

# Přednáška 1: Základy měření

**Ing. Petr Koudelka, Ph.D.**

Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky

## Měřicí systémy I

02/10/2017

Mendelova  
univerzita  
v Brně



# Obsah

- Úvod do měření
- Mezinárodní soustava jednotek SI
- Legální metrologie
- Měřicí systémy
- Virtuální instrumentace – Úvod

# Úvod do měření – Historický kontext

- Historický kontext

*Galileo Galilei: „Měřit vše, co je měřitelné a co není měřitelným učinit.“*

*H. James Harrington: „Měření je základ. Co nemůžete změřit, nemůžete regulovat. Co nelze regulovat, to nelze řídit. Co nelze řídit, to nelze zlepšovat.“*

- **Měření** je zdrojem informací:

- o stavu technologického zařízení, tj. měření pro primární zpracování informací,
- o bezpečnostních parametrech procesu, tj. měření pro diagnostiku řízeného i řídicího systému.

- **Metrologie** je vědní a technický obor, který zahrnuje veškeré poznatky týkající se měření, jejich praktického provádění a hodnocení jejich výsledků.

# Úvod do měření – Metrologie I

- **Metrologie** se zabývá:
  - jednotkami veličin a jejich realizací,
  - měřidly,
  - měřicími metodami a postupy,
  - zpracováním výsledků měření,
  - činností a vlastnostmi osob provádějících měření, pokud má tato činnost a vlastnosti pro měření význam,
  - určováním fyzikálních a technických konstant.
- V dnešní době hodně široký vědní obor je tvořen podobory:
  - **Teoretická metrologie** – teoretické problémy související s měřením, součástí teoretické metrologie je např. teorie chyb (nejistot) měření, vycházející z matematické statistiky.
  - **Obecná metrologie** – teoretická i praktická východiska společná všem měřením, bez ohledu na měřenou veličinu,
  - **Aplikovaná metrologie** – zaměřením na určitou veličinu nebo vědní či technický obor (např. metrologie délky, času apod., metrologie astronomická, průmyslová apod.),

# Úvod do měření – Metrologie II

- **Technika měření** – technika a metodika provádění měření (tuto část metrologie nelze zaměňovat s měřicí technikou, kterou obvykle rozumíme souhrn všech prostředků sloužících k měření)
- Z hlediska **administrativně správního** je dále důležitou součástí metrologie
  - **Státní metrologie** – metrologické povinnosti a úkoly státu zajišťované speciálními a specializovanými státními orgány a pracovišti. Vrcholným orgánem ČR v této oblasti je (centrální státní) Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Zákonnými předpisy pro činnost ÚNMZ jsou zákony **20/1993 Sb.**, **110/1997 Sb.** a (zákon) **119/2000 Sb.** (o metrologii) a řada prováděcích vyhlášek k těmto zákonům.

# Úvod do měření – Metrologie III

- **Legální metrologie** – výkonná část státní metrologie (na níž se však může podílet i veřejný a soukromý sektor) zajišťující měřicí pořádek (vyhlašování měřicích jednotek) v oblasti výroby, obchodu, zdravotnictví, dopravy - obecně služeb všeho druhu apod. Stanovení měřicích metod a dohled nad vybranými měřidly a měřicími přístroji. Východiska legální metrologie – právně technické předpisy (normy ISO).
- Zájem státu o metrologii je pochopitelný. Odhaduje se totiž, že důsledné dodržování zákona o metrologii a dalších zákonných předpisů v souladu s požadavky legální metrologie na všech úrovních činnosti státního i soukromého sektoru je schopno přinést zvýšení HDP o 4 až 6 %.

# Úvod do měření – Základní pojmy I

- Definice základních pojmů:
  - **Měření** – je soubor činností s cílem určení hodnoty veličiny (ČSN ISO 10 012-1).
  - **Princip měření** – je (fyzikální) jev nebo souhrn (fyzikálních) jevů, na kterých je měření založeno.
  - **Postup měření** – je soubor specificky popsaných činností, které jsou používány při blíže určených měřeních podle dané metody měření (ČSN 01 0115). Postup blíže určeného měření je obvykle zaznamenán v dokumentu, který musí být dostatečně podrobný k tomu, aby umožnil pracovníkovi provést měření bez dalších informací.

