Politechnika Rzeszowska Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych	Grupa **L..../Z....**	1……..... *kierownik* 2.....	Data
Laboratorium Metrologii Elektrycznej			
POMIARY WSPÓŁCZYNNIKA ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH	Nr ćwicz. **4**	3..... 4.....	**Ocena**

I. Cel ćwiczenia

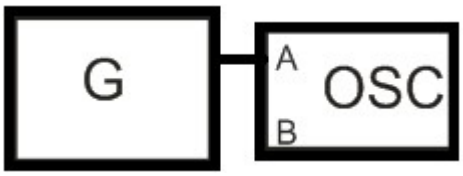
Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych zasad pomiaru współczynnika zniekształceń nieliniowych (współczynnika zawartości harmonicznych – THD, ang. Total Harmonic Distortion) oraz poznanie sposobu wyznaczania widma amplitudowego sygnału.

II. Program ćwiczenia

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy włączyć generator funkcyjny, oscyloskop cyfrowy w celu ustabilizowania się termicznych warunków pracy tych przyrządów.

1). WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH SYGNAŁU WZORCOWEGO h_w

Połączyć układ według schematu przedstawionego na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu do pomiaru współczynnika h_w

a) Oszacowanie h_w za pomocą analizy widma FFT oscyloskopu cyfrowego

Ustawić na generatorze przebieg sinusoidalny (wzorcowy) o częstotliwości z zakresu 100 ÷ 300 Hz. Oszacować za pomocą oscyloskopu wartość częstotliwości f_w i amplitudy U_{mw} sygnału.

Następnie na oscyloskopie:

- ustawić analizę widma FFT (**MATH, Operate: FFT**),
- do pomiaru wartości widma FFT należy wykorzystać kursory (**CURSOR, Mode: MANUAL, Source: FFT**). Po ustawieniu możliwości obsługi kursorów można korzystać z dwóch kursorów **Cur A**, **Cur B**. Wyboru tych kursorów dokonuje się poprzez wciśnięcie pokrętła ↻. Ustawienia kursorów w dowolnym położeniu dokonuje się też za pomocą tego pokrętła.

Zapisać wyniki pomiarów. Porównać wartość zmierzonego współczynnika zawartości harmonicznych h_w z wartością określoną przez producenta w instrukcji obsługi generatora.

Na podstawie pomiarów, narysować widmo amplitudowe przebiegu wzorcowego. Wykres narysować jako procentowy udział w sygnale kolejnych harmonicznych (w stosunku do wartości pierwszej harmonicznej) w funkcji częstotliwości *f*.

2) WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH SYGNAŁU ODKSZTAŁCONEGO h_x ZA POMOCĄ OSCYLOSKOPU CYFROWEGO

a) Połączyć układ pomiarowy według schematu przedstawionego na rys. 2. Obsługę oscyloskopu, pomiary i analizę należy wykonać jak w pkt. 1a.



Rys. 2. Schemat blokowy układu do pomiaru współczynnika h_x

b) Wykonać programu do akwizycji i analizy częstotliwościowej (widmo szybkiej transformaty Fouriera) zgodnie z załączoną do ćwiczenia instrukcją (załącznik 1). W miejsce oscyloskopu wpiąć kartę pomiarową z komputerem. Przeprowadzić analizę sygnału odkształconego.

III. Przebieg ćwiczenia

Spis przyrządów:

Oscyloskop (producent:..... , model:.....)		
Liczba kanałów:	Wielkość ekranu, V dz × H dz:	
Czułość pionowa, C_y:	Podstawa czasu, C_t:	
Pasmo przenoszenia, f_p:	Rozdzielczość przetwornika A/C:	
Impedancja wejściowa:		
Generator funkcyjny (producent:..... , model:.....)		
Zakres napięcia, U_w	Zakres częstotliwości, f_w	Zawartość harmonicznych we wzorcowym sygnale sinusoidalnym, h_w
Karta pomiarowa (producent:..... , model:.....)		
Zakresy napięć wejściowych:	Liczba i rodzaj wejść analogowych	Częstotliwość próbkowania:
Rozdzielczość:	Podstawowe parametry dokładności:	

1) WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH SYGNAŁU WZORCOWEGO h_w

Amplituda i częstotliwość sygnału wzorcowego:

$$U_{mw} = \frac{1}{2} l_y \cdot C_y =$$

$$f_w = \frac{1}{l_t \cdot C_t} =$$

a) Oszacowanie h_w za pomocą analizy widma FFT oscyloskopu cyfrowego

Nr prążka	1	2	3	4	5	6
f_i [Hz]						
U_i [V]						

Wartość skuteczna wyższych harmonicznych sygnału wzorcowego:

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

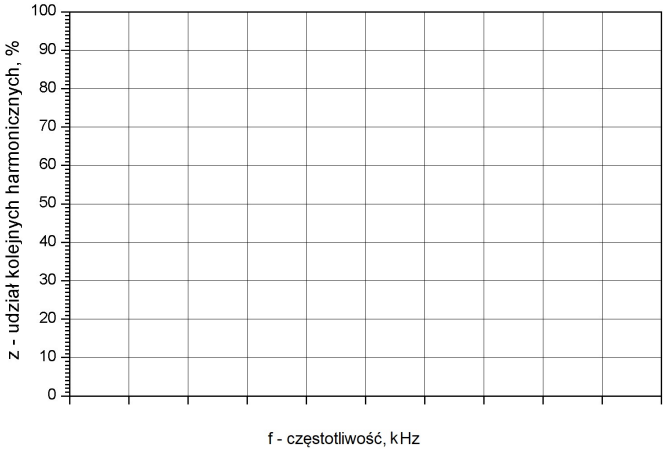
Całkowita wartość skuteczna sygnału wzorcowego:

