

Sprawozdanie

Ćwiczenie 2

Jan Kwinta

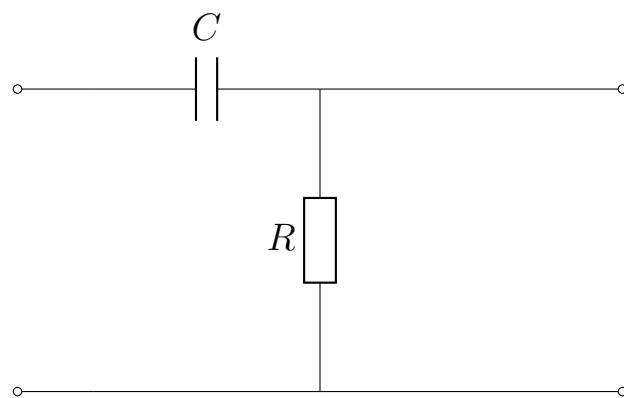
Prowadzący ćwiczenia: dr. Rafał Lalik
(w zastępstwie za dr. Szymona Niedźwieckiego)

Data wykonania: 29 marca 2023

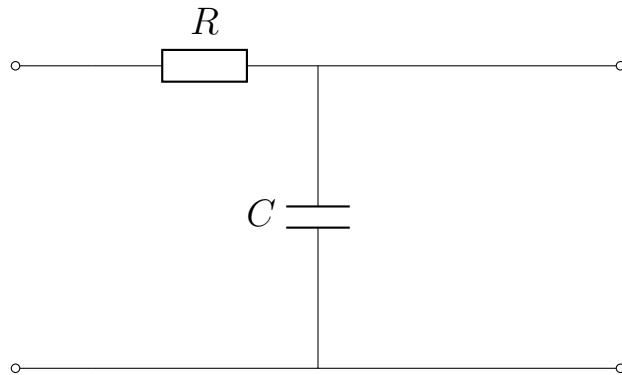
Wstęp

Przedmiotem drugich laboratoriów z Elektroniki Cyfrowej były czwórnikи bierne. Czwórnikiem nazywamy układ elektryczny posiadający dwie pary zacisków. Jedna z par stanowi wejście układu a druga jego wyjście. Czwórnikи montowane i analizowane przeze mnie w trakcie laboratoriów to filtry górnoprzepustowy, dolno- i średnoprzepustowy. Są to układy odpowiedzialne za przepuszczanie lub blokowanie sygnałów w zależności od ich częstotliwości.

Filtr górnoprzepustowy blokuje sygnały o niskich częstotliwościach. Jest też nazywany układem CR (składa się z kondensatora i rezystora) lub układem różniczkującym (wyjście tego czwórnika śledzi zróżniczkowany sygnał wejściowy).



Filtr dolnoprzepustowy blokuje sygnały o wysokich częstotliwościach. Jest też nazywany układem RC (składa się z rezystora i kondensatora) lub układem całkującym (wyjście tego czwórnika śledzi z całkowany sygnał wejściowy).

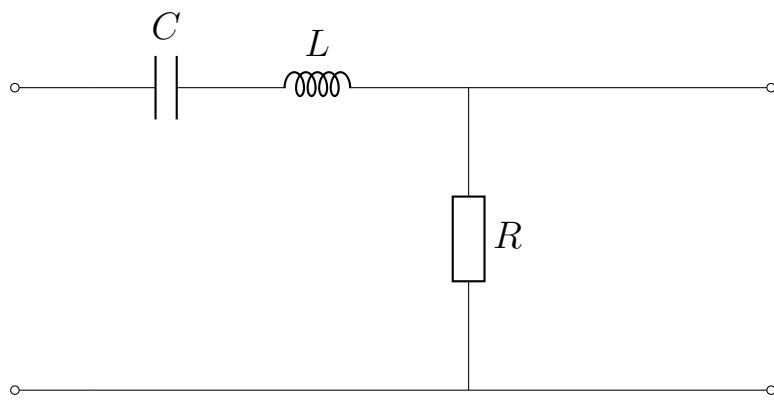


Częstotliwość graniczna filtru to wartość częstotliwości, dla której kończy się umowne pasmo przepustowe filtru. To znaczy, że poza tą wartością tłumienie sygnału w stosunku do sygnału wewnątrz pasma przepustowego staje się większe niż 3 dB. Teoretyczna wartość częstotliwości granicznej dla filtrów górnoprzepustowych i dolnoprzepustowych wynosi:

$$f_g = \frac{1}{2\pi\tau}$$

gdzie τ to stała czasowa wynosząca $\tau = RC$

Filtr środkowoprzepustowy to układ blokujący zarówno wysokie jak i niskie częstotliwości, a przepuszczający sygnały "w środku" - stąd nazwa. Nazywany jest też układem RLC, bo oprócz kondensatora i opornika składa się również z cewki.