# Úvod do měření – Základní pojmy II

- **Pravá hodnota veličiny** – je hodnota, které nabývá veličina za podmínek existujících v okamžiku jejího měření. Pravá hodnota veličiny je hodnota ideální, protože ve skutečnosti nemůže být přesně zjištěna. Za pravou hodnotu veličiny je považována její hodnota nejpravděpodobnější, tj. hodnota, kterou určíme z většího počtu měření opakovaných za stejných podmínek a zatížených pouze náhodnou chybou.
- **Konvenčně pravá hodnota veličiny** – je hodnota blízcí se její pravé hodnotě tak, že pro účel, k němuž je použita, lze její nejistotu – tj. rozdíl mezi ní a pravou hodnotou zanedbat. Konvenčně pravé hodnoty některých veličin jsou přijaty konvencí jako pravé hodnoty, tj. hodnoty s nulovou nejistotou (např. velikost rychlosti světla ve vakuu).
- **(Měřitelná) veličina** – je vlastnost jevu, tělesa nebo látky, kterou lze kvalitativně rozlišit a kvantitativně měřit (ČSN 01 0115).



# Úvod do měření – Základní pojmy III

- **Základní veličina** – je jedna z veličin, které jsou v soustavě veličin konvenčně nezávislé (ČSN 01 0115).
- **Odvozená veličina** – je veličina definovaná v soustavě veličin jako funkce základních veličin této soustavy (ČSN 01 0115).
- **Rozměr veličiny** – je výraz, který vyjadřuje veličinu ze soustavy veličin jako součin mocnin činitelů, představujících základní veličiny této soustavy.
- **Jednotka** – je blíže určená veličina definovaná a přijatá konvencí, se kterou jsou porovnávány jiné veličiny stejného druhu za účelem vyjádření jejich hodnot ve vztahu k této veličině (ČSN 01 0115). Základní jednotky, odvozené jednotky.

*Přemysl Otakar II: „Za základní jednotku délky byl vybrán jeden pražský (český) loket (přibl. 60 cm), který se rovnal 3 pídím (1 píd' se rovnala se rovnala 10 prstům, 1 prst se rovnal šířlosti čtyř zrn ječmene položených vedle sebe)“.*

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny I

- **Fyzikální veličiny:**

- Veličinou rozumíme pojem, který používáme ke kvalitativnímu nebo kvantitativnímu popisu fyzikálních jevů, stavů a těles (různých fází).
- Má-li nějaká veličina povahu fyzikální, nazýváme ji fyzikální veličina.
- Fyzikální veličiny jsou definovány exaktně.
- V každé soustavě veličin volíme některé veličiny za **základní**. Ostatní veličiny jsou **odvozené** od veličin základních. Základní veličiny pokládáme je **vzájemně nezávislé**.
- Volba základních veličin je konvenční, neboť příroda nás při této volbě nijak neusměrňuje.

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny II

- **Vlastnosti fyzikálních veličin:**

- Prostorově rozložený soubor určité veličiny nazýváme **fyzikálním polem** této veličiny.
- Fyzikální pole může být **skalární** (hmotnost, tlak, teplota, energie apod.),
- nebo **vektorové** (síla, rychlost, magnetická indukce apod.).
- Obecně jde o pole **tenzorové**.
- Fyzikální veličiny nemění svůj charakter při jakékoliv technické aplikaci a lze je označit za **absolutní**.
- Pracujeme však také s **relativními** (poměrnými) fyzikálními veličinami, které jsou definovány poměrem dvou veličin **téhož druhu** (rel. délka, rel. vlhkost apod.).

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny III

- **Základní terminologie** fyzikálních veličin:
  - **Aditivní veličina** – její hodnoty lze u několika stejnorodých objektů sčítat (hmotnost, energie apod.). Fyzikálně je aditivní veličina totožná s veličinou extenzivní.
  - **Bezrozměrová veličina** – její rozměr je roven jedné.
  - **Číselná veličina** – její rozměr je roven jedné. Jsou to zejména všechny veličiny relativní.
  - **Dynamická veličina** – patří do dynamiky nebo (obecněji) jde o veličinu časově proměnnou (nestacionární).
  - **Efektivní veličina** – veličina s efektivní hodnotou. Jde zejména o harmonicky proměnné veličiny.
  - **Extenzivní veličina** – stavová veličina, jejíž hodnotu lze získat jako součet dílčích složek; extenzivní vlastnost soustavy je závislá na velikosti a hmotnosti soustavy.
  - **Homologické veličiny** – takové, které mají různou fyzikální povahu, ale stejný rozměr (např. energie a moment síly).