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

THD sygnału wzorcowego:

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

Widmo amplitudowe napięcia wzorcowego:



2) WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH SYGNAŁU ODKSZTAŁCONEGO h_x

Amplituda i częstotliwość sygnału odkształconego (pomiar oscyloskopem):

$U_{mx} = \frac{1}{2} l_y \cdot C_y =$

$f_x = \frac{1}{l_t \cdot C_t} =$

a) Oszacowanie h_x za pomocą analizy widma FFT oscyloskopu cyfrowego

Nr prążka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i [Hz]									
U_i [mV]									

Wartość skuteczna wyższych harmonicznych sygnału odkształconego:

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

Całkowita wartość skuteczna sygnału odkształconego:

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

THD sygnału odkształconego:

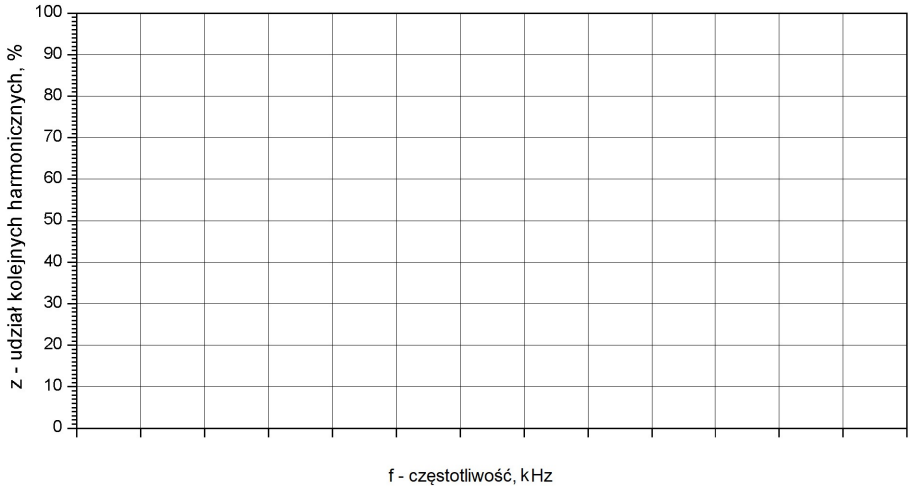
$h_x = \frac{U_{2 \div i}}{U_{1 \div i}} 100\% =$

Analiza harmoniczna przebiegu odkształconego

Nr prążka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
z [%]									

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

Widmo amplitudowe napięcia odkształconego:



b) Oszacowanie h_x za pomocą analizy widma FFT z wykorzystaniem karty pomiarowej i oprogramowania w środowiskuLabVIEW

Nr prążka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i [Hz]									
U_i [mV]									

Wartość skuteczna wyższych harmonicznych sygnału odkształconego:

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

Całkowita wartość skuteczna sygnału odkształconego:

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

THD sygnału odkształconego:

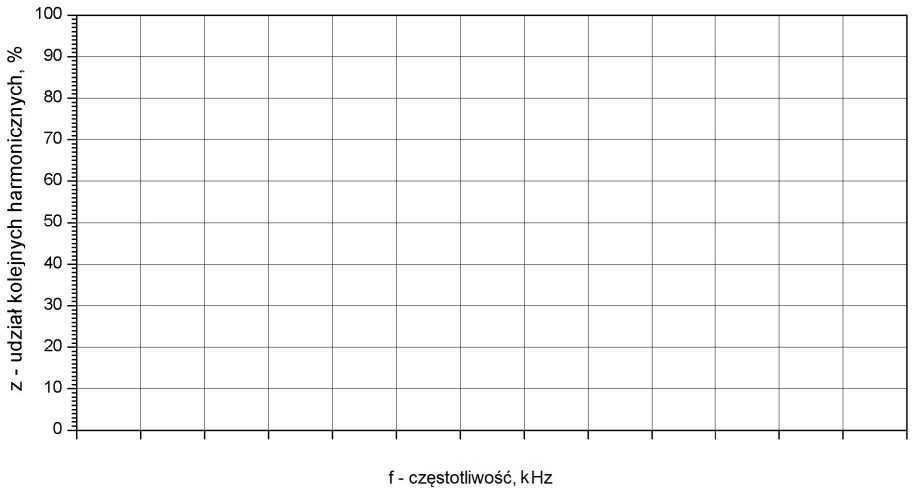
$$h_x = \frac{U_{2\div i}}{U_{1\div i}} 100\% =$$

Analiza harmoniczna przebiegu odkształconego

Nr prążka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
z [%]									

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

Widmo amplitudowe napięcia odkształconego:



IV. Wnioski

V. 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?

VI. 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: Wyd. P. Śl., 1994.
6. Rylski A., Wojturski J.: Metrologia elektryczna, Rzeszów: OWPRz, 2013r.