

### 3. Vliv tvaru křivky na údaj měřicího přístroje

#### 3.1. Naměřené hodnoty

- $U_{MG}$  – hodnota měřená magnetoelektrickým přístrojem s usměrňovačem, který měří střední hodnotu střídavého napětí, ale je kalibrován na efektivní,  $TP = 1,5$ .
- $U_{FM}$  – feromag. přístroj měřící efektivní hodnotu napětí  $TP = 0,5$ .
- $U_{DV}$  – číslicový voltmetr kalibrováný na efektivní hodnotu harmonického průběhu napětí,  $TP = \pm(0,1\% \text{ údaje} + 0,05\% \text{ rozsahu})$ .
- $U_{RMS}$  – číslicový voltmetr s integrovaným převodníkem pravé efektivní hodnoty (RMS – root mean square),  $TP = \pm(0,5\% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$ .

Pokud přístroj ( $U_{MG}$  a  $U_{DV}$ ) neměří skutečnou efektivní hodnotu je v závorce uveden údaj odečtený z přístroje, skutečná hodnota je přepočtený pomocí činitelů tvaru  $k_t$ , odvozených v následující části.

	$U_{MG}$ [V]	$U_{FM}$ [V]	$U_{DV}$ [V]	$U_{RMS}$ [V]	$U_{ef}$ [V]	$U_{sar}$ [V]
$\alpha = 0^\circ$	$51,5 \pm 1,0$	$51,9 \pm 0,37$	$51,17 \pm 0,06$	$51,25 \pm 0,73$	51,25	46,14
$\alpha = 45^\circ$	(42,5) 47,5	47,5	(42,48) 47,49	47,92	48,87	39,38
$\alpha = 90^\circ$	(22,5) 31,8	31,5	(21,83) 30,87	32,62	36,24	23,07

#### 3.2. Výpočty

- Velikost amplitudy  $U_m$  měřených průběhů, jako nejpřesnější považujeme napětí  $U_{RMS} = U_{ef} = 51,25$  V:

$$U_m = U_{ef} \sqrt{2} = \sqrt{2} \cdot 51,25 \text{ V} = 72,48 \text{ V}$$

Tato hodnota je odečtena z 4 a 1/2 místného přístroje LG DM441B na rozsahu  $R = 200$  V, kde je třída přesnosti  $\pm(0,5\% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$ . Nejistota přístroje vychází:

$$u(U_{RMS}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \frac{\delta_1}{100} U_{ef} + NR \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \frac{0,5}{100} 51,25 + 10 \frac{200}{2000} \right) \text{ V} = 0,725 \text{ V}$$

- Hodnoty napětí pro průběh  $\alpha = 45^\circ$ :

– aritmetická střední hodnota

$$U_{sar2} = \frac{2}{T} \int_{\frac{T}{8}}^{\frac{T}{2}} U_m \sin \omega t \, dt = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} U_m \sin x \, dx = \frac{U_m}{\pi} \left[ 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right] \doteq 39,38 \text{ V}$$

– efektivní hodnota

$$U_{ef2} = \sqrt{\frac{2}{T} \int_{\frac{T}{8}}^{\frac{T}{2}} U_m^2 \sin^2 \omega t \, dt} = \frac{U_m}{2\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{3\pi}{2} + 1} = \frac{72,48}{2\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{3\pi}{2} + 1} \text{ V} \doteq 48,87 \text{ V}$$

– činitel tvaru

$$k_{t_{45^\circ}} = \frac{U_{ef2}}{U_{sar2}} = \frac{\frac{U_m}{2\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{3\pi}{2} + 1}}{\frac{U_m}{\pi} \left[1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right]} = \frac{\sqrt{\pi} \sqrt{6\pi + 4}}{2(2 + \sqrt{2})} \doteq 1,2408$$

- Hodnota napětí pro průběh  $\alpha = 90^\circ$ :

– aritmetická střední hodnota

$$U_{sar3} = \frac{2}{T} \int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}} U_m \sin \omega t \, dt = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} U_m \sin x \, dx = \frac{U_m}{\pi} = \frac{72,48}{\pi} \text{ V} = 23,07 \text{ V}$$

– efektivní hodnota

$$U_{ef3} = \sqrt{\frac{2}{T} \int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}} U_m^2 \sin^2 \omega t \, dt} = \frac{U_m}{2} = \frac{72,48}{2} \text{ V} = 36,24 \text{ V}$$

– činitel tvaru

$$k_{t_{90^\circ}} = \frac{U_{ef3}}{U_{sar3}} = \frac{\frac{U_m}{2}}{\frac{U_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2} \doteq 1,5708$$

### 3.3. Závěr

Feromagnetický přístroj a číslicový přístroj s integrovaným převodníkem efektivní hodnoty měří skutečnou efektivní hodnotu. U magnetoelektrického přístroje a číslicového měřáku kalibrovaného na harmonický průběh je nutné ukázaný údaj přepočítat na skutečnou hodnotu pomocí činitele tvaru, který musí být u měřeného signálu předem znám.

Rozdíl mezi teoreticky odvozenou hodnotou  $U_{ef}$ ,  $U_{sar}$  a měřenými údaji je s největší pravděpodobností způsoben zdrojem napětí. Průběh tohoto napětí je značně zkreslen ve srovnání s teoretickým harmonickým průběhem.