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny IV

- **Intenzivní veličina** – veličina závisující pouze na stavu soustavy nikoliv však na počtu částic, které ji tvoří, na její hmotnosti a látkovém množství (teplota).
- **Kritická veličina** – charakterizuje stav termodynamické soustavy, při němž mizí rozdíl mezi kapalným a plynným skupenstvím látky.
- **Logaritmická veličina** nebo též **hladina** – je vyjádřena (přirozeným) logaritmem poměru určité veličiny a její zvolené referenční hodnoty.
- **Měřitelná veličina** – reálná přírodní veličina, jejíž hodnotu umíme stanovit. Jde o naprostou většinu fyzikálních a technických. Opakem jsou veličiny smyslové, které umíme v rámci konvenčních stupnic pouze odhadovat.
- **Měrná veličina** (nikoliv specifická) – podíl extenzivní veličiny charakterizující určitou makroskopickou soustavu a hmotnosti této soustavy.

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny V

- **Molární veličina** – podíl extenzivní veličiny charakterizující určitou makroskopickou soustavu a molární hmotnosti této soustavy.
- **Náhodná veličina** – její hodnoty tvoří množinu výsledků nějakého náhodného děje. Je definovaná diskrétním nebo spojitým rozložením pravděpodobnosti.
- **Obvodová veličina** – elektrická veličina, charakterizující stav elektrického obvodu.
- **Ovlivňující veličina** – není předmětem měření, ovlivňuje však jeho průběh a výsledek. Musíme ji proto také měřit, abychom mohli provést patřičné korekce naměřených hodnot.
- **Stacionární veličina** -- časově stálá (také možnost kvasistacionární).
- **Stavové veličiny** -- makroskopické veličiny v termodynamice. Jejich soubor charakterizuje stav soustavy. Vnější s.v. – objem a veličiny popisující vnější silová pole. Vnitřní s.v. – hustota, tlak, teplota apod.

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny VI

- **Statická veličina** – patří do statiky nebo jde o veličinu stacionární.
- **Vstupní a výstupní veličina** — veličiny na začátku a konci měřicího řetězce.
- **Vztažná veličina** - význačná fyzikální konstanta nebo vlastnost látky za udaných podmínek, k níž vztahujeme veličinu jinou (permitivita vakua, hustota vody za norm. podmínek apod.)
- **Normální podmínky** – zpravidla teplota 20°C (elektrotechnika 23°C) a barometrický tlak 101325 Pa. Někdy také ještě normální tíhové zrychlení  $g_n = 9.80665 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , případně další veličiny.
- **Univerzální konstanta** – má za všech okolností (podmínek) stejnou hodnotu ( $c, h$  apod).
- **Konstanta** – stálost za určitých podmínek.

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny VII

- **Kategorizace fyzikálních veličin:**

- Je v podstatě libovolná (s přihlédnutím tradice, konvence). Zpravidla se přidržujeme dělení fyziky daného vývojem poznání. Význačné normy **ČSN ISO řady 31** (1992) mají následující dělení:

- 1 Všeobecné zásady
- 2 Prostor a čas
- 3 Periodické a příbuzné jevy
- 4 Mechanika
- 5 Teplo
- 6 Elektřina a magnetismus
- 7 Světlo a příbuzná elektromagnetická záření
- 8 Akustika
- 9 Fyzikální chemie a molekulová fyzika
- 10 Atomová a jaderná fyzika
- 11 Jaderné reakce a ionizující záření



# Mezinárodní soustava jednotek SI – Fyzikální veličiny VIII

- 12 Matematická znaménka a značky používané ve fyzikálních vědách a technice
- 13 Podobnostní čísla
- 14 Fyzika pevných látek

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Základní jednotky I

- **Soustava SI:**

- Soustava jednotek, která byla přijata **11. Generální konferencí pro váhy a míry** v r. **1960** a je zaváděna ve většině zemí světa. Mezinárodní zkratka této soustavy jednotek je SI.
- Základem SI je původně šest a od r. **1971 sedm** jednotek zvaných základní jednotky SI – jednotky délky, hmotnosti, času, elektrického proudu, termodynamické teploty, látkového množství (1971) a svítivosti.
- Veličiny, pro něž jsou tyto jednotky stanoveny, se nazývají **základní veličiny**.

