

<b>Elektroniczna Aparatura Pomiarowa</b>	
<b>SPRAWOZDANIE</b>	
<b>Temat: GENERATORY POMIAROWE i CZĘSTOŚCIOMIERZE</b>	
<b>Grupa:</b>	Data wykonania ćwiczenia: .....
Zespół w składzie:  1. 2. 3.	Data oddania sprawozdania: .....
	Ocena:
	Prowadzący ćwiczenie: .....

Uwagi prowadzącego:

## **1. Badanie analogowego generatora funkcji**

### **1.1. Charakterystyka ogólna badanego generatora**

*Opisz sposób ustawiania wartości częstotliwości sygnału z badanego generatora.*

.....  
.....  
.....  
.....

### **1.2. Analiza jakościowa kształtów generowanych sygnałów**

*Na podstawie instrukcji obsługi badanego generatora lub informacji uzyskanych od prowadzącego podaj typ oscylatora wzbudzającego badanego generatora. Przedstaw budowę tego oscylatora.*

*Typ oscylatora wzbudzającego: .....*

*Budowa:*

*Jak oceniasz jakość odwzorowania sygnału sinusoidalnego i prostokątnego z generatora?*

.....  
.....  
.....

### 1.3. Sprawdzenie skalowania regulatorów częstotliwości generatora

Na podstawie danych pomiarowych z tabeli 5 protokołu wyznacz względną niepewność skalowania regulatora częstotliwości badanego generatora  $\delta_f$ . Wyniki wpisz do tabeli 20. Przedstaw przykładowe obliczenia.

Tabela. 20. Wyniki obliczeń niepewności względnych skalowania regulatora częstotliwości

Zakres		x 1 Hz			
$f_{gen}$	Hz	10	20	50	100
$\delta_f$	%				
Zakres		x 10 Hz			
$f_{gen}$	Hz	100	200	500	1000
$\delta_f$	%				
Zakres		x 100 Hz			
$f_{gen}$	kHz	1	2	5	10
$\delta_f$	%				
Zakres		x 1 kHz			
$f_{gen}$	kHz	10	20	50	100
$\delta_f$	%				
Zakres		x 10 kHz			
$f_{gen}$	kHz	100	200	500	1000
$\delta_f$	%				

Przykładowe obliczenia dla  $f_{gen} = \dots\dots\dots$ , zakres:  $\dots\dots\dots$

$$\delta_f = \frac{|f_{gen} - f_m|}{f_{gen}} =$$

Znajdź w instrukcji obsługi badanego generatora informacje dotyczące dokładności skalowania regulatora częstotliwości, zapisz je poniżej i porównaj z otrzymanymi wynikami.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 1.4. Sprawdzenie regulatorów napięcia generatora

Na podstawie wartości skutecznych napięcia generatora zmierzonych woltomierzem cyfrowym zapisanych w tabeli 6 protokołu wyznacz wartość międzyszczytową napięcia wyjściowego generatora dla obu kształtów sygnału. Przedstaw obliczenia. Wyniki zapisz w tabeli 21.

Tabela 21. Wyniki obliczeń wartości międzyszczytowych sygnału z generatora

Kształt sygnału		sinusoidalny	prostokątny
$U_{pp.min}$	$V_{pp}$		
$U_{pp.max}$	$V_{pp}$		

Obliczenia dla sygnału sinusoidalnego:

$$U_{pp.min}[V_{pp}] = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{min}[V_{rms}] =$$

$$U_{pp.max}[V_{pp}] =$$

Obliczenia dla sygnału prostokątnego:

$$U_{pp.min}[V_{pp}] = 2 \cdot U_{min}[V_{rms}] =$$

$$U_{pp.max}[V_{pp}] =$$

Znajdź w instrukcji obsługi badanego generatora informacje dotyczące wartości maksymalnych generowanego napięcia, zapisz je poniżej i porównaj z otrzymanymi wynikami.

.....

.....

.....

.....

### 1.5. Sprawdzenie współczynnika podziału tłumika napięcia wyjściowego generatora

Na podstawie danych pomiarowych w tabeli 7 protokołu wyznacz wartości współczynników podziału tłumika  $k_m$  [dB] oraz ich bezwzględne błędy  $\Delta k$ . Wyniki zapisz w tabeli 22.

Tabela 22. Wyniki obliczeń współczynnika podziału tłumika na podstawie pomiarów napięcia sygnału generatora

$k$	dB	0	-10	-20	-30	-40	-50
$U_{mC}$	$V_{rms}$						
$k_m$ [dB]							
$\Delta k$ [dB]							

Przykładowe obliczenia dla tłumika ... dB:

$$k_m[dB] = 20 \log \frac{U_{mC}}{U_{mC}(0dB)} =$$

$$\Delta k = |k_w - k| =$$

Znajdź w instrukcji obsługi badanego generatora informacje dotyczące dokładności współczynników podziału tłumika, zapisz je poniżej i porównaj z otrzymanymi wynikami.

.....

.....

.....

.....