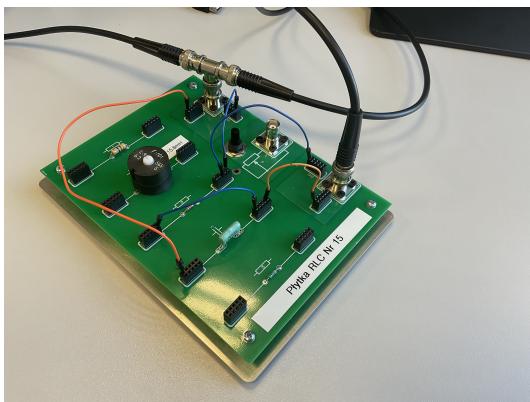


Częstotliwość rezonansowa (czyli wartość częstotliwości, dla której w obwodzie RLC występuje rezonans) ma teoretyczną wartość równą:

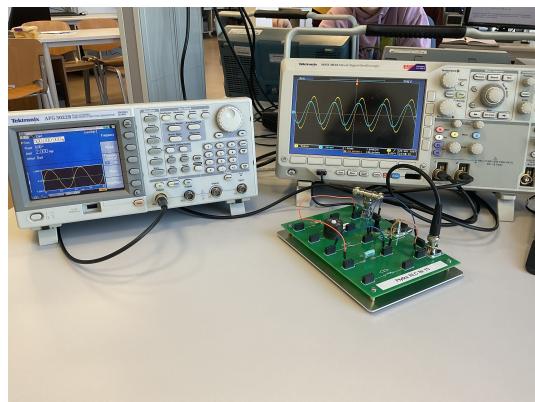
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Ćwiczenie 2.1

Zmontowanie układu różniczkującego, zmierzenie stosunku amplitudy sygnału wejściowego do wyjściowego oraz kąta przesunięcia fazowego w zależności od częstotliwości. Przedstawienie tych wartości na wykresie i wyznaczenie dolnej częstotliwości granicznej.



(a)



(b)

Montując układ CR użyłem rezystora o oporze $6.8 \text{ } k\Omega$ oraz kondensatora o pojemności $47 \text{ } nF$. Stała czasowa tego układu wynosi:

$$\tau = RC = 6.8 \text{ } [k\Omega] \cdot 47 \text{ } [nF] = 6.8 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \text{ } [s] = 319.6 \cdot 10^{-6} \text{ } [s] = 0.3196 \text{ } [ms]$$

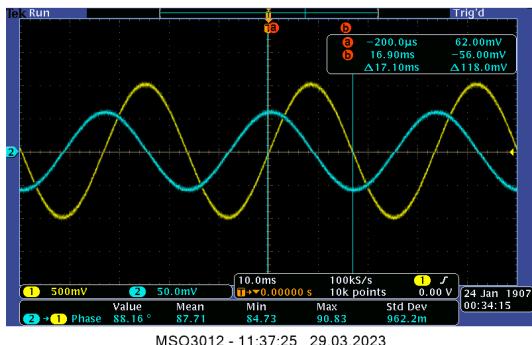
Teoretyczna częstotliwość graniczna powinna więc wynosić:

$$f_g = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi \cdot 319.6} \cdot 10^6 \left[\frac{1}{s} \right] = 497.98 \text{ } [Hz]$$

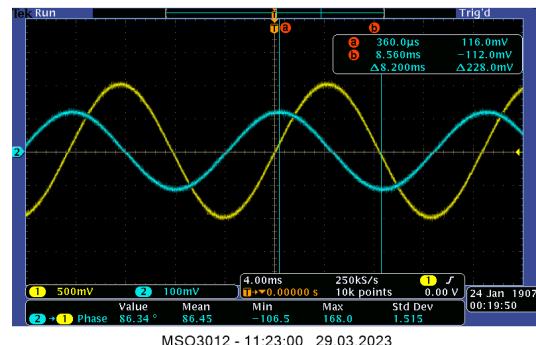
Podałem na wejście układu sygnał sinusoidalny o amplitudzie 2 V_{pp} o częstotliwościach od 30 Hz do 8 kHz . Wartości amplitudy wyjściowej oraz przesunięcie fazowe wynosiły jak w tabeli poniżej:

Częstotliwość	Amplituda wyjściowa	Przesunięcie fazowe	Stosunek U_{WY}/U_{WE}
30 Hz	118 mV	88.16°	0.059
60 Hz	228 mV	86.34°	0.114
120 Hz	448 mV	78.01°	0.224
250 Hz	800 mV	63.8°	0.4
500 Hz	1.38 V	46.37°	0.69
1 kHz	1.74 V	26.54°	0.87
2 kHz	1.92 V	14.83°	0.96
4 kHz	1.96 V	7.159°	0.98
8 kHz	2 V	2.882°	1

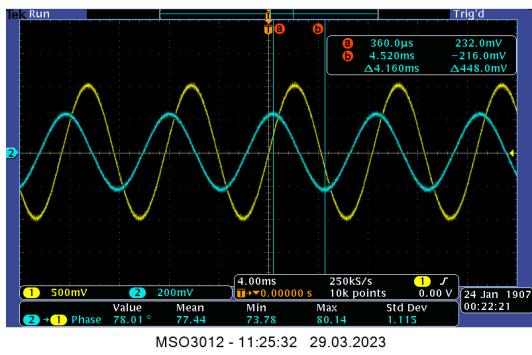
Zamieszczam poniżej odczyty oscyloskopu. Kanał 1 (żółty) - sygnał wejściowy, kanał 2 (niebieski) - sygnał wyjściowy.