- **Základní jednotky SI:**

- ① **Délka** (veličina), metr (jednotka), m (značka), L (rozměr)
- ② **Hmotnost** (veličina), kilogram (jednotka), kg (značka), M (rozměr)
- ③ **Čas** (veličina), sekunda (jednotka), s (značka), T (rozměr)

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Základní jednotky II

- ④ **Elektrický proud** (veličina), ampér (jednotka), A (značka), I (rozměr)
  - ⑤ **Termodynamická teplota** (veličina), kelvin (jednotka), K (značka),  $\Theta$  (rozměr)
  - ⑥ **Látkové množství** (veličina), mol (jednotka), mol (značka), N (rozměr)
  - ⑦ **Svítivost** (veličina), kandela (jednotka), cd (značka), J (rozměr)
- **Definice základních jednotek:**
    - ① **Jednotka délky:** 1 metr (m) je délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za dobu 1/299792458 sekundy (1983).
    - ② **Jednotka hmotnosti:** 1 kilogram (kg) je roven hmotnosti mezinárodního prototypu kilogramu (1889). Mezinárodní prototyp kilogramu je vyroben ze slitiny platiny a iridia a uchováván za přesně stanovených podmínek v Sèvres u Paříže [v r.1901 byla tato jednotka potvrzena jako jednotka hmotnosti a nikoliv – jak tomu bylo dříve – jednotka tíhy (váhy)].

# Mezinárodní soustava jednotek SI – Základní jednotky III

- 3 **Jednotka času:** 1 sekunda (s) je doba trvání 9192631770 period záření odpovídajícího přechodu mezi dvěma velmi jemnými hladinami základního stavu atomu cesia 133 (1967).
- 4 **Jednotka elektrického proudu:** 1 ampér (A) je elektrickým proud, který při stálém průchodu (průtoku) dvěma přímými nekonečně dlouhými rovnoběžnými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti 1 m vyvolá mezi nimi sílu  $2 \cdot 10^{-2}$  newtonů na 1 m délky.
- 5 **Jednotka termodynamické teploty:** 1 kelvin (K) je roven 1/273,16 termodynamické teploty trojného bodu vody (1967).
- 6 **Jednotka látkového množství:** 1 mol (mol) je látkové množství soustavy, která obsahuje tolik elementárních entit, kolik je atomů v 0,012 kg uhlíku  $^{12}_6\text{C}$ .
- 7 **Jednotka svítivosti:** 1 kandela (cd) je svítivost zdroje v daném směru, který vysílá monochromatické záření o kmitočtu  $540 \cdot 10^{12}$  Hz a který má v tomto směru zářivost 1/683 wattů na steradián.

# Legální metrologie – Mezinárodní organizace I

- **Legální** (též zákonná) metrologie je ta část metrologie, která se zabývá jak technologickými, tak i administrativními **právními** na na měřicí jednotky, metody měření i vlastní **měřicí procesy**. Je zajišťována orgány odpovědnými za uplatňování právních předpisů v dané oblasti.
- V r. 1955 byla založena **Mezinárodní organizace legální metrologie** s mezinárodní zkratkou OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale) se sídlem v Paříži.
- Vrcholným orgánem této nejvýznamnější organizace v oblasti legální metrologie je **Mezinárodní konference legální metrologie**, která se koná jednou za pět let střídavě v různých zemích. Nižším orgánem je **Mezinárodní výbor legální metrologie** (CIML), zasedající jednou za rok. Stálým výkonným orgánem je **Mezinárodní úřad legální metrologie** (BIML), sídlící rovněž v Paříži.

# Legální metrologie – Státní metrologie I

- **Státní metrologie** zahrnuje metrologické povinnosti a úkoly státu zajišťované speciálními a specializovanými státními orgány a pracovišti.
- **Státní legální metrologie** představuje výkonnou část státní metrologie (na níž se podílí i veřejný a soukromý sektor) zajišťující měřicí pořádek (vyhlašování měřicích jednotek) v oblasti výroby, obchodu, zdravotnictví, dopravy – obecně služeb všeho druhu apod. Stanovení měřicích metod a dohled nad vybranými měřidly a měřicími přístroji.
- Východiskem pro veškerou činnost v oblasti státní i legální metrologie jsou příslušné **zákony ČR** a **prováděcí vyhlášky** k těmto zákonům.
- **Přehled zákonů:**
  - **Zákon č. 119** ze dne 6.dubna 2000, kterým se mění zákon č. **505/1990 Sb.**, o metrologii.

