

|  |                    |    |        |
|--|--------------------|----|--------|
| Politechnika Rzeszowska<br>Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych | Grupa:             | 1. | Data:  |
|  |                    | 2. |        |
| Pomiary wielkości fizycznych w energetyce                                | Nr ćw.<br><b>5</b> | 3. | Ocena: |
| Pomiary współczynnika zniekształceń nieliniowych                         |                    | 4. |        |

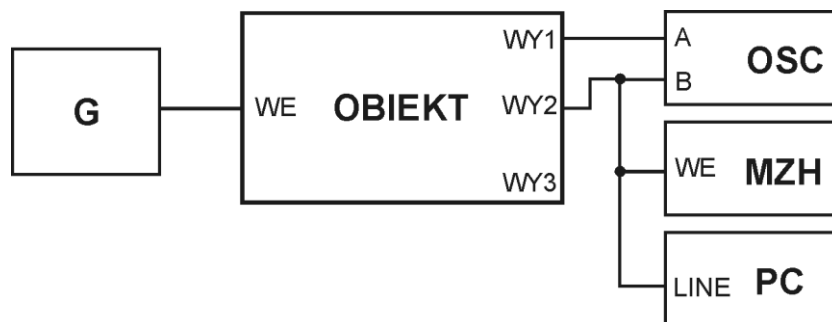
## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych zasad pomiaru współczynnika zniekształceń nieliniowych (współczynnika zawartości harmonicznych – THD, ang. Total Harmonic Distortion) oraz poznanie sposobu wyznaczania widma amplitudowego sygnału.

## 2. Program ćwiczenia

### 2.1. Pomiar wartości współczynnika zniekształceń nieliniowych (THD) sygnału odkształconego za pomocą miernika zniekształceń nieliniowych i oscyloskopu cyfrowego

Do gniazda wejściowego WE obiektu zniekształcającego sygnał podłączyć generator funkcyjny G, gniazdo wyjściowe WY1 połączyć z wejściem A (CH1) oscyloskopu OSC, gniazdo WY2 z wejściem B (CH2), wejściem miernika zawartości harmonicznych MZH (rys. 1). Zwiększając amplitudę sinusoidalnego sygnału wejściowego, zaobserwować odkształcanie sygnału wyjściowego.



Rys. 1. Schemat blokowy układu do pomiaru współczynnika  $h_x$

Zapoznać się z danymi technicznymi i obsługą miernika zniekształceń nieliniowych i oscyloskopu cyfrowego. Dokonać pomiaru współczynnika zniekształceń nieliniowych (THD) za pomocą bezpośredniego pomiaru miernikiem oraz wykorzystując opcję szybkiej analizy Fouriera w oscyloskopie (analiza widma).

### 2.2. Pomiar THD za pomocą nanowoltomierza selektywnego

Zapoznać się z danymi technicznymi i obsługą nanowoltomierza selektywnego nV. Ustawić pokrętko zmiany czułości nanowoltomierza na najwyższy zakres pomiarowy (najmniejsza czułość). Przetłącznikiem selektywności włączyć największą selektywność oktawową. Połączyć układ pomiarowy jak na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy układu do oszacowania współczynnika  $h_x$

Nie zmieniając na generatorze parametrów sygnału pomiarowego, zmierzyć wartości skuteczne napięcia kilku kolejnych harmonicznych  $U_1, \dots, U_i$  – pomiar wykonać zgodnie z procedurą opisaną w instrukcji obsługi nanowoltomierza. Przed każdym następnym pomiarem ustawić największy zakres pomiarowy nanowoltomierza. Wartości częstotliwości kolejnych harmonicznych obliczyć jako krotność częstotliwości pierwszej harmonicznej. Obliczoną częstotliwość  $f_{i-obl}$  ustawić na przyrządzie. Zwiększając czułość miernika, skorygować nastawienia pokręteł częstotliwości tak, aby uzyskać maksymalne wychylenie wskazówki. Dla każdej i-tej harmonicznej zapisać wartość ustawioną na nanowoltomierzu częstotliwości  $f_i$  i odczytaną z odpowiedniej skali miernika wartość skuteczną napięcia harmonicznej  $U_i$ . Obliczyć wartość skuteczną napięcia wyższych harmonicznych  $U_{2+i}$  i całkowitą wartość skuteczną napięcia  $U_{1+i}$ . Korzystając ze wzoru definicyjnego obliczyć wartość współczynnika zawartości harmonicznych THD.

