

A digitális multiméterek

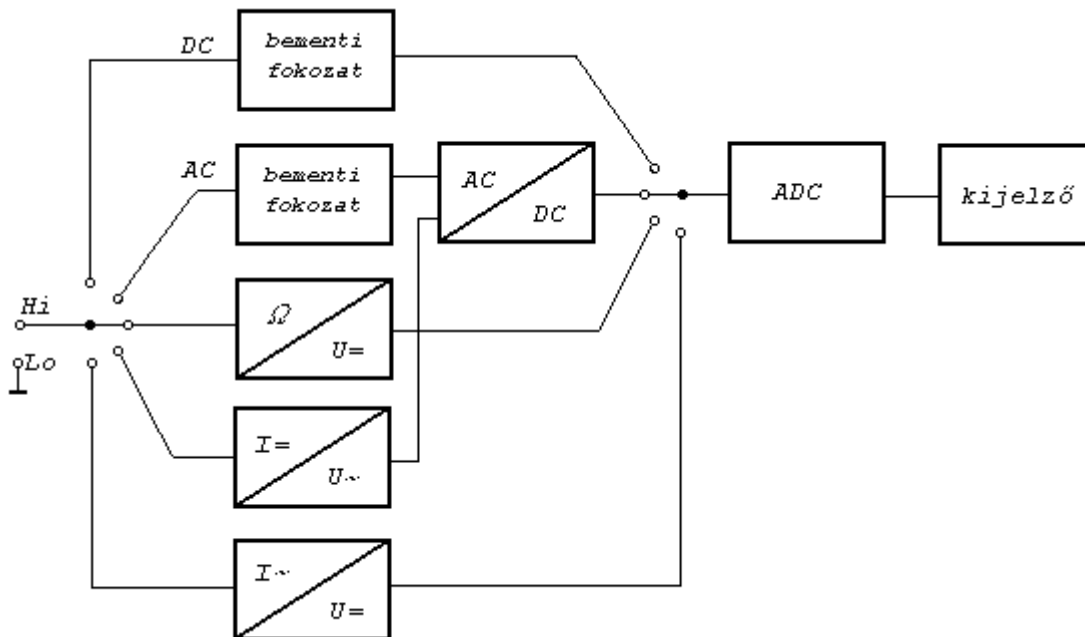
A digitális multiméterek - az analóg multiméterekhez hasonlóan - *egyen- és váltakozó feszültség, egyen- és váltakozó áram, valamint ohmos-ellenállás* mérésére alkalmasak.

Szolgáltatásuk azonban - a digitális jelfeldolgozás révén - nagyobb az analóg műszerekénél.

A digitális multiméterek előnye az analóg műszerekkel szemben:

- nagyobb pontosság,
- nagyobb érzékenység,
- nagyobb mérési sebesség,
- egyértelmű leolvashatóság,
- nagyobb bemeneti impedancia,
- nagyobb frekvencia tartomány.
- a mért érték tárolható,
- a műszer működtetése automatizálható,

A műszer tipikus blokkvázlata az alábbi ábrán látható.

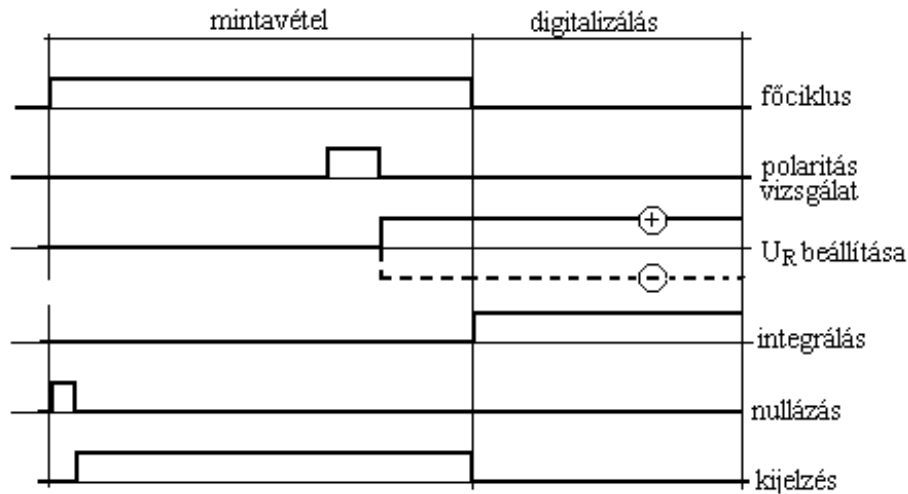


A digitális multiméterekben rendszerint a kétszeresen integráló (Dual Slope) típusú ADC működik. Ennek a bemenetére mindig egyenfeszültség jut. Tehát az áram és ellenállás mérése esetén, a mérendő jelet mindig egyenfeszültséggé kell alakítani, még az A/D átalakítás előtt.

A mérendő jel integrálási ideje $n \cdot 20$ ms, a leggyakoribb (50 Hz-es) zavarójelek kiszűrése (integrálása) érdekében.

Az automatizált funkciói:

- polaritás váltás és kijelzése,
- méréshatár váltás, tizedespont kijelzés,
- offset nullázás két mérés között.