# Legální metrologie – Státní metrologie II

- Zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví, ve znění zákona č. 22/1997 Sb.
- **Přehled prováděcích vyhlášek k zákonu o metrologii:**
  - Vyhláška MPO č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.
  - Vyhláška MPO č. 263/2000 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.
  - Vyhláška MPO č. 264/2000 Sb., o základních měřících jednotkách a ostatních jednotkách a o jejich označování.
  - Vyhláška MPO č.332/2000 Sb., kterou se stanoví některé postupy při schvalování typu a ověřování stanovených měřidel označovaných EHS.

# Legální metrologie – Státní metrologie III

- Vyhlášky MPO č.333 až 339/2000 Sb., kterými se stanoví požadavky: na vodoměry na teplou a studenou vodu, taxametry, plynoměry, měřidla pro měření tlaku v pneumatikách, elektroměry a hmotné délkové měřky, na průtokoměry pro kapaliny jiné než voda, na měřicí systémy pro kapaliny jiné než voda, označované značkou EHS.
- **Zákon č.119/2000 Sb., o metrologii:**
  - jednotnost a přesnost měřidel a měření,
  - odstraňování technických překážek obchodu v EU,
  - realizace metrologie EU.
  - Zabezpečování jednotnosti a přesnosti měřidel a měření je základním posláním metrologie.
  - Jednotnou úpravu pro oblast měřících přístrojů řeší směrnice EU nazývaná **Metro** nebo **MID** (Measuring Instruments Directive).
- **Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha:**



# Legální metrologie – Státní metrologie IV

- stanoví **program státní metrologie** a zabezpečuje jeho realizaci;
- **zastupuje ČR** v mezinárodních metrologických orgánech a organizacích, zajišťuje úkoly vyplývající z tohoto členství a koordinuje účast orgánů a organizací na plnění těchto úkolů i úkolů plynoucích z mezinárodních smluv;
- **autorizuje subjekty** k výkonům v oblasti státní metrologické kontroly měřidel – SMK;
- **kontroluje dodržování** povinností stanovených tímto zákonem;
- poskytuje **metrologické expertízy**, vydává osvědčení o odborné způsobilosti metrologických zaměstnanců a stanoví podmínky k zajištění jednotného postupu subjektů pověřených uchováváním státních etalonů, autorizovaných metrologických středisek, středisek kalibrační služby a subjektů pověřených výkonem úředního měření;

# Legální metrologie – Státní metrologie V

- **zveřejňuje ve Věstníku Úřadu** pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví zejména subjekty pověřené k uchovávaní státních etalonů, autorizovaná metrologická střediska;
- **Český metrologický institut, Brno:**
  - metrologický výzkum;
  - uchovávaní státních etalonů včetně přenosu hodnot měřicích jednotek na měřidla nižších přesností;
  - certifikaci referenčních materiálů;
  - státní metrologickou kontrolu měřidel;
  - registraci subjektů, které vyrábějí nebo opravují stanovená měřidla, popř. provádějí jejich montáž;
  - státní metrologický dozor u autorizovaných metrologických středisek, středisek kalibrační služby;
  - ČMI může povolit předběžnou výrobu měřidla před jeho typovým schválením;

# Legální metrologie – Státní metrologie VI

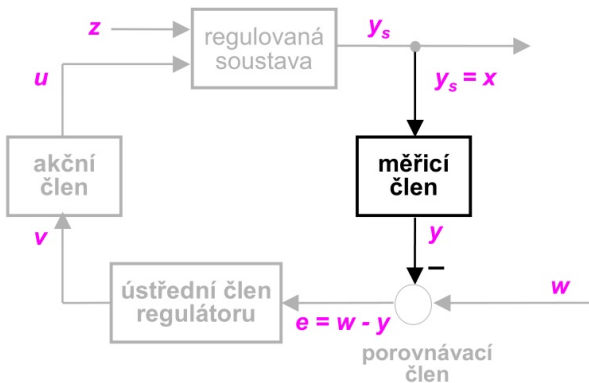
- ČMI povolit krátkodobé používání stanoveného měřidla v době mezi ukončením jeho opravy a ověřením s omezením této doby;
- **Kategorizace měřidel dle zákona o metrologii:**
  - **Etalon** – Etalon je ztělesněná (zhmotněná) míra, měřicí přístroj (měřidlo), referenční materiál nebo měřicí systém určený k definování, realizování, uchovávání a reprodukování jedné nebo více hodnot nějaké veličiny k jejich použití pro referenční účely. Referenčním účelem je míněno poskytnutí definované hodnoty pro zajištění návaznosti měřidel.
  - **Stanovené měřidlo** – Stanovená měřidla jsou měřidla, která MPO (Ministerstvo průmyslu a obchodu) stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam.
  - **Pracovní měřidlo** – Pracovní měřidlo je měřidlo, které není etalonem ani stanoveným měřidlem. Pracovní měřidla musí být kalibrována ve lhůtách, které si jejich uživatel stanoví sám (s ohledem na své vlastní požadavky přesnosti měření a jakosti výrobků).