### 1.6. Sprawdzenie wpływu zmiany częstotliwości na napięcie wyjściowe generatora

Na podstawie danych pomiarowych w tabeli 8 protokołu wyznacz wartości napięcia w mierze decybelowej względem napięcia dla częstotliwości 1 kHz. Wyniki zapisz w tabeli 23.

Tabela. 23. Wyniki pomiarów i obliczeń do oceny wpływu zmian częstotliwości na napięcie wyjściowe generatora

$f_{gen}$	Hz	1k	50	500	5k	10k	20k	50k	100k
$U_{mC}$	$V_{rms}$								
$U_{dB}$ [dB]									

Przykładowe obliczenia dla  $f_{gen} \approx \dots$ :

$$U_{dB} = 20 \log \left( \frac{U_{mC}}{U_{mC}(f \approx 1kHz)} \right) =$$

Znajdź w instrukcji obsługi badanego generatora informacje dotyczące dopuszczalnych zmian amplitudy napięcia przy zmianie częstotliwości sygnału z generatora, zapisz je poniżej i porównaj z otrzymanymi wynikami.

.....

.....

.....

.....

## 2. Badanie cyfrowego generatora funkcji

### 2.1. Charakterystyka ogólna badanego generatora

W jaki sposób można zmieniać wartość parametrów np. częstotliwości sygnału wyjściowego wykorzystywanego generatora cyfrowego?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 2.2. Sprawdzenie parametrów częstotliwościowych generatora

Dokonaj oceny uzyskanych rezultatów badań.

.....

.....

.....

.....

## 2.3. Sprawdzenie parametrów napięciowych generatora

Wyjaśnij dlaczego przy ustawieniu zakładanej impedancji obciążenia na wartość  $50 \Omega$  wartość napięcia wskazywana przez woltomierz jest dwukrotnie większa niż zadana na generatorze a przy wyborze opcji HighZ wartości te są porównywalne.

.....

.....

.....

.....

.....

Przelicz wartości skuteczne napięcia zmierzone woltomierzem wpisane do tabeli 12 protokołu na wartości międzyszczytowe napięcia  $U_{pp.min}$  i  $U_{pp.max}$ . Wyniki obliczeń wpisz do tabeli 24.

Tabela 24. Wyniki pomiarów i obliczeń zakresu napięcia sygnału generatora

<b>Kształt sygnału</b>		sinus	trójkąt	prostokąt
$U_{pp.min}$	mV <sub>pp</sub>			
$U_{pp.max}$	V <sub>pp</sub>			

Obliczenia dla sygnału sinusoidalnego:

$$U_{pp.min}[V_{pp}] = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{rms.min}[V_{rms}] =$$

$$U_{pp.max}[V_{pp}] =$$

Obliczenia dla sygnału trójkątnego:

$$U_{pp.min}[V_{pp}] = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{rms.min}[V_{rms}] =$$

$$U_{pp.max}[V_{pp}] =$$

Obliczenia dla sygnału prostokątnego:

$$U_{pp.min}[V_{pp}] = 2 \cdot U_{rms.min}[V_{rms}] =$$

$$U_{pp.max}[V_{pp}] =$$

Dokonaj porównania zmierzonego woltomierzem zakresu regulacji napięcia wyjściowego generatora, dla trzech sygnałów podstawowych, z informacjami podanymi w tabeli 9.

.....  
.....  
.....  
.....

## 2.4. Obserwacja różnych kształtów generowanych sygnałów

Jaka jest różnica pomiędzy sygnałem prostokątnym a sygnałem impulsowym w badanym generatorze?

.....  
.....  
.....  
.....

## 2.5. Generacja sygnału arbitralnego zdefiniowanego przez użytkownika

Wyjaśnij czym jest parametr *SRate* (*Sample Rate*). Jaki jest związek częstotliwości zdefiniowanego przebiegu z wartością tego parametru?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 3. Badanie częstotliwościomierzy cyfrowych

### 3.1. Pomiar częstotliwości częstotliwościomierzem Protek U2000A

Na podstawie danych zawartych w tabelach 2 i 15 protokołu wyznaczyć i wpisać do tabeli 25 następujące wielkości:

- niepewność względną dyskretyzacji  $\delta_n$ ,
- niepewność względną pomiaru częstotliwości metodą bezpośrednią  $\delta_f$ ,
- wartość częstotliwości w pomiarze pośrednim  $f_{wp}$ ,
- niepewność względną pomiaru częstotliwości metodą pośrednią  $\delta_{fp}$  równą niepewności względnej pomiaru okresu metodą bezpośrednią  $\delta_T$ .

Przykładowe obliczenia dla  $f_x = \dots\dots\dots$  :

$$\delta_n = \frac{1}{n} =$$

$$\delta_f = \delta_n + \delta_{tB} =$$

$$f_{wp} =$$

$$\delta_T = \delta_n + \delta_{t_B} + \delta_B =$$

gdzie:

$n$  – liczba zliczonych impulsów (liczba odczytana ze wskaźnika cyfrowego z pominięciem znaku separatora dziesiętnego),

$\delta_{t_B}$  – niepewność względna wzorca częstotliwości,

$t_B$  – czas otwarcia bramki,

$N$  – liczba mierzonych okresów (1 okres lub 10 okresów).

