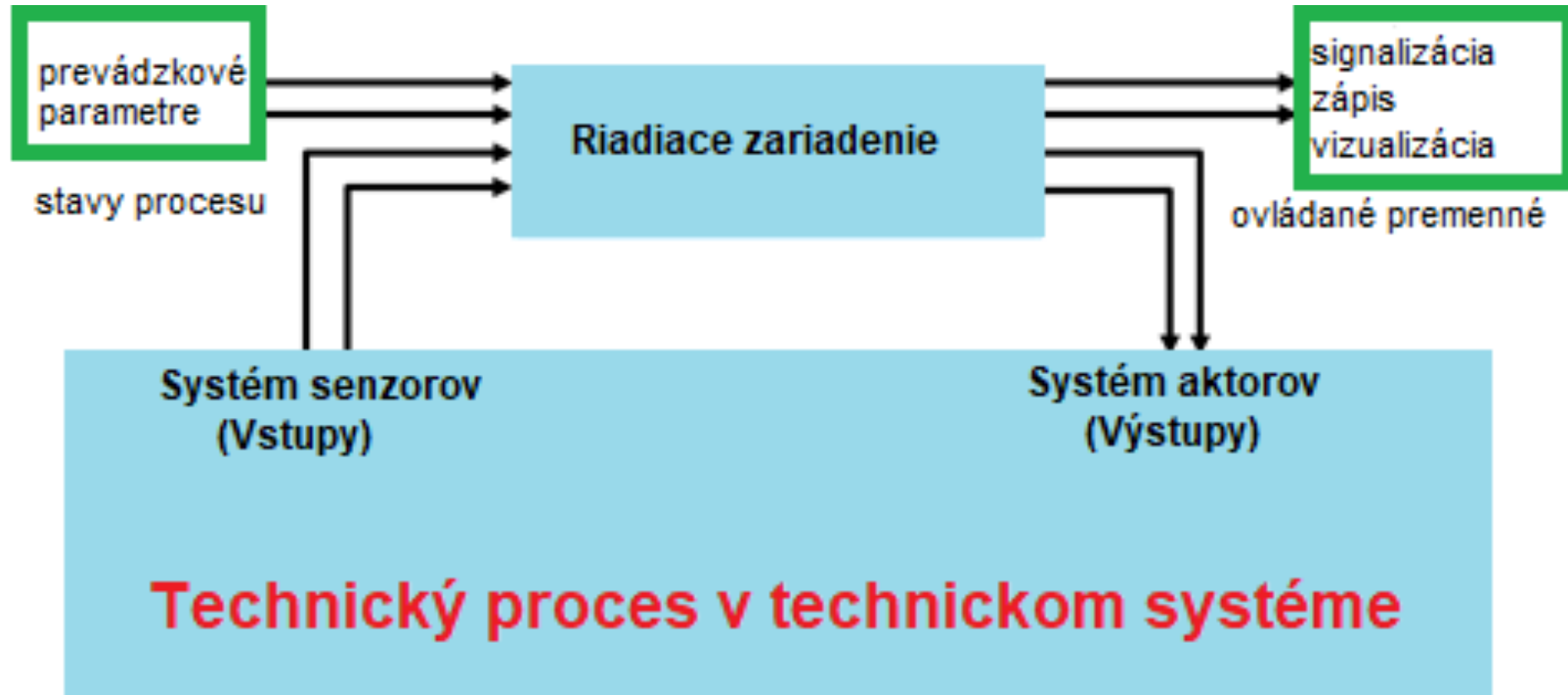


From Screenshot: iggy-x - screenshot made by: iggy-x, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23780900>

Manažérska úroveň



Manažérska úroveň



Manažérska úroveň

- Monitorovanie a optimalizácia prevádzkového režimu zariadenia
- Vizualizácia historických a štatistických údajov
- Ako centrálny dispečing alebo ako distribuované systémy s viacerými operátorskými stanicami
- Prepojenie všetkých systémov GA s cieľom vytvoriť interoperabilný celkový systém
 - Použitie rozhraní nezávislých od výrobcu na úrovni automatizácie

