1. Rozdelenie prístrojov

Rozdelenie meracích prístrojov možno robiť približovania sa k skutočnej hodnote z hľadiska viacerých činiteľov ovplyvňujúcich presnosť merania. V elektrickom meraní porovnávame meranú veličinu s jej základnou jednotkou. Výsledkom je číselná veličina. Elektrické meranie je proces približovania sa k skutočnej hodnote.
Faktory presnosti: presnosť meracieho prístroja, presnosť metódy, rušivé vplyvy.
Činitele pri meraní: meraný objekt, merací prístroj, operator.

Podľa spôsobu, akým sa určuje meraná veličina z údaja prístroja, rozlišujeme dve základné skupiny meracích prístrojov:
Absolútne meracie prístroje umožňujú určiť meranú veličinu bez predchádzajúceho porovnania s iným prístrojom. Meraná veličina sa určuje z geometrických rozmerov časti prístroja, z ich hmotnosti a na základe merania času. Sú to špeciálne a veľmi presné prístroje. Meranú veličinu nám umožňujú určiť na základe rozmerov niektorých častí meracieho prístroja na základe váhy, sú najpresnejšie a najdrahšie.
Sekundárne meracie prístroje, v prípade ktorých meranú veličinu určujeme porovnávaním s hodnotou, ktorá bola určená pomocou presnejšieho meracieho prístroja. Medzi tieto prístroje patria všetky bežne používané meracie prístroje.

Podľa skupiny presnosti rozoznávame:
Etalóny (*normály*), pracujú s najvyššou možnou dosiahnuteľnou presnosťou.
Základné meracie prístroje, ktoré slúžia ako najpresnejšie prístroje na overovanie laboratórnych meracích prístrojov a na veľmi presné meranie. Majú spravidla triedu presnosti 0,1. Obyčajne vyžadujú špeciálne podmienky pri meraní.
Laboratórne prístroje, používané pre dostatočne presné laboratórne meranie v prevádzke.
Prevádzkové prístroje, pre bežnú technickú potrebu, pre bežné merania v prevádzkach (*menej presné, jednoduché a odolné*).

Podľa druhu meranej veličiny poznáme meracie prístroje **ampérmetre**, **voltmetre**, **wattmetre**, **galvanometre**, **ohmetre**, **elektromery**, **kmitomery**, **fázomery**, prístroje pre meranie neelektrických veličín a iné.
Podľa použitej sústavy prúdu rozoznávame prístroje **jednosmerné**, **striedavé jednofázové**, **striedavé viacfázové**. Často sa používajú univerzálne meracie prístroje s možnosťou merania viacerých veličín a s možnosťou prepínania jednosmerného a striedavého režimu.

Podľa spôsobu merania a údaja meranej veličiny môžeme prístroje rozdeliť na:
a) analógové meracie prístroje, ktoré spojitú zmenu meranej veličiny merajú i udávajú spojito. Výstupná veličina (*údaj*) môže spojito nadobúdať nekonečne veľké množstvo hodnôt v rámci daného rozsahu, v závislosti od hodnôt vstupnej (*meranej*) veličiny. Výstupnou veličinou analógového meracieho prístroja je najčastejšie výchylka ručičky ukazovacieho prístroja alebo výchylka svetelnej stopy na tienidle obrazovky. Osoba, ktorá meria danú veličinu analógovým meracím prístrojom, vyjadrí jej hodnotu v príslušných jednotkách na základe porovnania polohy ručičky alebo svetelnej stopy, vyvolanej meranou veličinou, s kalibrovanou stupnicou. Patria sem všetky elektromechanické meracie systémy ručičkové a vláknové.
b) číslicové (*digitálne*) meracie prístroje, ktoré menia meranú analógovú veličinu na diskrétnu a spojitú zmenu udávajú v číslicovom tvare (*diskrétnom tvare*). Výstupná veličina môže nadobúdať len nespojito konečný počet hodnôt. Digitálne meracie prístroje poskytujú na svojom výstupe číselný údaj reprezentujúci istý interval hodnôt vstupnej meranej veličiny, ktorému sa hovorí krok kvantovania. Pretože merané veličiny sú analógové, musí digitálny merací prístroj obsahovať prevodník analógovej veličiny na digitálnu. Prednosťou digitálnych meracích

