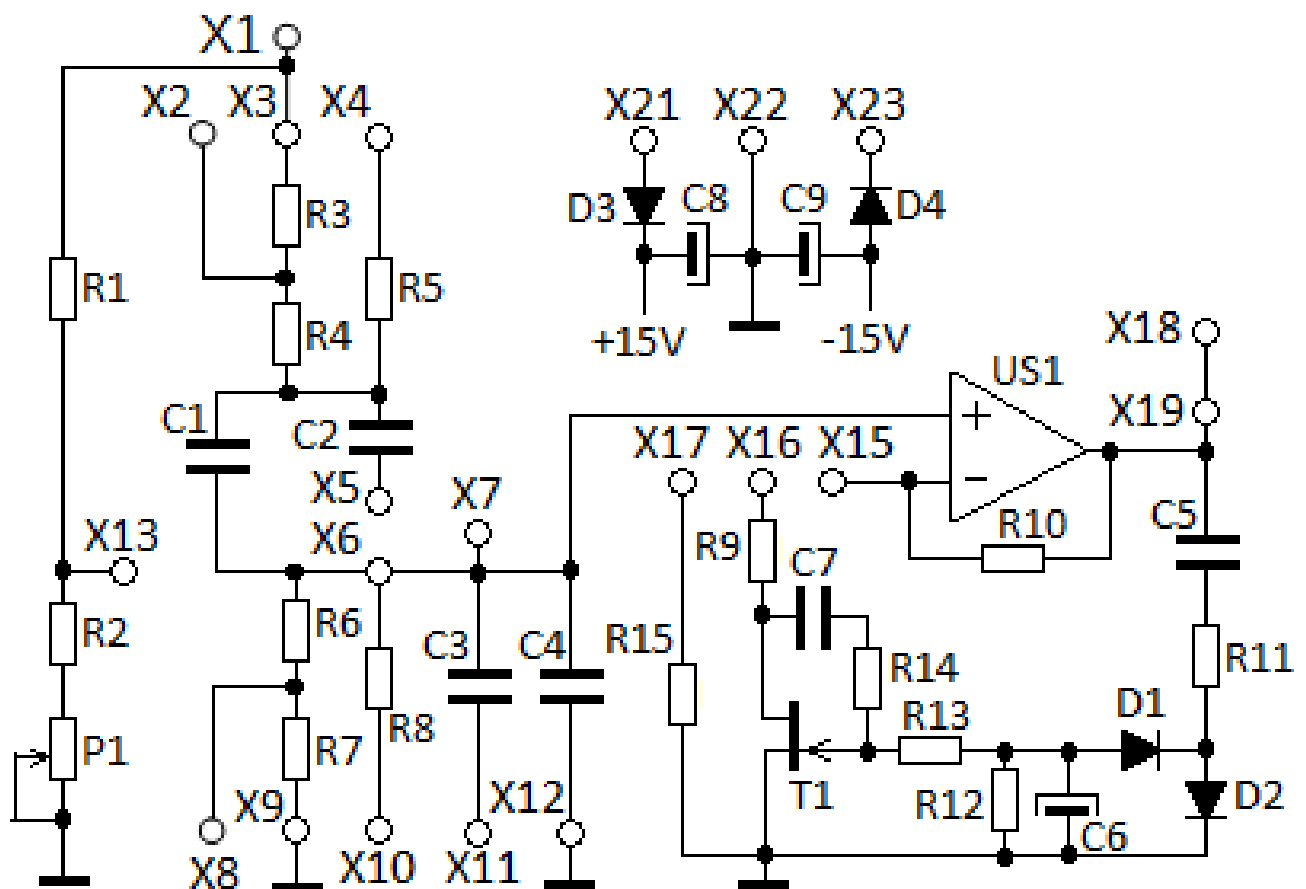


ZESPÓŁ SZKÓŁ ŁĄCZNOŚCI
Technik Elektronik
Pracownia konstrukcji i eksploatacji urządzeń analogowych
Instrukcja do ćwiczenia
Temat: Badanie filtrów RC i generatora sinusoidalnego RC z mostkiem Wienera