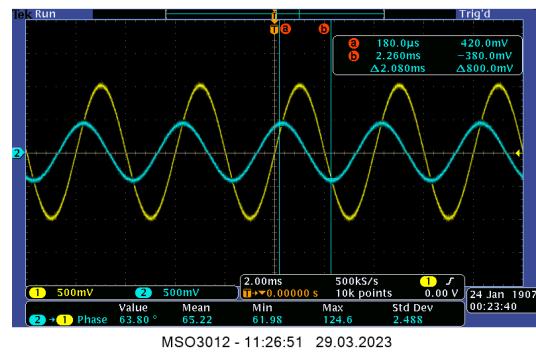
(c) 30 Hz



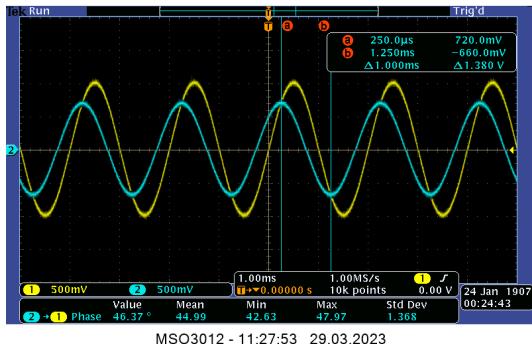
(d) 60 Hz



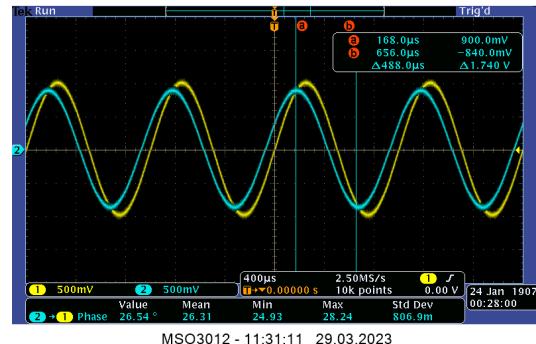
(e) 120 Hz



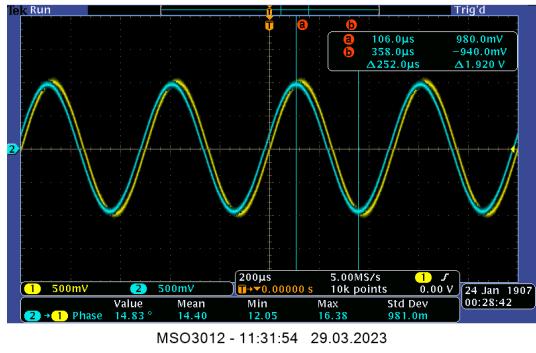
(f) 250 Hz



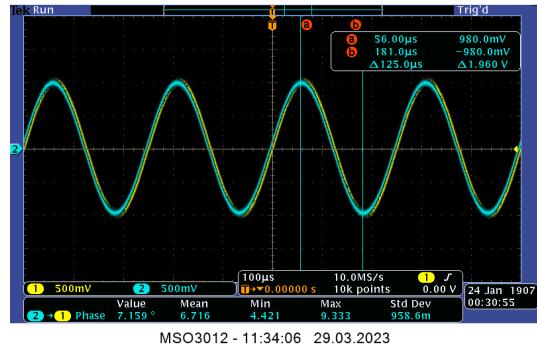
(g) 500 Hz



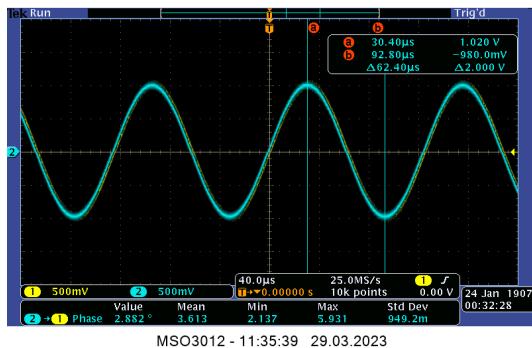
(h) 1 kHz



(i) 2 kHz

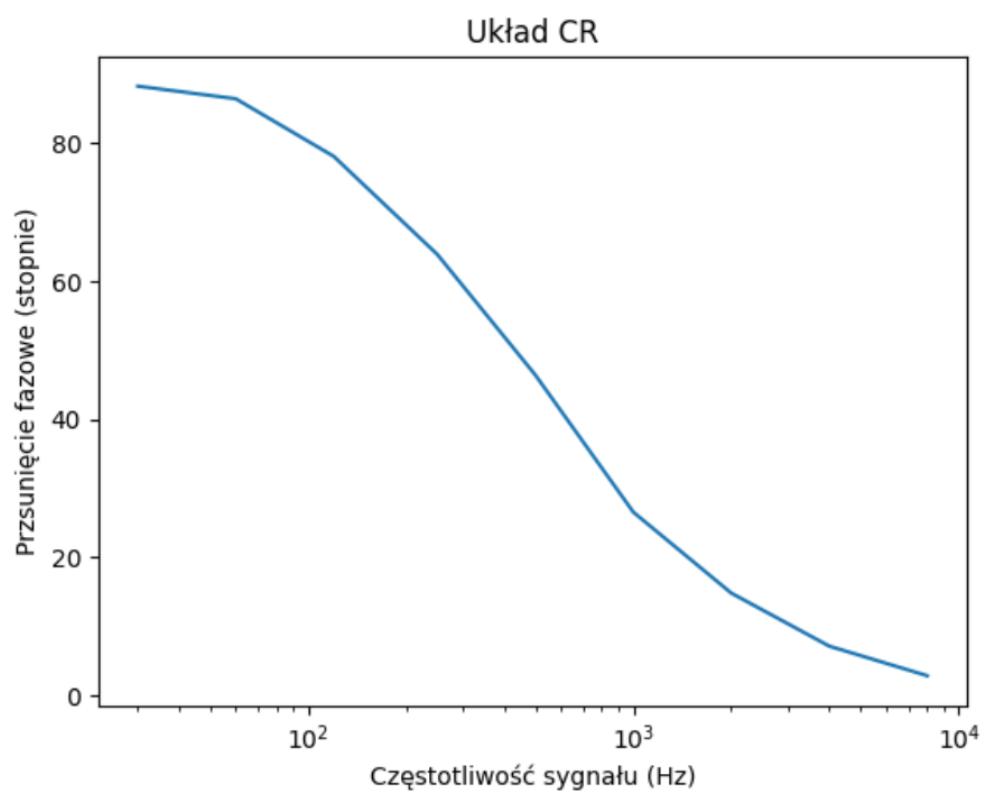
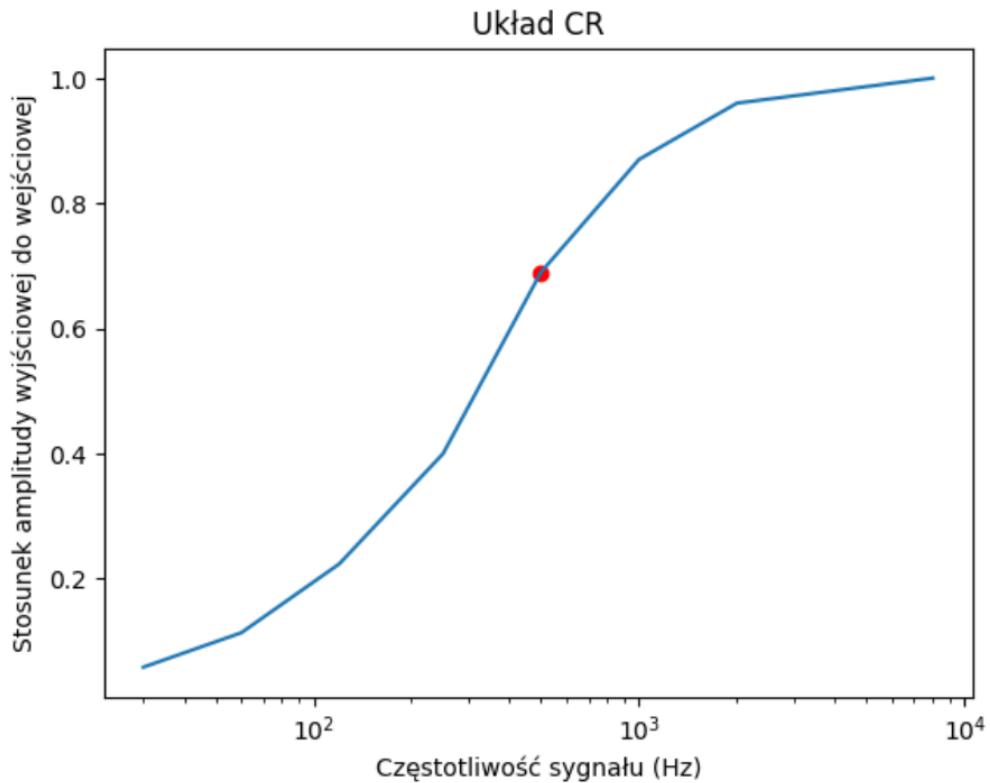