### 3. Wyniki pomiarów

#### 3.1. Pomiar THD za pomocą miernika zniekształceń nieliniowych

$$h_w =$$

$$\Delta_{mb} = \pm \frac{kl}{100} h_N =$$

$$h_w = \dots \pm \dots$$

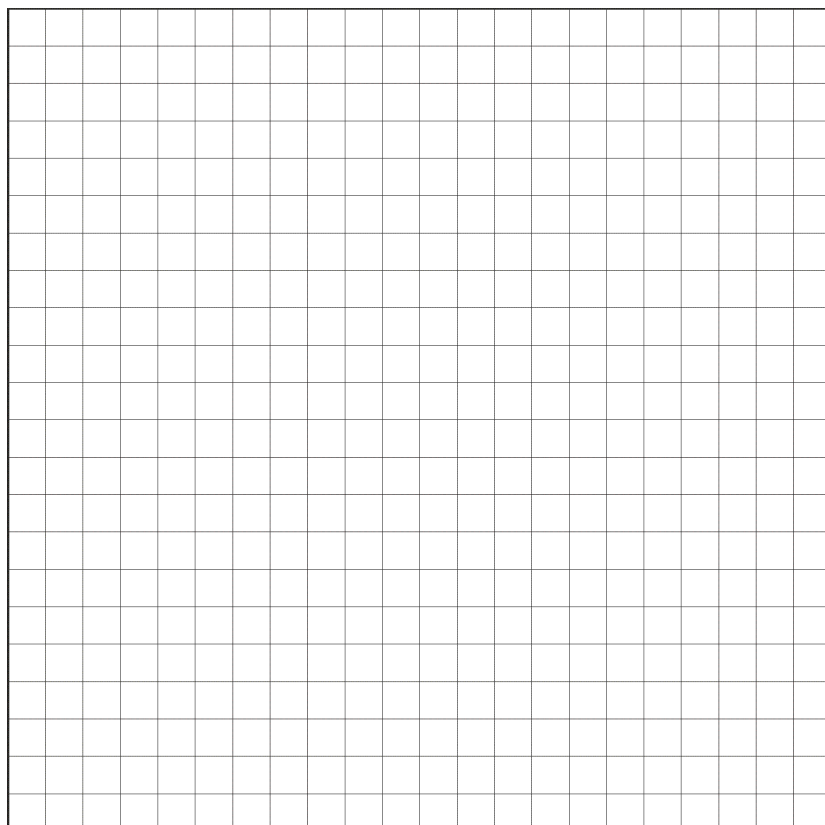
#### 3.2. Wyznaczanie wartości THD za pomocą analizy Fouriera wykonanej oscyloskopem cyfrowym

Wartość napięcia na oscyloskopie podana jest w decybelach (dBm – decyBel odniesiony do mocy  $P_{ref}$  na rezystancji  $R_{ref}$ ). Przeliczyć wartość napięcia z dBm na wolty oraz narysować obserwowane widmo na wykresie (uwaga! należy poprawnie opisać osie sporządzonego wykresu).

$$P_{ref} = \frac{U_{ref}^2}{R_{ref}} \Rightarrow U_{ref} = \sqrt{\frac{P_{ref}}{R_{ref}}} = 1$$

$$U [V] = U_{ref} \cdot 10^{\frac{U [dBm]}{20}}$$

|             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| $f_i$ [Hz]  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| $U_i$ [dBm] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| $U_i$ [V]   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |



Wartość skuteczna wyższych harmonicznych sygnału odkształconego

$$U_{2\div i} = \sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_i^2} =$$

Całkowita wartość skuteczna sygnału odkształconego

$$U_{1\div i} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_i^2} =$$

THD sygnału odkształconego

$$h_x = \frac{U_{2\div i}}{U_{1\div i}} 100\% =$$

### 3.3. Oszacowanie THD za pomocą nanowoltomierza selektywnego

|            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $f_i$ [Hz] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| $U_i$ [V]  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