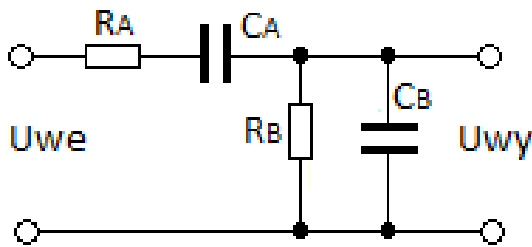
1. Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z parametrami mostka Wienera i jego zastosowaniem. Mostek ten jest stosowany przede wszystkim w generatorach RC o bardzo małej zawartości harmonicznych i miernikach zniekształceń nieliniowych.
2. Model pomiarowy zawiera dwa układy generatorów:
 - generator z mostkiem Wienera z układem automatycznej regulacji wzmacnienia ARW;
 - generator RC z przesuwnikiem fazy;
 - w oparciu o model możliwe jest również badanie filtra pasmowo-przepustowego i pasmowo-zaporowego;

2.1 Schemat ideowy układu mostka Wienera, generatora z mostkiem Wienera i wzmacniacza z ARW.



Rys. 1 Schemat ideowy mostka Wienera, generatora z mostkiem Wienera i układem stabilizacji amplitudy (ARW).

Powyższy model umożliwia badanie dzielnika impedancyjnego stanowiącego jedną gałąź mostka Wienera. Jest to filtr RC pasmowo przepustowy o minimalnym tłumieniu równym 3. Z_1 to elementy R_A i C_A , a Z_2 to elementy R_B i C_B .



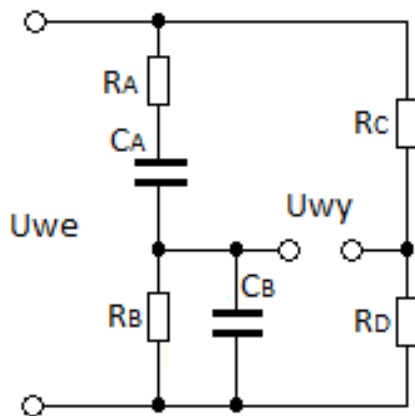
W badanym dzielniku (filtrze)

$$R_A = R_B = R$$

$$C_A = C_B = C$$

Rys. 2 Dzielnik impedancyjny Z_1 i Z_2 o charakterystyce pasmowo - przepustowej

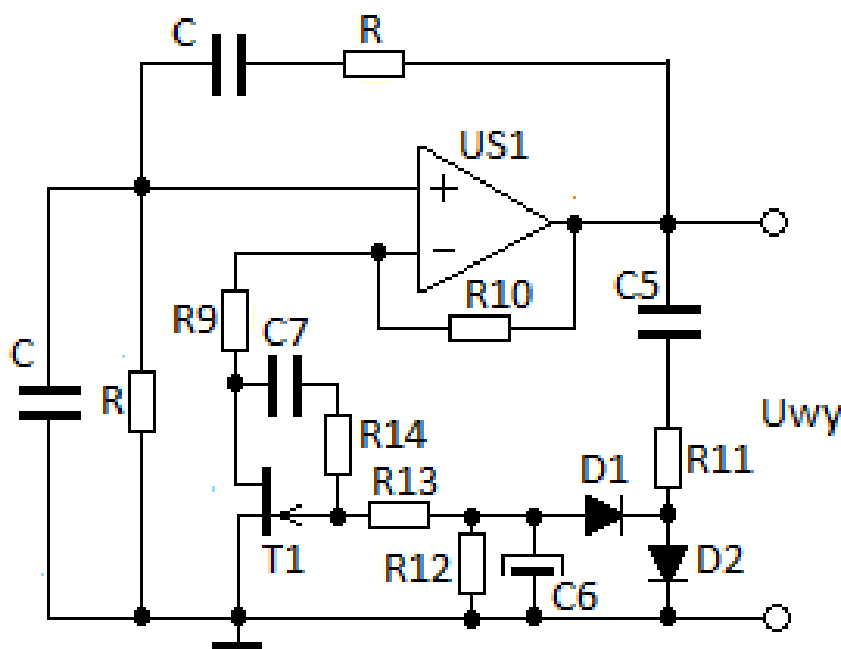
W skład mostka Wienera wchodzi druga gałąź, która jest dzielnikiem rezystancyjnym o podziale równym 3. Całość mostka stanowi filtr pasmowo-zaporowy o dużej selektywności.



