

Chyby měření.

Ing. Vlček

Dodatek k publikaci Moderní elektronika

Neurčitost výsledků měření

V praxi většinou neurčujeme chybu jednoho měření, ale **meze intervalu**, ve kterém leží skutečná hodnota měřené veličiny. **Šířka** tohoto intervalu je rovná **dvojnásobku** absolutní hodnoty **největší** možné **absolutní chyby** měření po korekci systematické chyby. Ve středu tohoto měření leží **výběrový průměr** měřené veličiny po korekci systematické chyby.

Neurčitost měření čili absolutní hodnota největší možné chyby – tolerance měření (uncertainty of measurement) je určena **chybami měřících přístrojů** (vyjádřené třídami přesnosti), **tolerancemi** dalších použitých **součástek** (rezistorů, kondenzátorů, dekád, etalonů), **náhodnými chybami** a vnějšími **rušivými vlivy**. **Systematické chyby** měření (např. spotřeba měřících přístrojů) je nutné korigovat.

Maximální chyba měření je dána **nejnepříznivějším případem**, kdy všechny dílčí chyby mají stejné znaménko a maximální možnou hodnotu. Jedná se ale o velmi nepravděpodobný případ, dílčí chyby jsou zpravidla menší a vzájemně se kompenzují.

Pokud provádíme N stejných měření, můžeme z nich určit **výběrový průměr X** a **směrodatnou odchylku s**. Výběrový průměr je **aritmetickým průměrem** všech naměřených hodnot.

$X = (1/N)$ krát součet všech naměřených hodnot

Čím více měření provedeme, tím více se přiblížíme ke skutečné hodnotě měřené veličiny.

Pro každé měření určíme **odchylku d** od tohoto výběrového průměru.

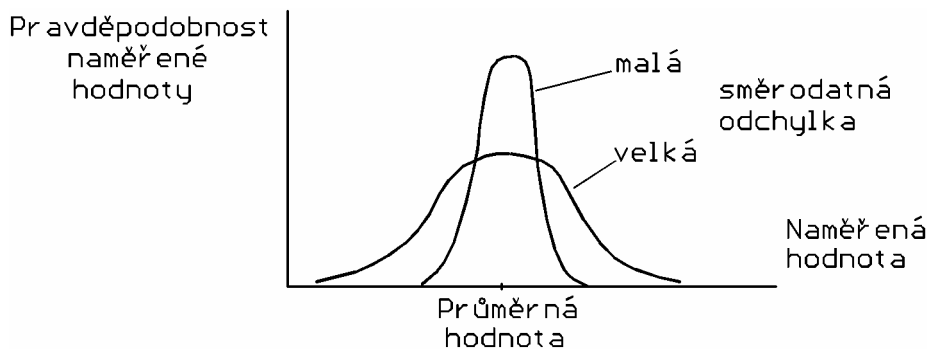
Směrodatná odchylka je potom

$s = \sqrt{(\text{součet druhých mocnin všech odchylek}/(N-1))}$

Její hodnota nám určuje podle **Gaussovy křivky pravděpodobné rozložení náhodné veličiny**.

Je velmi pravděpodobné, že **skutečná hodnota** leží **blízko výběrového průměru**. Pravděpodobnost, že je skutečná hodnota dále od tohoto průměru, je malá.

Gaussova křivka má **univerzální platnost** nejen pro zpracování výsledků měření. Například vlastnosti většiny lidí (výška, váha, inteligence) se blíží průměru, výrazně odlišných lidí je velmi málo.



Obrázek:

Gaussovo rozložení náhodné veličiny pro různé směrodatné odchylky (různý rozptyl) měřené veličiny

Chyby číslicových měřících přístrojů

se skládají ze dvou částí. Uvádějí se jako:

a/ z chyby **z naměřené hodnoty** a z chyby **z rozsahu**.

Obě chyby se udávají v procentech. **Výsledná absolutní chyba** je menší nebo rovna **součtu obou absolutních chyb**.

Př. Voltmetrem jsme na rozsahu 10 V naměřili 6 V. Chyba z rozsahu je 0,1 %, chyba z naměřené hodnoty 0,2 % . Výsledná chyba bude: $(10 \cdot 0,1)/100 + (6 \cdot 0,2)/100 = 10 \text{ mV} + 12 \text{ mV} = 22 \text{ mV}$ (0,1 % z 10 V je 10 mV, 0,2 % z 6 V je 12 mV).

b/ chybou v procentech **z naměřené hodnoty** a **počtem kvantizačních kroků** (počet jedniček **nejnižšího místa**).

Př: Čtyřmístným digitálním multimetrem jsme naměřili na rozsahu 100 V hodnotu 40 V. Výsledná chyba je $\pm 0,2\%$ z naměřené hodnoty ± 2 digit (kvantizační kroky).

$0,2\%$ z 40 V je 80 mV

Na čtyřmístném displeji hodnotě posledního čísla odpovídá 10 mV (první číslice je řád desítek voltů, poslední číslice je řád desítek mV)

Celková absolutní chyba bude $80 + 2 \cdot 10 = 100$ mV.

Stejně jako u analogových přístrojů platí, že **k dosažení minimální relativní chyby musíme mít přepnuto na co možná nejnižší rozsah**. Tehdy se méně uplatní chyba z rozsahu, což je chyba kvantizace a napěťové nesymetrie vstupního zesilovače a A/D převodníku. Chyba z naměřené hodnoty je chybou vstupního děliče napětí a zesílení.

Literatura: Elektrická měření, Vladimír Haasz, Vydavatelství ČVUT, Praha 2003