$\delta_B$  – niepewność bramkowania:  $\delta_B < 0,003/N$  – dla przebiegu sinusoidalnego,  $\delta_B < 0,002/N$  – dla fali prostokątnej.

Tabela 25. Niepewności względne pomiaru częstotliwości

$t_B$	$f_x$	5	500	50 k	500 k	5 M
<i>Pomiary bezpośrednie częstotliwości</i>						
0,1 s	$\delta_n$					
	$\delta_f$					
1 s	$\delta_n$					
	$\delta_f$					
10 s	$\delta_n$					
	$\delta_f$					
<i>Pomiary pośrednie częstotliwości</i>						
$1 \times T_x$	$f_{wp}$					
	$\delta_n$					
	$\delta_{fp} = \delta_T$					
$10 \times T_x$	$f_{wp}$					
	$\delta_n$					
	$\delta_{fp} = \delta_T$					

**Wykonaj wykresy  $\delta_f = F(f)$  dla różnych  $t_B$  oraz  $\delta_{fp} = F(f)$  dla różnych  $N$  w jednym układzie współrzędnych, stosując skalę logarymiczną obu osi.**

*Na podstawie wykresu oszacuj dla jakich wartości częstotliwości należy wykonywać pomiary bezpośrednie a dla jakich pomiary pośrednie wykorzystywanym przyrządem. Uzasadnij odpowiedź.*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 3.2. Pomiar częstotliwości częstotściomierzem Hameg HM8123

Na podstawie danych zawartych w tabelach 2 i 16 protokołu wyznacz i wpisz do tabeli 26 wartość niepewności pomiaru częstotliwości  $U(f)$  z pominięciem niepewności wyzwiania. Podaj wynik pomiaru w postaci:  $f_w \pm U(f)$ . Pamiętaj o regułach podawania wyniku końcowego pomiaru.

Tabela 26. Wyniki pomiaru częstotliwości przyrządem Hameg HM8123

$f_x$	$U(f)$	Wynik pomiaru
Hz	Hz	Hz
2		
20		
2 k		
200 k		
2 M		
20 M		

Przykładowe obliczenia dla  $f_x = \dots\dots\dots$  :

$$U(f) = \left( \delta_{tB} + \frac{t_{res}}{t_B} \right) \cdot f_w =$$

gdzie:  $f_w$  – wartość zmierzona częstotliwości,  $t_B$  – czas pomiaru (czas otwarcia bramki),  $\delta_{tB}$  – niepewność względna wzorca częstotliwości,  $t_{res}$  – rozdzielczość pomiaru czasu.

### 3.3. Pomiar częstotliwości częstotściomierzem HP53131A / HP53132A / Keysight 53220A

Na podstawie danych zawartych w tabelach 2 i 17 protokołu wyznacz i wpisz do tabeli 27 wartość niepewności pomiaru częstotliwości  $U(f)$  z pominięciem niepewności wyzwiania. Podaj wynik pomiaru w postaci:  $f_w \pm U(f)$ . Pamiętaj o regułach podawania wyniku końcowego pomiaru.

Tabela 27. Wyniki pomiaru częstotliwości przyrządem .....

$f_x$	$U(f)$	Wynik pomiaru
Hz	Hz	Hz
5		
50		
5 k		
500 k		
5 M		
30 M		



Przykładowe obliczenia dla  $f_x = \dots\dots\dots$  :

$$U(f) = \left( \delta_{t_B} + \frac{t_{res}}{t_B} \right) \cdot f_w =$$

*Porównaj wszystkie wykorzystywane częstotliwościomierze w zakresie dokładności pomiaru częstotliwości metodą bezpośrednią.*

.....  
.....  
.....  
.....

### 3.4. Pomiar parametrów czasowych sygnałów impulsowych

Wyznacz i wpisz do tabeli 18 protokołu wartości współczynnika wypełnienia na podstawie wyników pomiarów okresu oraz czasu trwania impulsu.

Przykładowe obliczenia dla pomiaru nr ....:

$$D_{obl} = \frac{t_i}{T} \cdot 100\% =$$

*Porównaj wartości współczynnika wypełnienia uzyskane w pomiarach bezpośrednich z wartościami obliczonymi oraz nastawami generatora.*

.....  
.....  
.....  
.....

### 3.5. Pomiar przesunięcia fazowego

Wyznacz i wpisz do tabeli 19 protokołu wartości przesunięcia fazowego na podstawie wyników pomiarów okresu oraz przesunięcia czasowego między sygnałami.

Przykładowe obliczenia dla pomiaru nr ....:

$$\varphi_{obl} = \frac{t_x}{T} \cdot 360^\circ =$$

*Porównaj wartości przesunięcia fazowego uzyskane w pomiarach bezpośrednich z wartościami obliczonymi oraz nastawami generatora.*

.....  
.....  
.....  
.....