Jeżeli $R_A = R_B = R$, a $C_A = C_B = C$ oraz $R_C = 2R_D$ to mostek ma największe tłumienie sygnału o częstotliwości określonej wzorem

$$f = 1/2\pi RC$$

Rys. 3 Mostek Wienera.



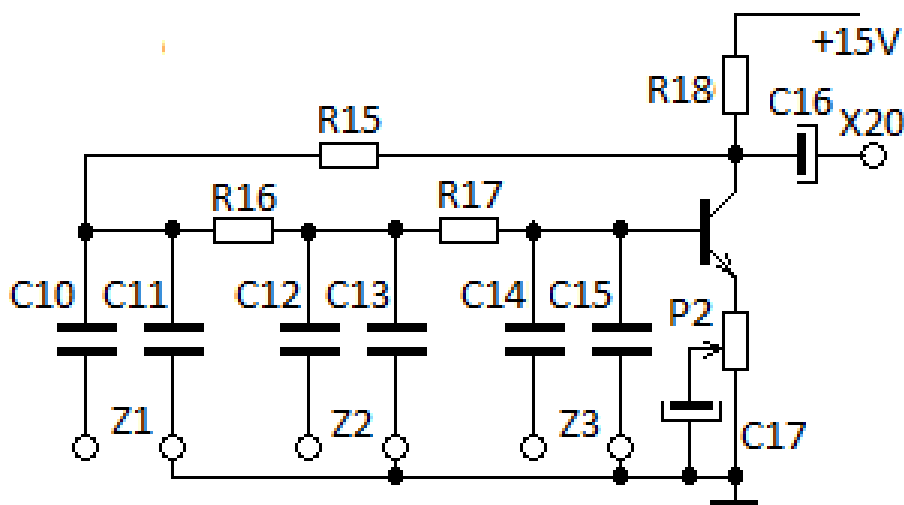
Oznaczenia elementów wzmacniacza i ARW zgodne ze schematem z rys. 1, a elementy R i C mogą być zmieniane. Częstotliwość generacji określa wzór

$$f = 1/2\pi RC$$

Rys.4 Generator z mostkiem Wienera i układem ARW.