(j) 4 kHz



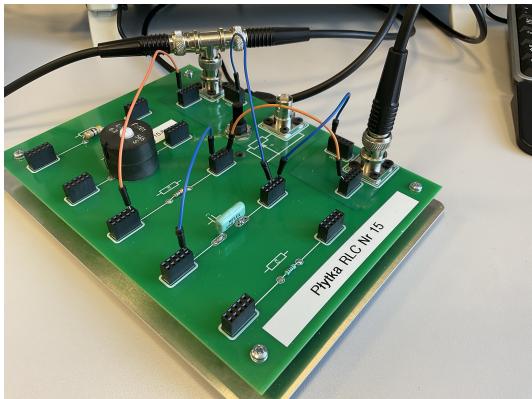
(k) 8 kHz

Wykresy: stosunek U_{WY}/U_{WE} oraz przesunięcie fazowe w zależności od częstotliwości sygnału.

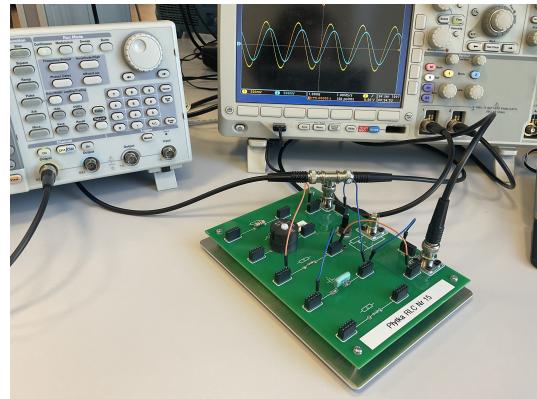


Ćwiczenie 2.3

Zmontowanie układu całkującego, zmierzenie stosunku amplitudy sygnału wejściowego do wyjściowego oraz kąta przesunięcia fazowego w zależności od częstotliwości. Przedstawienie tych wartości na wykresie i wyznaczenie dolnej częstotliwości granicznej.



(a)



(b)

Montując układ RC użyłem tych samych komponentów co w poprzednim ćwiczeniu. Stała czasowa oraz częstotliwość graniczna tego układu wynoszą tyle samo co w Ćwiczeniu 2.1:

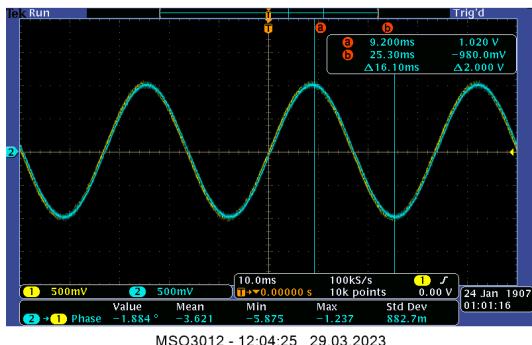
$$\tau = RC = 0.3196 \text{ [ms]}$$

$$f_g = 497.98 \text{ [Hz]}$$

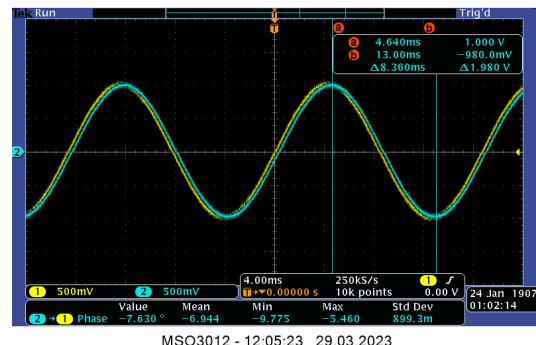
Podałem na wejście układu sygnał sinusoidalny o amplitudzie 2 Vpp o częstotliwościach od 30 Hz do 8kHz. Wartości amplitudy wyjściowej oraz przesunięcie fazowe wynosiły jak w tabeli poniżej:

Częstotliwość	Amplituda wyjściowa	Przesunięcie fazowe	Stosunek U_{WY}/U_{WE}
30 Hz	2 V	-1.884°	1
60 Hz	1.98 V	-7.63°	0.99
120 Hz	1.92 V	-13.72°	0.96
250 Hz	1.76 V	-26.25°	0.88
500 Hz	1.38 V	-45.66°	0.68
1 kHz	860 mV	-64.7°	0.43
2 kHz	488 mV	-73.21°	0.244
4 kHz	256 mV	-81.74°	0.128
8 kHz	126 mV	-86.59°	0.063

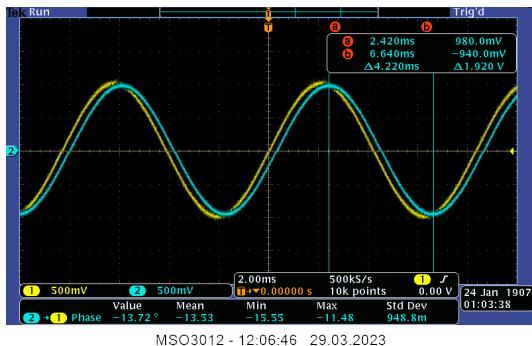
Zamieszczam poniżej odczyty oscyloskopu. Kanał 1 (żółty) - sygnał wejściowy, kanał 2 (niebieski) - sygnał wyjściowy.