Wartość skuteczna wyższych harmonicznych sygnału odkształconego

$$U_{2\div i} = \sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_i^2} =$$

Całkowita wartość skuteczna sygnału odkształconego

$$U_{1\div i} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_i^2} =$$

THD sygnału odkształconego

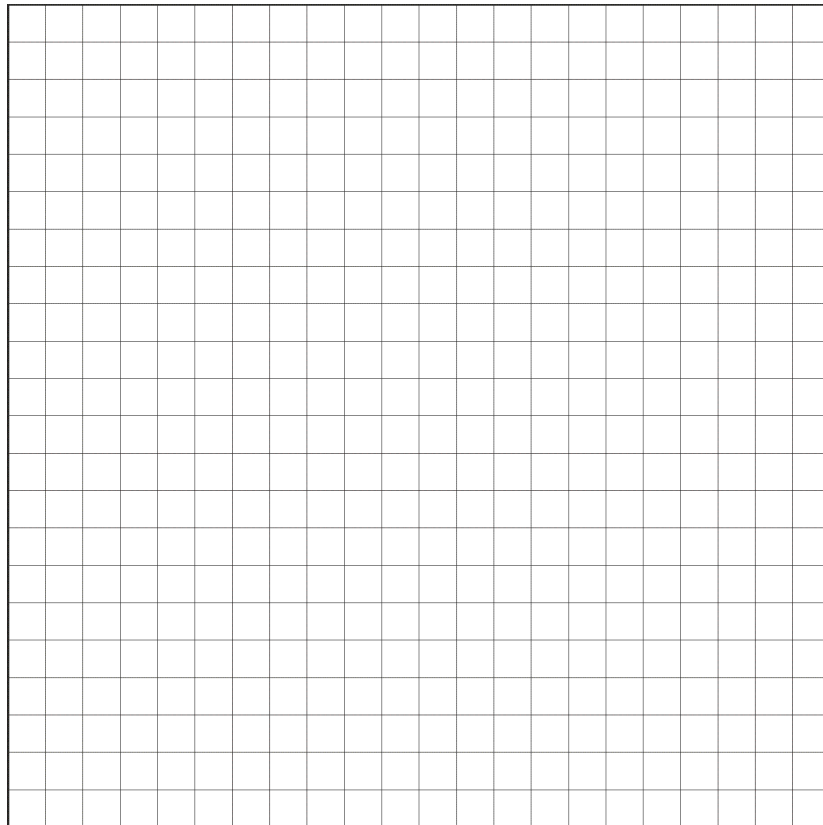
$$h_x = \frac{U_{2\div i}}{U_{1\div i}} 100\% =$$

Analiza harmoniczna przebiegu odkształconego

|       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| i [-] | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| z [%] | 100 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

$$z = \frac{U_i}{U_1} 100\%$$

Widmo amplitudowe napięcia odkształconego:



#### 4. Wnioski

#### Pytania kontrolne

1. Jaki efekt w dziedzinie czasu powoduje wprowadzanie przez układ zniekształceń nieliniowych sygnału?
2. Jaki efekt w dziedzinie częstotliwości powoduje wprowadzanie przez układ zniekształceń nieliniowych sygnału?
3. Na czym polega pomiar współczynnika zniekształceń nieliniowych metodą wytłumienia pierwszej (podstawowej) harmonicznej?
4. Jak na drodze pomiarowej można wyznaczyć współczynniki szeregu Fouriera?

#### Literatura

- [1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna, Warszawa: WNT, 2010.
- [2] Parchański J.: Miernictwo elektryczne i elektroniczne, Warszawa: WSiP, 1997r.
- [3] Marcyniuk A., Pasecki E., Pluciński M., Szadkowski B.: Podstawy metrologii elektrycznej, Warszawa: WNT, 1984.
- [4] Hagel R., Zakrzewski J.: Miernictwo dynamiczne, Warszawa: WNT, 1984r.
- [5] Szadkowski B.: Laboratorium metrologii elektrycznej i elektronicznej, Gliwice:
- [6] Wyd. P. Śl., 1994.
- [7] Rylski A.: Metrologia II prąd zmienny, Rzeszów: OWPRz, 2006r.