prístrojov je jednoduchšia obsluha, pretože mnoho úkonov, tvoriacich merací proces, v nich prebieha automaticky. Podrobnejší popis digitálnych meracích prístrojov v rámci učebných osnov, je obsiahnutý v predmete Elektrotechnické meranie pre 4. ročník.

1.1 Meranie

Meranie je proces získavania informácií o kvantitatívnych parametroch meranej veličiny. Tieto kvantitatívne parametre spolu s kvalitatívnymi údajmi (*znalosťou vzájomných väzieb v rámci jedného javu i medzi viacerými javmi*) umožňujú získať úplný obraz pozorovaného javu. Merací proces, na ktorom sa podieľa meraný objekt, merací prístroj a operátor, spočíva v experimentálnom porovnaní meranej veličiny s niektorou jej hodnotou, zvolenou za jednotku, pomocou vhodných technických prostriedkov. V moderných automatizovaných meracích procesoch je úlohou operátora väčšinou len občasná kontrola meraných výsledkov a priebehu sledovaného procesu i keď sú oblasti prírodných vied a techniky, kde vyhodnotenie nameraných výsledkov nie je bez človeka mysliteľné.

Účel (*význam*) merania
Účelom merania v technike a prírodných vedách je zistiť, podľa akých zákonitostí prebieha pozorovaný jav, overiť teoreticky získané zákonitosti alebo stanoviť, či dané zariadenie má vlastnosti, ktoré sa pri jeho návrhu, resp. výrobe očakávali. Na získanie takýchto nových kvalitatívnych poznatkov treba zaručiť rôzny stupeň presnosti a potrebný rozsah experimentálnych výsledkov. Vo vede, výskume – meraním sú objavované, respektíve verifikované zákony a vzťahy. Vývoj, výroba – nastavenie a kontrola funkcie. Prevádzka – kontrola a riadenie (*U a f napätia v sieti, meranie vlastností telekomunikačných vedení*), oprava (*diagnostika*).

Metrológia
Veda a súhrn poznatkov o meraní. Predmetom metrológie sú teda okrem spôsobov merania (*meracie metódy*) aj chyby vznikajúce pri meraní, spôsoby vyhodnocovania, archivácie a prezentácie výsledkov, meracie prostriedky, atď.

Meracie metódy
a) Absolútne – využíva sa fyzikálno-definičný vzťah, do ktorého sa dosadzujú hodnoty nameraných veličín vyskytujúcich sa vo vzťahu.
b) Porovnávacie – porovnáva sa hodnota neznámej veličiny zo známou.
c) Výchylkové – veličina sa určuje z výchylky meracieho prístroja
d) Nulové – prístroj slúži iba ako indikátor nuly. Veličina sa určí z hodnôt nastavovaných prvkov.

Meranie z hľadiska spôsobu určenia meranej veličiny rozdeľujeme:
-Priame meranie, meranú veličinu ukazuje priamo prístroj, napr. meranie prúdu.
-Nepriame meranie, hodnota meranej veličiny sa získava výpočtom z iných veličín. (*Napr. meranie odporu Ohmovou metódou pomocou ampérmetra a voltmetra a výpočtom* $R = \frac{U}{I}$).
-Kombinované meranie, hodnotu meranej veličiny získame z viacerých priamych i nepriamych meraní riešením príslušnej sústavy rovníc.

