

Parametry digitálních multimetrů

Ing. Jiří Vlček

doplněk k publikaci *Moderní elektronika*

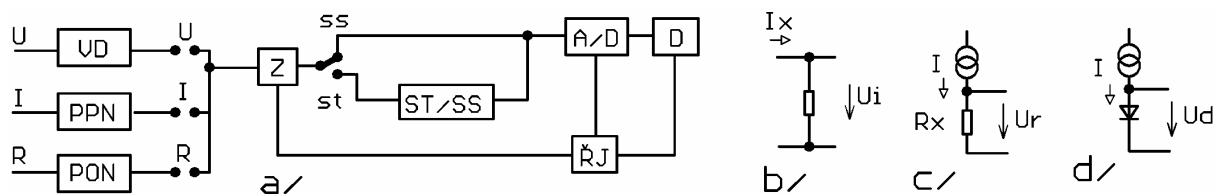
Základní číslicový voltmetr měří pouze stejnosměrné napětí. Po doplnění vhodnými převodníky měří také střídavé napětí, stejnosměrné a střídavé proudy, odpory, někdy i prahové napětí diod, kmitočty a kapacitu. Takový přístroj nazýváme digitální multimetr.

Skládá se z obvodů **vstupního děliče (VD)** a **zesilovače (Z)**, které slouží **ke změně** měřicích **rozsahů**, **A/D převodníku**, z logické **řídící jednotky (ŘJ)** a **displeje (D)**. A/D převodník je použit nejčastěji s **dvojitou integrací**. Pokud potřebujeme rychlejší převod, použijeme převodník s postupnou aproximací. Pro měření proudů slouží převodník proudu na napětí (PPN), pro měření odporů převodník odporu na napětí (PON). Pro měření střídavých napětí je před A/D převodník zařazen převodník střídavého na stejnosměrné napětí (ST/SS).

Kvalitnější multimetry jsou doplněny **mikroprocesorovým obvodem**, který zajišťuje **automatické přepínání rozsahů**, zobrazení **maximální**, nebo **minimální** hodnoty, **zapamatování** naměřené hodnoty, **průměrování** výsledků za delší časový interval. Některé multimetry jsou vybaveny obvodem standartizovaného **rozhraní**, které umožňuje komunikaci s PC a s dalšími přístroji v měřicím systému. **Proudy** převádíme na napětí **pomocí bočnicku**, na kterém měříme napětí (obr. b).

K měřeným rezistorům připojíme **zdroj konstantního proudu** a měříme na nich úbytek napětí (obr. c).

K převodu střídavého napětí na stejnosměrné nejčastěji používáme **přesné usměrňovače** s OZ. Jejich přesnost klesá s rostoucím kmitočtem a při měření nesinusových průběhů. V nejkvalitnějších multimetrech se používají převodníky skutečné efektivní hodnoty se vzorkováním měřeného průběhu. **Zesilovač** vstupního napětí musí být co možná **nejpřesnější**. U citlivějších přístrojů musí mít **automatickou kompenzaci offsetu** (při zkratovaných vstupních svorkách musí být na displeji nula i při velkých změnách teploty), případně autokalibraci.



Obrázek:

a/ Blokové schéma multimetru

b/ Princip měření proudů

c/ Princip měření odporů

d/ princip měření polovodičů

Další funkce multimetrů:

Měření polovodičů (prahového napětí diod a tranzistorů). K měřenému P-N přechodu se připojí zdroj konstantního proudu (např. 1 mA). Naměříme tak jeho prahové napětí, které se přímo ukáže na displeji. Při připojení diody v závěrném směru dojde k přetečení displeje, podobně jako když v režimu měření odporů není žádný odpor zapojen (obr.d).

Generátor (nejčastěji 1 kHz, obdélníkový průběh). Využívá se k orientačnímu měření obvodů v kombinaci s osciloskopem. V mnoha případech nám tento zdroj signálu stačí, nepotřebujeme už další generátor.

Akustický indikátor zkratu je vhodný pro kontrolu šňůr a plošných spojů, při měření se nemusíme zdržovat pohledem na displej.