1. A váltakozójel paraméterei

- Csúcsérték (Peak Value):

Jele: \hat{U} , U_{cs} , U_p

Szinuszos jel esetén: \hat{U}

- Lineáris, elektronikus középérték (Mean Value):

Jele: U_e , U_{mv} ,

$$U_e = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

Szinuszos jel esetén: 0

- Abszolút középérték (Average Value):

$$U_a = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

Jele: U_a , U_{av}

Szinuszos jel esetén: $0,637\hat{U}$

- Négyzetes középérték (RMS: Root Mean Square):

Jele: U_{eff} , U_{RMS} ,

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

Szinuszos jel esetén: $0,707\hat{U}$

2. Az elektronikus műszerek által mért és mutatott érték

A váltakozó feszültséget is mérő digitális voltmérők - szokásos elnevezésük digitális multiméterek - a jel abszolút középvértékét mérik.

Kijelzőjük azonban az elektromechanikus műszerek hagyományait követve effektív értéket (RMS) mutatnak.

A korrekciók, szinuszos jelet feltételezve:

- csúcstényező (crest factor):

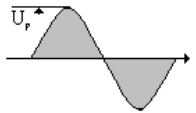
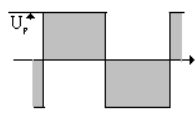
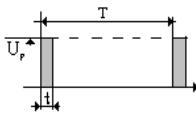
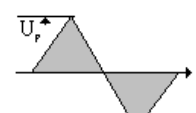
$$k_{cs} = \frac{U_p}{U_{RMS}} = \sqrt{2}$$


- forma tényező (form factor):

$$k_f = \frac{U_{eff}}{U_a} = \frac{0,707}{0,637} = 1,11$$

A műszer által használt korrekciós tényező csak szinuszos jelek mérése esetén ad helyes eredményt. Ettől eltérő alakú jelek esetén a műszer hamis értéket mutat.

Néhány tipikus, nemszinuszos jel korrekciós tényezője:

Jel	U_a (abszolút közép érték)	U_{eff} (effektív érték = RMS)	$k_f = \frac{U_a}{U_{eff}}$ (formatényező ő)	$k_{cs} = \frac{U_p}{U_{eff}}$ (csúcstényező ő)
	$\frac{2}{\pi} U_p$	$\frac{U_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2}$
	U_p	U_p	1	1
	$U_p \frac{t}{T}$	$U_p \sqrt{\frac{t}{T}}$	$\frac{1}{\sqrt{\frac{t}{T}}}$	$\frac{1}{\sqrt{\frac{t}{T}}}$
	$\frac{U_p}{2}$	$\frac{U_p}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3}$

	$\frac{2}{\pi} U_p$	$\frac{U_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2}$
---	---------------------	------------------------	--------------------------------	------------

Valós effektív értéket mérő digitális voltmérők (TRMS):

A korszerű, mikroprocesszoros DMM már bármilyen bementi jel esetén folyamatosan el tudja végezni az igazi effektív érték számítását (négyzetre emelést, integrálást és gyökvonást), így nincs szükség az 1,11-es szorzóra.

Az ilyen műszerek neve: *True Root Mean Square DMM* (TRMS-DMM).

3. A mérés kijelzése dB-ben

A korszerű digitális multiméterek a mért értéket decibelben is kijelzik. A kijelzés egy referencia feszültséghez viszonyítva történik:

$$dB = 20 \log \frac{U_{\text{mért}}}{U_{\text{referencia}}}$$

Ahol: U_{ref} az a feszültség, amelyet 600Ω -os terhelő ellenálláson $1mW$ teljesítmény hoz létre.

$$U_{\text{ref}} = \sqrt{10^{-3} W * 600\Omega} = 0,7746V$$

4. A digitális multiméterek műszer hibája

A digitális műszerek hibája az analóg rész hibájából és a digitális számlálás hibájából tevődik össze. A megadás lehetséges módjai:

1. A mért értékre vonatkoztatott h_{rdg} (rdg, reading, leolvasott érték) hiba:

$$h_{rdg} = \pm \frac{H_x}{x_{rdg}} 100\%$$

Ahol: H_x a mérés abszolút hibája, x_{rdg} pedig az éppen mért érték.

2. A méréshatárra vonatkoztatott h_{fs} (fs, full scale, méréshatár) hiba:

$$h_{fs} = \pm \frac{H_x}{x_{fs}} 100\%$$

Ahol: H_x a mérés abszolút hibája, x_{fs} pedig a műszer aktuális méréshatára.

A két hiba egymással kifejezhető, így a mért értékre vonatkoztatott hiba:

$$h_{rdg} = h_{fs} \frac{x_{fs}}{x_{rdg}}$$

3. Az impulzusszámlálásból adódó h_{sz} hiba:

$$h_{sz} = \pm \frac{D}{N_k} 100\%$$

Ahol: N_k a digitális műszeren kijelzett teljes szám értéke, D a bizonytalan jegyek száma.

Példa: Legyen egy digitális műszer méréshatára $U_{fs} = 10mV$, és az éppen mutatott érték $U_{rdg} = 5,215mV$. A műszer pontossági adatai: $h_{fs} = \pm 0,02\%$ és $D = 1$.

$$h_{rdg} = h_{fs} \frac{U_{fs}}{U_{rdg}} = \pm 0,02\% \frac{10mV}{5,215mV} \cong \pm 0,038\%$$

$$h_{sz} = \pm \frac{1}{5215} 100\% = \pm 0,019\%$$

Az eredő hiba relatív:

$$h = \pm |0,038\% + 0,019\%| = \pm 0,055\%$$

A műszer a mért érték körül:

$$H = \frac{h}{100\%} U_{rdg} = \pm \frac{0,055\%}{100\%} 5,215mV \cong \pm 3\mu V \text{ hibasávot okoz.}$$