1.2 Základné pojmy

Merací rozsah – symbol M, udáva sa v jednotkách meranej veličiny napr. volt (V), ampér (A), miliampér (mA), watt (W) a pod. Predstavuje maximálnu hodnotu, ktorú môže meraná veličina pri meraní dosiahnuť. Udáva sa na kryte prístroja, alebo priamo na stupnici, niektoré prístroje majú len jeden merací rozsah, iné majú niekoľko rozsahov.

Zmenu meracieho rozsahu je možné realizovať viacerými spôsobmi, najčastejšie sa používa:
- zmena polohy otočného prepínača
- zasunutie kolíčka do príslušnej zdierky
- zasunutie vodiča do príslušnej svorky
- opakovaným stláčaním tlačidla na prístroji
- automatická zmena rozsahu podľa veľkosti meranej veličiny

Merací rozsah má z hľadiska praktického merania význam z dvoch pohľadov:
a) v žiadnom prípade sa nesmie prekročiť merací rozsah, aby nedošlo k preťaženiu meracieho prístroja a k jeho prípadnému poškodeniu. Pri prekročení meracieho rozsahu tečie meracím systémom väčší prúd ako dovolený, všetky časti prístroja sú nedovolene mechanicky a tepelne namáhané. Môžu sa poškodiť cievky meracieho mechanizmu, direktívne pružiny, ručička, predradný odpor alebo bočník, elektronické časti prístroja atď. U digitálnych prístrojov je preťaženie rovnako nebezpečné, aj keď majú zvyčajne rýchlu nadprúdovú ochranu (*poistka*).
b) z hľadiska presnosti merania je potrebné prispôsobiť merací rozsah prístroja veľkosti meranej veličiny, aby sa k nej merací rozsah čo najviac približoval.

Rozsah stupnice - symbol *D*, udáva sa v dielikoch (*d*). Udáva počet dielikov stupnice, resp. dĺžku stupnice vyjadrenú v dielikoch.
Konštanta meracieho prístroja - symbol K, udáva sa v jednotkách meranej veličiny na dielik. Konštanta meracieho prístroja vyjadruje hodnotu meranej veličiny pripadajúcej na 1 dielik stupnice. Konštanta meracieho prístroja sa vypočíta poľa vzťahu:

$$K = \frac{M}{D} \qquad (jednotka/d;\ jednotka, d)$$

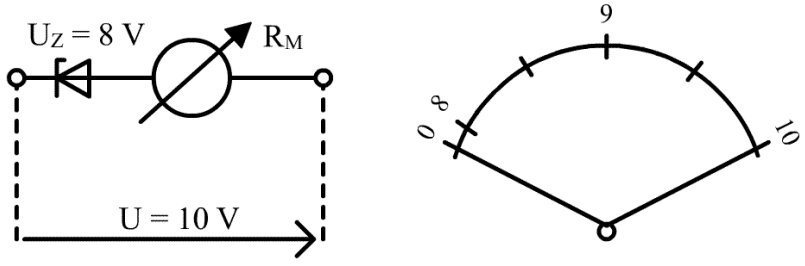
Konštanta má veľký význam pre určenie nameranej hodnoty. U väčšiny prístrojov je potrebné konštantu vypočítať, stretneme sa však aj s prístrojmi, ktoré majú konštantu uvedenú na kryte prístroja.

Citlivosť meracieho prístroja - symbol C, udáva sa v dielikoch na jednotku meranej veličiny. Citlivosť meracieho prístroja vyjadruje počet dielikov stupnice pripadajúcich na jednotku meranej veličiny. Citlivosť meracieho prístroja sa vypočíta poľa vzťahu:

$$C = \frac{1}{K} = \frac{D}{M} \qquad (d/jednotka;\ d, jednotka)$$

Výchylka – symbol α, udáva sa v dielikoch. Vyjadruje počet dielikov, ktoré ukazuje ukazovateľ (*ručička, svetelná stopa*) pri meraní. Výchylku je potrebné odčítať čo najpresnejšie.
Nameraná hodnota – všeobecne symbol X_N, pri konkrétnom meraní použijeme symbol meranej veličiny (U, I, P a pod.) a jednotku meranej veličiny (V, A, W, a pod.). Nameraná hodnota sa vypočíta poľa vzťahu: $X_N = K \,.\, \alpha$ (jednotka; jednotka/d, d**)**

Príklad potlačenia začiatku stupnice meracieho prístroja



Obr. 1.1. Príklad potlačenia začiatku stupnice meracieho prístroja

V dôsledku zapojenia diódy meria merací prístroj presne hodnoty napätia iba v rozsahu 8 až 10 V. Je to príklad deliča napätia.