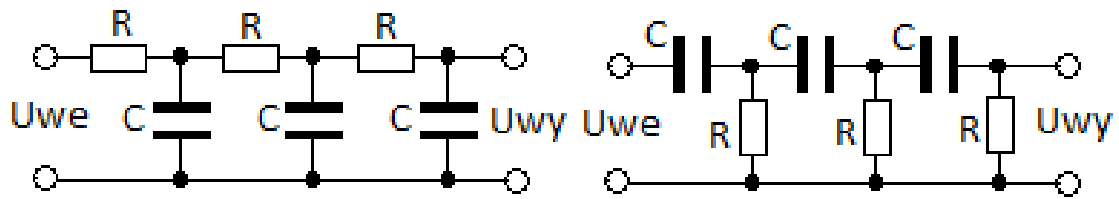
Generator poza mostkiem Wiena zawiera wzmacniacz o wzmacnieniu niezbędnym do spełnienia warunku generacji – minimalnie powyżej 3. Ponieważ elementy są wykonywane z pewną tolerancją powoduje to zmniejszenie selektywności i wzrost tłumienia filtru pasmowo – przepustowego. Stosując potencjometr podwójny lub przestrajany podwójny kondensator można płynnie zmieniać generowaną częstotliwość sygnału. Płynna zmiana częstotliwości jest możliwa w zakresie 1 : 10. Generator z mostkiem Wiena może mieć bardzo małe zniekształcenia nieliniowe jeżeli generowany sygnał będzie wyraźnie mniejszy od napięcia zasilania. Można to zrealizować stosując tranzystor polowy (JFET) pracujący w zakresie charakterystyki liniowej (triodowej) w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wzrost generowanego napięcia powoduje zwiększenie rezystancji między drenem (D) i źródłem (S) i zmniejszenie wzmacnienia wzmacniacza. Jeżeli generowane napięcie zmaleje, zmaleje rezystancja między drenem (D) i źródłem (S) i spowoduje wzrost wzmacnienia stabilizując wartość generowanego napięcia. Aby uzyskać dużą stałość napięcia generowanego tranzystor JFET poprzedza się wzmacniaczem. Jest wówczas również możliwość płynnej regulacji napięcia generowanego w dużym zakresie.

2.2 Generator z przesuwnikiem fazy RC.



Rys. 5 Schemat ideowy generatora z przesuwnikiem fazy z modelu pomiarowego.

Warunkiem generacji w układzie elektronicznym jest uzyskanie dodatniego sprzężenia zwrotnego przy całkowitym wzmacnieniu minimalnie większym od jedności. Wzmacniacz ze wspólnym emiterem (WE) przesuwa fazę sygnału wzmacnianego o Π (180°), trójstopniowy czwórnik dolno lub górno – przepustowy przesuwa fazę o $-\Pi$ (-180°) lub $+\Pi$ ($+180^\circ$). Taki czwórnik wprowadza jednak tłumienie sygnału blisko 30 – krotne. Stosując czterokrotny



Rys. 6 Trójstopniowy czwórnik dolno- i górno-przepustowy.

przesuwnik fazy tłumienie takiego czwórnika jest dużo mniejsze. Takie generatory jako płynnie przestrajane są trudne w wykonaniu – potrójny potencjometr lub trójsekcyjny przestrajany kondensator z identyczną charakterystyką przestrajania. Wzmacniacz operacyjny może być również zastosowany w miejsce tranzystora.

Imię i nazwisko:	Klasa:	Stanowisko:	Nr w dzienniku:	KRYTERIA OCENIANIA
Skład grupy:				Do 49% - 1 50 – 60% - 2 61 – 75% - 3 76 – 85% - 4 86 – 95% - 5 > 95% - 6
1.				
2.				
3.				
Temat ćwiczenia:			Data:	
Badanie filtru RC i generatora z mostkiem Wienna			
Przygotowanie do ćwiczenia	Wykonanie ćwiczenia	Sprawozdanie z ćwiczenia		
Pkt/ 4	Pkt/ 4	Pkt/ 12		
Suma punktów:			Procent punktów:	
Ocena z przeprowadzonego ćwiczenia:			Podpis nauczyciela:	

3. Wyposażenie stanowiska pomiarowego.

- oscyloskop dwukanałowy;
- generator funkcyjny z wejściem do pomiaru częstotliwości;
- multimetr z funkcją do pomiaru napięcia przemiennego do 20 kHz;
- zasilacz +15 V i -15 V oraz podstawa do zainstalowania modelu pomiarowego.

Wykaz elementów zgodnie ze schematem modelu pomiarowego.