# Měřicí systémy - Úvod I

- **Měření je zdrojem informací:**
  - o stavu technologického zařízení a o průběhu výrobního procesu, tj. měření pro primární zpracování informací,
  - o bezpečnostních parametrech procesu, tj. měření pro diagnostiku řízeného i řídicího systému.
- **Prvky měřicí techniky:**
  - vytvářejí informační část automatických řídicích systémů,
  - vlastnosti měřicího zařízení v rozhodující míře ovlivňují i kvalitu řídicí činnosti.

# Měřicí systémy - Úvod II

- **Měřicí člen** jako součást regulačního obvodu

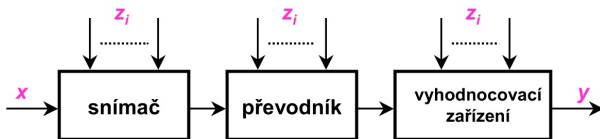


# Měřicí systémy - Skladba měřicího řetězce



- **Snímač (senzor):**
  - vstupní blok měřicího řetězce,
  - je v přímém styku s měřeným objektem,
  - primární zdroj informace, snímá sledovanou veličinu a transformuje na měřicí veličinu (nejčastěji na elektrickou)
  - pojmy: snímač (senzor) = konstrukční celek, čidlo = citlivá část senzoru.
- **Převodník:**
  - transformuje měřicí veličinu obvykle na unifikovaný signál.
- **Vyhodnocovací zařízení:**
  - koncový blok řetězce,
  - výstupem je indikace, zápis, signál pro vstup regulátoru.

# Měřicí systémy - Ovlivňující veličiny



$x$  - měřená veličina

$y$  - výstupní údaj

$z_i$  - ovlivňující (poruchové) veličiny

- **Ovlivňující veličiny:**

- ovlivňují výstupní signál,
- nejsou předmětem měření,
- jejich vliv je nutno minimalizovat,
- vliv na výstupní údaj se vyjadřuje pro každou ovlivňující veličinu zvlášť  $\Delta y_i = f(z_i)$

# Měřicí systémy - Druhy signálů a přístrojů

- Podle průběhu informačního parametru (IP):
  - analogové  $\rightarrow IP_{min} \leq IP \leq IP_{max}$
  - diskrétní  $\rightarrow IP_1 < IP_2 < \dots < IP < IP_n$
- Podle časového průběhu:
  - kontinuální  $IP$  je snímán nepřetržitě
  - diskontinuální  $IP$  je snímán v určitých časových intervalech
- digitální (číslicový) signál:
  - druh diskrétního a diskontinuálního signálu
- Analogové měřicí přístroje:
  - každé hodnotě měřené veličiny je přiřazena určitá hodnota jiné fyzikální veličiny s analogickým průběhem závislosti signálu.
- Číslicové měřicí přístroje:
  - poskytují diskrétní výstupní signál,
  - udávají měřenou veličinu číselně násobkem základního kvanta signálu.



# Měřicí systémy - Číslicový měřicí přístroj

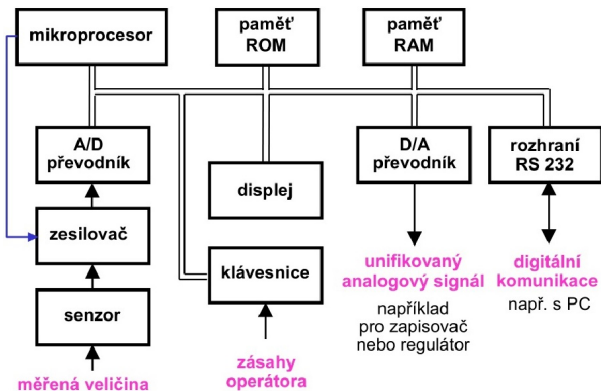


$x$  - měřená veličina

$y_D$  - digitální signál

- **Měřicí obvod, zesilovač:**
  - úprava signálu pro jeho další zpracování,
- **A/D převodník:**
  - převod analogového signálu na signál číslicový,
- **Displej:**
  - koncový blok řetězce, výstupem je číslicový údaj přístroje,