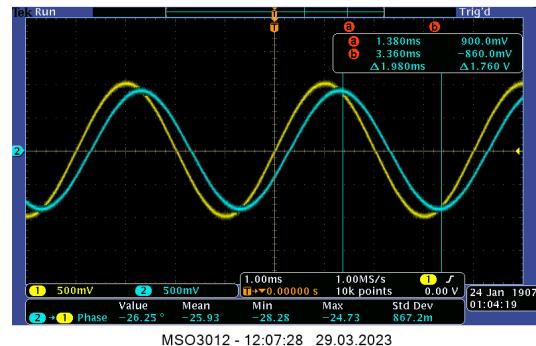
(c) 30 Hz



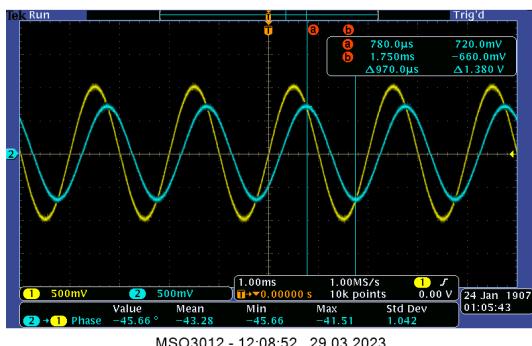
(d) 60 Hz



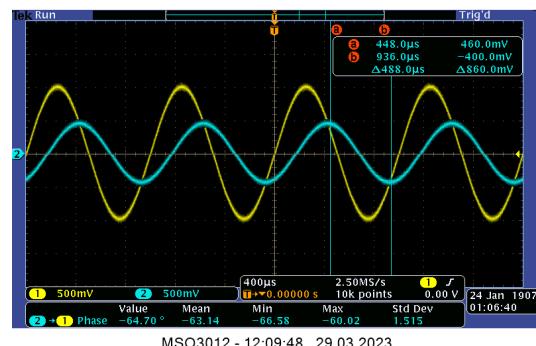
(e) 120 Hz



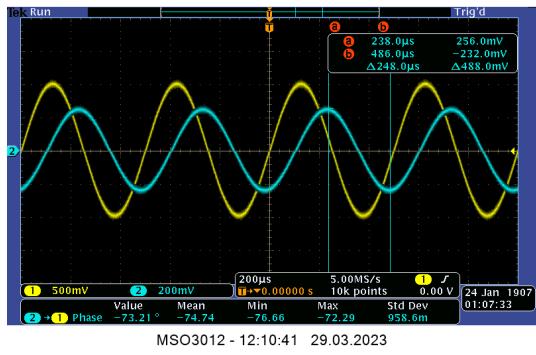
(f) 250 Hz



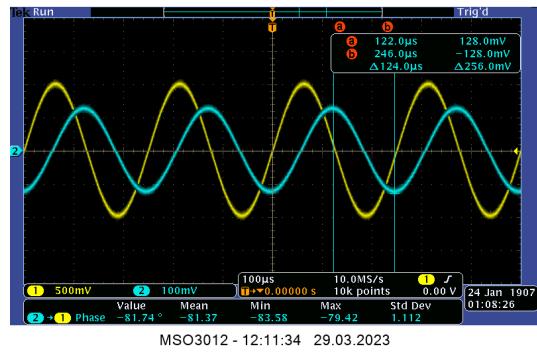
(g) 500 Hz



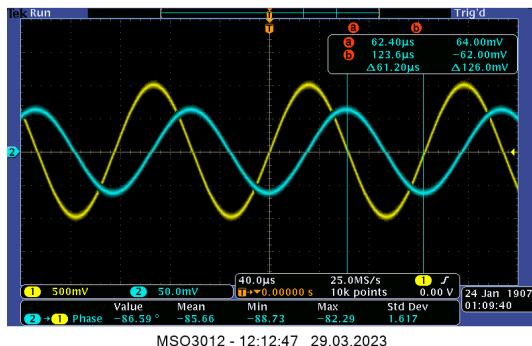
(h) 1 kHz



(i) 2 kHz

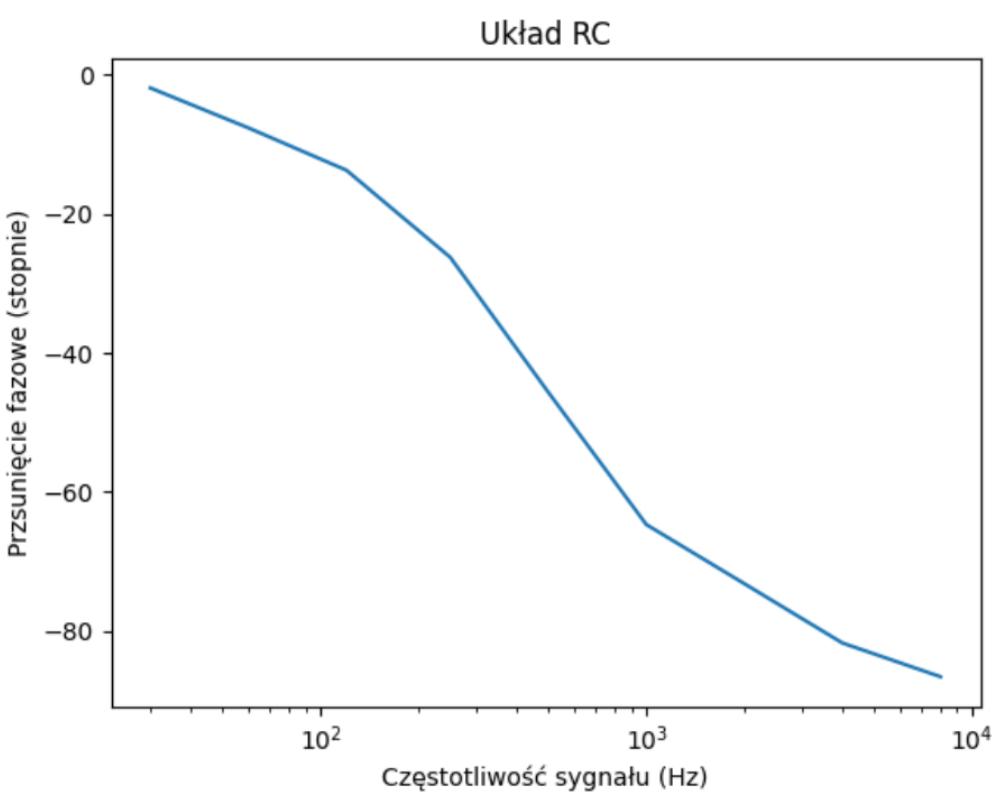
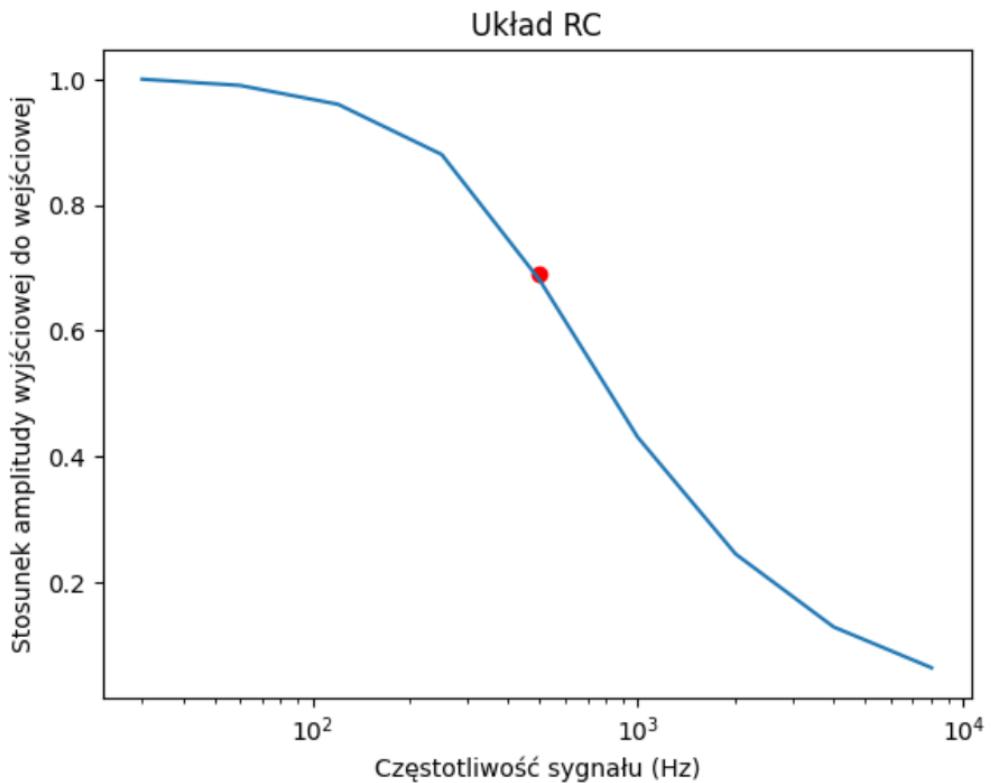