R1 – 10kΩ	R13 – 120kΩ	C1, C4 – 1 nF	US1 – uA741
R2 – 4k7	R15 – 5k1	C2, C3 – 6,8nF	T1 – BF245
R3, R7 – 33kΩ	R16,R17, R18 –20kΩ	C5 – 470nF	T2 – BC547
R4, R6 – 16kΩ	R19 – 6k8	C6, C16 – 47 uF/16V	D1,D2 – BAV
R5, R8 – 10kΩ	P1, P2 -500Ω	C7 - 47nF	D3, D4 - 1N4001
R9 – 4k7		C8, C9 – 47uF/25V	
R10 – 10kΩ		C10, C12, C14 – 6,8nF	
R11 – 1k2		C11, C13, C15 – 1nF	
R12 – 15kΩ		C17 – 220uF/10V	

4. Zadania pomiarowe do wykonania.

- a) – badanie filtru pasmowo – przepustowego RC;
- b) – badanie filtru pasmowo – zaporowego z mostkiem Wienna;
- c) – badanie charakterystyki wzmocnienia wzmacniacza ARW;
- d) – badanie generatora sinusoidalnego z mostkiem Wienna;
- e) – badanie generatora sinusoidalnego RC z przesuwnikiem fazowym.

4.1 Pomiar charakterystyki częstotliwościowej filtra pasmowo przepustowego – $U_{wy} = f(f)$ dla $U_{we} = \text{const.}$

UWAGA Połączenia wykonujemy przy wyłączonym zasilaczu. Włączenie zasilania zasilacza i kolejne czynności zgodnie z poleceniem nauczyciela.

Połączenia: X2 – X3; X5 – X6; X8 – X9; X11 - X12; X22 – masa oscyloskopu i generatora A-, B-; X1 – oscyloskop A+ i generator funkcyjny; X19 – B+ oscyloskopu. Woltomierz podłączony jest między masę układu a wejście X1 lub wyjście dzielnika (filtru) przez wtórnik X19 zależnie od potrzeb. **A-, A+, B- B+ -wejścia oscyloskopu na module Lucas Nuelle.**
X22 – zero zasilacza; X21 - (+15 V); X23 - (-15 V);

R – (R3, R4, R5 oraz R6, R7, R8), C - (C1, C2 oraz C3, C4) wybrane zworkami na modelu pomiarowym.

R = C =

Tabela 1. $K_u = f(f)$ dla $U_{we} = 5V$

f [Hz]	50	100	200	400	500	600	700	1k	2k	5k	10k	20k
U_{wy} [V]												
K_u [V/V]												

Pomiary należy wykonać woltomierzem z dokładnością do trzech cyfr znaczących (zero przed przecinkiem nie jest cyfrą znaczącą).