Měření kapacit. Obvykle se používá Ohmova metoda. Měření má většinou jen informativní charakter.

Měření kmitočtu. V multimetru jsou zapojeny tvarovací obvody a logika čítače, který má s voltmetrem společný displej.

Kontrola baterie. Při poklesu napětí se na displeji nejprve zobrazí upozornění. Po dalším poklesu, pokud by již nebylo možné zajistit potřebnou přesnost, se přístroj vypne.

Automatické vypínání. Pokud po dobu zhruba půl hodiny neproběhlo žádné měření, přístroj se automaticky přepne do klidového režimu. Jeho odběr klesne na hodnotu okolo $1 \mu\text{A}$. Tomu předchází krátké písknutí. Tato funkce chrání baterii před vybitím. V zapnutém stavu je proudový odběr zhruba 1 mA .

„Analogová“ stupnice na displeji. Usnadňuje měření měnících se veličin (stejnoseměrné napětí se střídavou složkou). Je možné pohodlně pozorovat změnu měřené veličiny.

Ochrana proti nesprávné manipulaci. Čím kvalitnější a dražší přístroj, tím menší pravděpodobnost, že jej nesprávná manipulace poškodí. U levnějších přístrojů často dochází k poškození, připojíme-li napětí v režimu měření odporů. Proti špatnému zapojení ampérmetru (paralelně ke zdroji napětí) je přístroj obvykle chráněn **tavnou pojistkou**, aby v případě zkratu nedošlo k poškození přepínače a bočniců s malým odporem. Největší proudový rozsah (3 až 10 A) obvykle jištěn není. Vzhledem k malému odporu bočniců ($0,1 \Omega$) by to bylo velmi obtížné.

Výše uvedené funkce jsou realizovány speciálními integrovanými obvody. Levnější multimetry se vyrábí ve velkých sériích. Obsahují zpravidla jeden zákaznický integrovaný obvod doplněný displejem, přepínačem rozsahů a děliči napětí, nemají žádné nastavovací prvky. S rostoucí cenou roste přesnost přístrojů, při výrobě se provádí ruční nastavování, kalibrace a důkladná kontrola.

Parametry digitálních multimetrů:

Počet míst displeje – 3 až $8 \frac{1}{2}$. Měl by odpovídat celkové přesnosti nebo alespoň krátkodobé stabilitě přístroje, aby bylo možné využít plný rozsah přístroje pro srovnávací měření. Odpovídající rozlišovací schopnost přístroje je často lepší než jeho absolutní chyba.

Počet a hodnoty vstupních rozsahů. Přístroje mají obvykle 4 až 6 měřících rozsahů pro napětí např. $0,01$ až 1000 V , přepínání rozsahů je ruční nebo automatické.

Přesnost. Chyby jsou specifikovány samostatně pro všechny měřené veličiny, měřící rozsahy a jednotlivá frekvenční pásma.

Rozlišovací schopnost. Vyjadřuje nejmenší indikovanou změnu napětí, která odpovídá změně údaje o jedničku na nejnižším rozsahu.

Časová a teplotní stálost. Specifikace přesnosti se obvykle uvádí pro dva nebo tři časové intervaly po kalibraci: 24 hodin, 3 měsíce, 1 rok. Kalibrace se obvykle provádí při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Při větších odchylkách od této teploty přesnost klesá.

Citlivost na stejnosměrných rozsazích odpovídá rozlišovací schopnosti. Na střídavých rozsazích bývá obvykle nižší, protože převodníky střídavého napětí na stejnosměrné pracují až od určité hodnoty vstupního napětí.

Vstupní impedance bývá obvykle $10 \text{ M}\Omega$ pro měření stejnosměrných napětí a $1 \text{ M}\Omega$ paralelně s kapacitou 40 pF pro měření střídavých napětí.

Použitý **typ A/D** převodníku má vliv na rychlost měření (1 až $10\,000$ měření/sec) a odolnost proti rušení brumem 50 Hz . Nejrozšířenější jsou A/D převodníky s **dvojitou integrací**, doba měření je 100 až 200 ms .

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