Manažérska úroveň

▪ Systémy

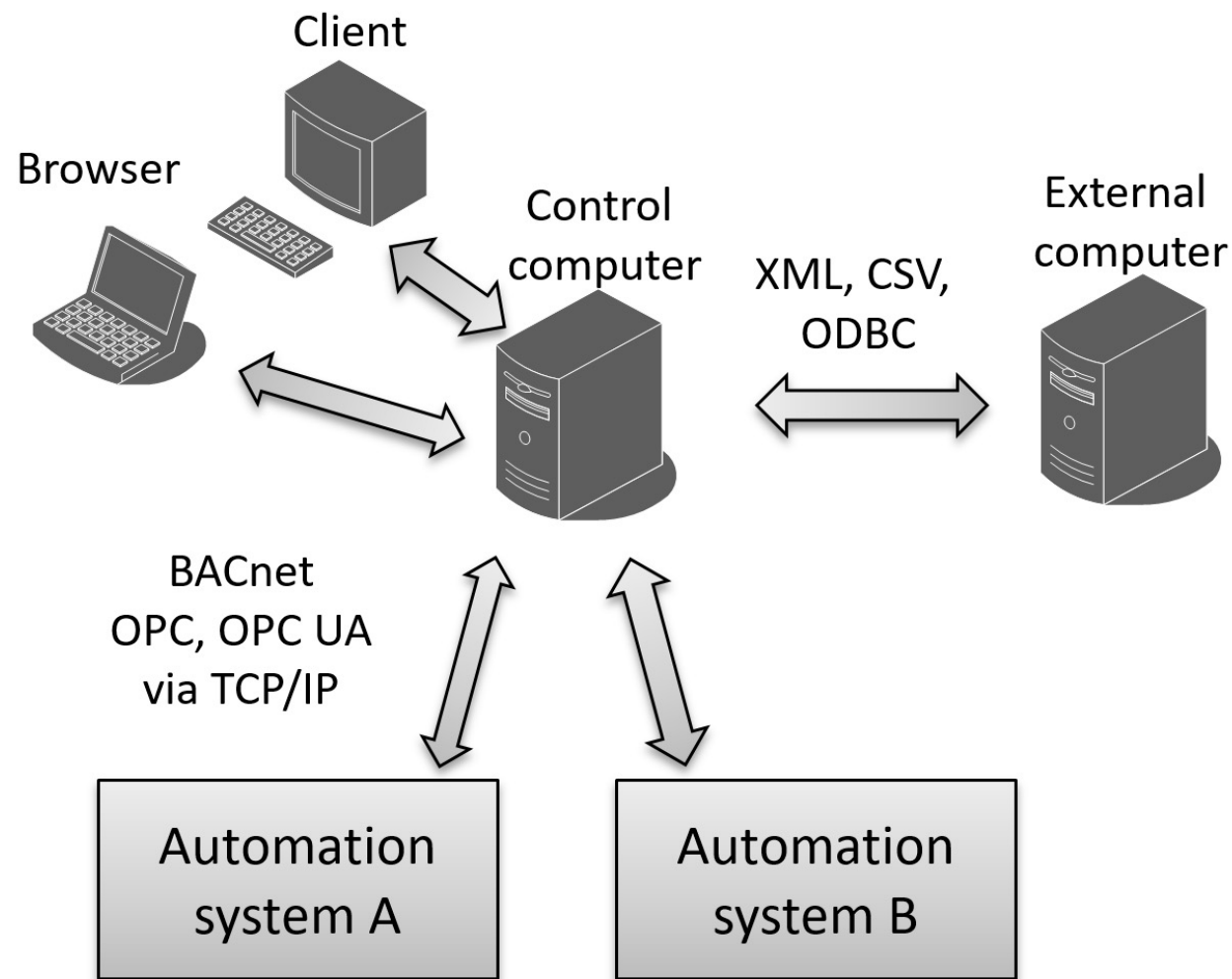
- Otvorené a uzavreté systémy s ohľadom na komunikáciu
- Systémy z automatizácie budov
- Systémy priemyselnej automatizácie (SCADA)

▪ Technológie

- Server s databázovými systémami
- Obsluha: Klient (PC program) alebo prehliadač
- Sieť: Ethernet, TCP-IP

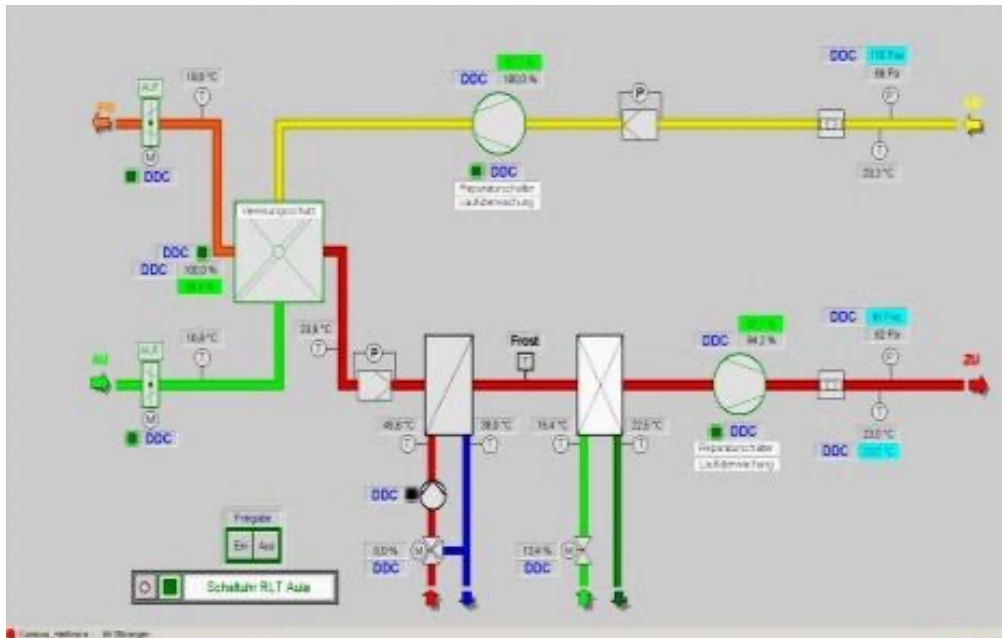
▪ Funkcie

- Obsluha a monitorovanie, alarm
- Analýza správania/spotreby energie
- Centrálné funkcie (napr. časové programy)



Manažérska úroveň

- Trendy
 - Webová technológia (HTML5), ktorá sa čiastočne posúva na úroveň automatizácie
 - Certifikácia: BACnet Operátor Workstation (B-OWS) a BACnet Advanced Workstation (B-AWS)
 - Funkcie energetického manažmentu(ISO50001)



Ďakujem za pozornosť!

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+