2. Chyby a presnosť merania

Žiadnym meracím prístrojom a meracou metódou nie je možné určiť úplne presne skutočnú hodnotu meranej veličiny. Meraním sa snažíme určiť veľkosť meranej veličiny čo najpresnejšie. Presnosť merania sa udáva nepriamo veľkosťou chyby.

Podľa spôsobu výskytu rozdeľujeme chyby na:
a) systematické (*sústavné*) chyby – sú také chyby, ktoré pri opakovaní toho istého merania majú stále rovnakú veľkosť. Často ich veľkosť a príčinu vzniku poznáme, vieme ich korigovať, napr. chyby spôsobené vlastnou spotrebou prístrojov.
b) náhodné chyby – vyskytujú sa s neznámou zákonitosťou. Pri opakovanom meraní majú rôznu veľkosť, nepoznáme príčinu ich vzniku.

Podľa príčiny vzniku rozdeľujeme chyby na:
a) chyby meracej metódy – presnosť merania závisí aj od zvoleného spôsobu merania. Je potrebné zvoliť metódu podľa toho, s akou presnosťou chceme merať, napr. ak postačuje menšia presnosť môžeme použiť jednoduchšiu a rýchlejšiu metódu. Chyba metódy vzniká tým, že sa neuvažuje so všetkými vplyvmi, tieto sa kvôli zjednodušeniu zanedbávajú. Okrem toho voľba meracej metódy závisí aj od veľkosti meranej veličiny.
b) chyby meracích prístrojov – pozri Triedu presnosti
c) chyby spôsobené rušivými vplyvmi – pri meraní môžu na meracie prístroje pôsobiť rôzne vplyvy a ovplyvňovať ich údaje, k týmto vplyvom patria:
- mechanické vplyvy – trenie v ložiskách, pracovná poloha, vibrácie
- teplota – každý prístroj má pracovať v dovolenom rozsahu teplôt, pretože zmenou teploty sa mení napr. rezistancia, rozmery a pod.
- vonkajšie elektromagnetické pole – vyvoláva sily a momenty, ktoré spôsobujú zmenu údajov, pôsobí na prístroje, ktoré majú slabé vlastné pole, ⇒ magnetické tienenie.
- frekvencia – každý prístroj je určený pre meranie v určitom intervale frekvencií, v ktorom je zaručená jeho T_P, frekvencia ovplyvňuje napr. reaktanciu, u niektorých prístrojov od frekvencie priamo závisí moment systému.

Chyby merania:
Namerané veličiny sa líšia od skutočných hodnôt veličiny. Presnosť merania sa udáva nepriamo veľkosťou chyby merania.

Podľa zdrojov chýb:
a) subjektívne – zapríčinené obsluhou
b) objektívne – spôsobené objektívnymi príčinami

Matematické vyjadrenie chýb
Absolútna chyba: je rozdiel nameranej a skutočnej (*správnej*) hodnoty.
$\Delta_A = N - S$ N – nameraná hodnota, S – skutočná hodnota

Pomerová (*relatívna*) chyba: $\Delta_r = \frac{\Delta_A}{S}$

Percentuálna chyba: $\Delta_p = \Delta_r . 100\% = \frac{\Delta_A}{S} . 100\%$ [%]

Oprava (korekcia) a korekčná krivka pristroja
Oprava je záporne vzatá absolútna chyba: $O = -\Delta_A = S - N$