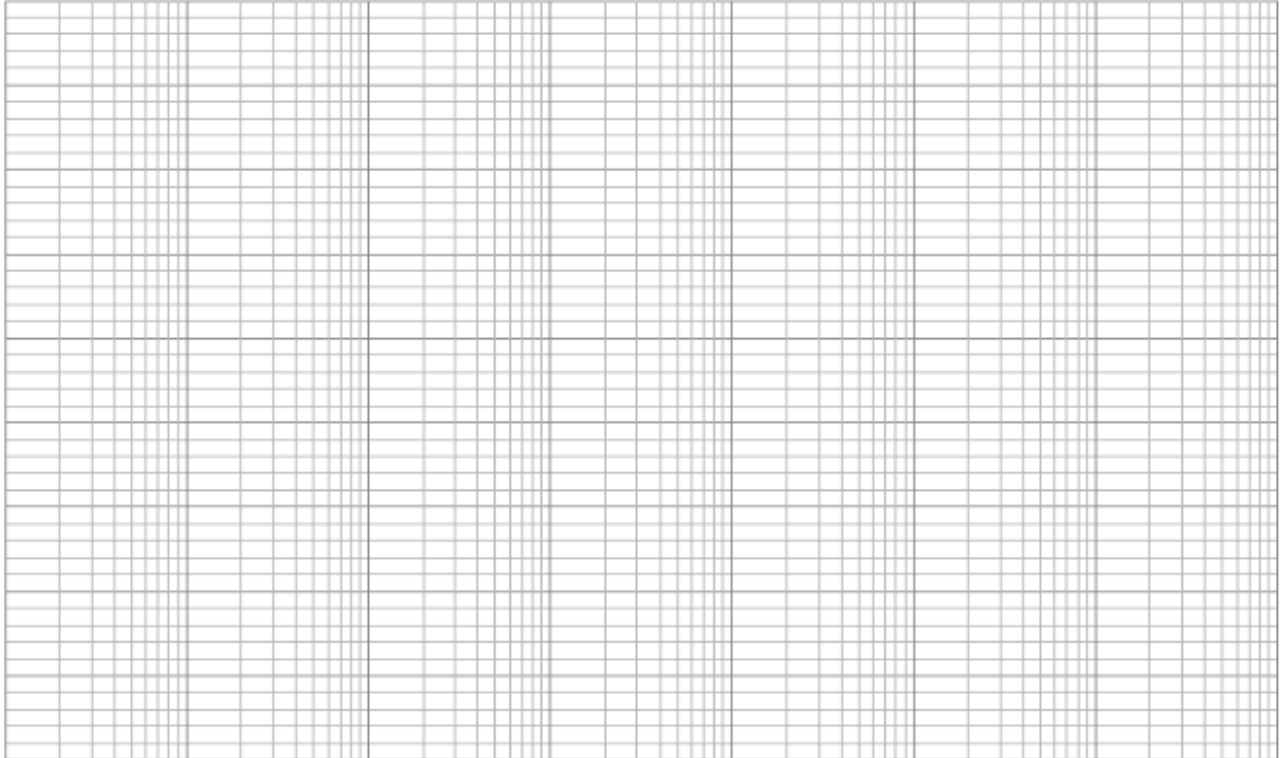
Określ wartość przesunięcia fazowego między wejściem, a wyjściem badanego układu dla tabeli 2

Tab. 2

f [Hz]	100	600	5k
Φ [°]			

Pomiary należy wykonać woltomierzem z dokładnością do trzech cyfr znaczących (zero przed przecinkiem nie jest cyfrą znaczącą).

Wykonaj wykres charakterystyki $U_{wy} = f(f)$ dla $U_{we} = 5V$; (oś częstotliwości w skali logarytmicznej).



4.3 Pomiar zależności częstotliwości $f_0 = f(RC)$ dla $U_{we} = \text{const.}$

Woltomierz podłączony jest między punkty X7 i X13 – U_{wy} mostka. Zmieniane są wartości R i C w wyniku zmiany podłączonych rezystorów i kondensatorów zgodnie z tabelą 4. Zmieniane są tylko połączenia X5 – X6 ; X2 – X3 lub X3 - X4 oraz X11 – X12; X8 – X9 lub X9 – X10. Generator i oscyloskop podłączony jak w punkcie 4.1. **Zanim zmierzysz częstotliwość f_0 oblicz jej wartość ze wzoru.**

Tab. 4 $U_{we} = 5V$

Połączenie	R	-----	X2 – X3 X8 - X9	X3 – X4 X9 - X10	-----	X2 – X3 X8 - X9	X3 – X4 X9 - X10
	C	-----	-----	-----	X5 – X6 X11 - X12	X5 – X6 X11 - X12	X5 – X6 X11 - X12
C [nF]							
R [kΩ]							
f_0 [Hz] z pom.							
f_0 [Hz] obliczone							
RC							
Błąd δ [%]							

Oblicz wartość pojemności podłączonych kondensatorów i rezystorów, wartość stałej czasowej RC i błąd między pomierzoną, a obliczoną ze wzoru wartością częstotliwości. Wyjaśnij przyczyny powstawania błędów.

4.4 Pomiar działania wzmacniacza z pętlą ARW.

Podłączenia jak w punkcie 4.1.

Połączenia: X3 – X4; X5 – X6; X9 – X10; X11 - X12, X22 – masa oscyloskopu i generatora; X1 – oscyloskop Y1 i generator funkcyjny; X19 – Y2 oscyloskopu. Woltomierz podłączony jest między masę układu a wejście lub wyjście dzielnika (filtru) przez wtórnik X19 zależnie od potrzeb.