# Měřicí systémy - Měřicí přístroj řízený mikroprocesorem I

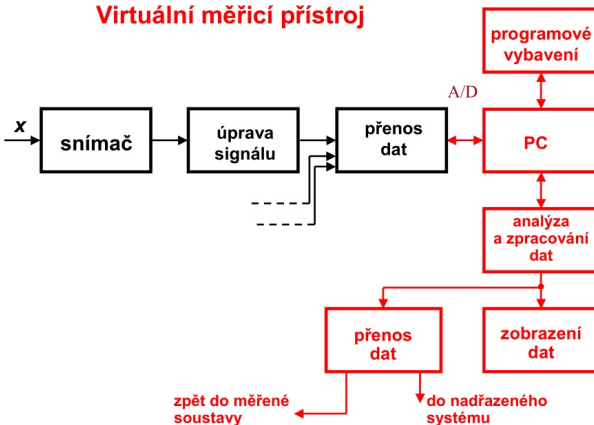


# Měřicí systémy - Měřicí přístroj řízený mikroprocesorem II

- **Přednosti přístrojů řízených mikroprocesorem:**
  - konfigurace vlastností přístroje podle požadavků uživatele,
  - možnost připojení několika druhů senzorů,
  - možnost úpravy statické charakteristiky (posun nulového bodu, změna směrnice),
  - možnost potlačení rušivého vlivu ovlivňujících veličin,
  - signalizace mezních stavů,
  - možnost konfigurace analogového výstupního signálu,
  - možnost komunikace přístroje s počítačem,
  - blokování proti nežádoucím zásahům.

# Virtuální instrumentace - Úvod I

## Virtuální měřicí přístroj



# Virtuální instrumentace - Úvod II

- **Virtuální instrumentace, LabVIEW:**

- Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench,
- Produkt firmy National Instruments Corporation,
- Vývojové prostředí založené na grafickém programování,
- Konečnou formou je vývojový diagram a panel měřicího systému,
- Slouží k tvorbě virtuální instrumentace podle požadavků uživatele,

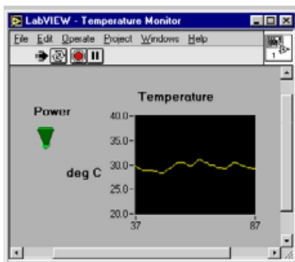
- **Charakteristika LabVIEW**

- HW podpora DAQ karty (A/D, D/A, DIO, čítače),
- HW podpora sběrnice GPIB, RS-232,...
- Funkce sběr dat,
- Funkce analýza signálu,
- Funkce statistika, interpolace, diferenciální rovnice, integrály, optimalizační algoritmy,...
- Funkce prokládání křivek, vyhledávání maxim,...
- Funkce FFT, filtry,...

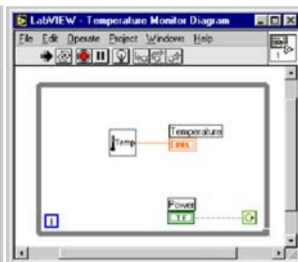
# Virtuální instrumentace - Úvod III

- Funkce generace průběhů, šumů,...
- Funkce ukládání do souboru.
- GUI – grafické uživatelské prostředí, ovladače pro přístroje.

přední panel



blokové schéma



# Virtuální instrumentace - Úvod IV

- Výhody:
  - dobrá orientace v programu,
  - není nutno znát syntaxi (= grafické programování),
  - snadná editace vstupních a výstupních prvků,
  - rozšiřitelnost pomocí DLL,
  - podpora multifunkčních měřicích karet,
  - kvalitně zpracovaná podrobná dokumentace,
  - relativně krátká doba zacvičení,
  - paralelní běh více činností.
- Nevýhody:
  - vysoká pořizovací cena,
  - nutnost spouštět virtuální přístroj z prostředí LabVIEW
  - paralelní běh více činností,