X22 – zero zasilacza; X21 - (+15 V); X23 - (-15 V);

Dodatkowe połączenie: X15 – X16 lub X15 – X17;

$K_u = f(U_{we})$ dla $f_g = 610$ Hz. U_{we} ustawione – dokładna wartość z zapisem trzycyfrowym. Odczyty z dokładnością jak wyżej, obliczone wartości wzmocnienia – trzy miejsca po przecinku.

Tab. 5

U _{we} [V] zadane	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0
U _{we} [V] ustawione					
U _{wy1} [V] (X15 - X16)					
U _{wy2} [V] (X15 - X17)					
K _{u1} [V/V]					
K _{u2} [V/V]					

Narysuj wykres zależności wzmocnienia K_{u1} i K_{u2} od napięcia wejściowego.

4.5 Pomiar wartości generowanej częstotliwości i wartości napięcia wyjściowego.

Odłącz sygnał z generatora. Przełącz kabel na wejście do pomiaru częstotliwości zewnętrznej i połącz z wyjściem X19. Pozostaw podłączony kanał oscyloskopu Y2 z wyjściem X19; X15 – X16; X1 – X18. Pozostałe połączenia zgodnie z tabelą 6. Dokonaj pomiaru generowanej częstotliwości i wartości napięcia wyjściowego.

Tab. 6 Pomiar $f = f(RC)$ dla określonych wartości R i C.

Połączenie	R	-----	X2 – X3 X8 - X9	X3 – X4 X9 - X10	-----	X2 – X3 X8 - X9	X3 – X4 X9 - X10
	C	-----	-----	-----	X5 – X6 X11 - X12	X5 – X6 X11 - X12	X5 – X6 X11 - X12
C [nF]							
R [kΩ]							
f_g [Hz] z pom.							
Uwy [V]							
f_0 [Hz] obliczone							
RC							
Błąd δ [%]							

Wpisz obliczone wartości R i C, RC i f_0 z tabeli 4. oblicz błąd między częstotliwością zmierzona, a obliczona.

- Narysuj charakterystykę zależności generowanej częstotliwości od wartości stałej czasowej RC $f_g = f(RC)$.
- Do punktu X13 podłącz kanał Y1 oscyloskopu i odczytaj przesunięcie fazowe między wyjściem X19 a X13.
- Wyjaśnij, które element badanego układu decydują o generowanej częstotliwości, a które o wzmacnieniu wzmacniacza.
- Jaką wartość dokładną wzmacnienia ma wzmacniacz w badanym generatorze, wyjaśnij dlaczego ona tyle wynosi.

5.0 Wykonaj przykładowe obliczenia i zapisz wnioski dotyczące pomiarów i obliczeń wykonanych powyżej.

6.0 Pomiar wartości generowanej częstotliwości generatora RC z przesuwnikiem fazy od stałej czasowej RC.

Dokonaj pomiaru wartości generowanej częstotliwości i wartości napięcia wyjściowego przy braku zniekształceń.

Oscyloskop i woltomierz podłącz do wyjścia generator X20.

Zapisz wyniki:

fg1 = Uwy = UweB =

fg2 = Uwy = UweB =

przesunięcie fazowe między napięciem Uwy a UweB $\varphi [^\circ] = \dots\dots\dots$

Oblicz jaki jest współczynnik α we wzorze $fg = 1/\alpha 2\pi RC$; $\alpha = \dots\dots\dots$

Oblicz ile wynosi wzmocnienie wzmacniacza $k_u = \dots\dots\dots$

Wykonaj przykładowe obliczenia i zapisz wnioski dotyczące pomiarów i obliczeń wykonanych do punktu 6.0.

7.0 Wyjaśnij działanie mostka Wiena oraz zapisz warunki powstawania oscylacji w układach generatorów sinusoidalnych RC.