(j) 4 kHz



(k) 8 kHz

Wykresy: stosunek U_{WY}/U_{WE} oraz przesunięcie fazowe w zależności od częstotliwości sygnału.



Omówienie wyników

Notatki z zeszytu labolatoryjnego

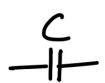
Poniżej załączone są notatki z zeszytu labolatoryjnego, które prowadziłem podczas zajęć wykonując pomiary.

ĆWICZENIE 2.
29 MAR

PTykta RLC Nr 15

Wykorzystywane komponenty

 R_1 $6.8 \text{ k}\Omega$

 C 47 nF

 L 15.8 mH

ZADANIE 1

UKŁAD CR

stała czasowa

$$\begin{aligned} \tau &= RC = 6.8[\text{k}\Omega] \cdot 47[\text{nF}] = 6.8 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} [\text{s}] \\ &= 319.6 \cdot 10^{-6} [\text{s}] = 0.3196 [\text{ms}] \end{aligned}$$

teoretyczna częstotliwość
gramiczna

$$\begin{aligned} f_g &= \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi \cdot 319.6 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{2\pi \cdot 319.6} \cdot 10^6 = \\ &= 0.00049798 \cdot 10^6 = 497.98 [\text{Hz}] \end{aligned}$$

POMIARY

We wszystkich pomiarach sygnał sinusoidalny o amplitudzie wejściowej 2 Vpp

CZĘSTOTLIOŚĆ	AMPLITUDA WYJŚCIOWA	PRZESUNIĘCIE FАЗOWE
30 Hz	118 mV	88. 16 °
60 Hz	228 mV	86. 34 °
120 Hz	448 mV	78.04 °
250 Hz	800 mV	63.80 °
500 Hz	1.380 V	46.37 °
1 kHz	1.74 V	26.54 °
2 kHz	1.92 V	14. 83 °
4 kHz	1.96 V	7. 159 °
8 kHz	2V	2. 882 °

ZADANIE 2

ODPOWIEDZI UKŁADU
CR NA SYGNAL PROSTOKĄTNY

Sygnal prostokątny, amplituda ΔV_{pp}

OKRES CZĘSTOTLIWOŚĆ

5 ms	200 Hz
2 ms	500 Hz
0.8 ms	1.25 kHz
0.32 ms	3.125 kHz
0.1 ms	10 kHz

ZADANIE 3

UKTAD RC

stała czasowa $\tau = 0.3196 \text{ ms}$

Częstotliwość graniczna $f_g = 497.98 \text{ Hz}$

POMIARY

We wzajemnych pomiarach sygnał sinusoidalny o amplitudzie wejściowej 2 Vpp

CZĘSTOTLIWOŚĆ	AMPLITUDA WYJŚCIOWA	PRZESUNIĘCIE FAZOWE
30 Hz	2 V	-1.884°
60 Hz	1.98 V	-7.63°
120 Hz	1.92 V	-13.72°
250 Hz	1.76 V	-26.25°
500 Hz	1.38 V	-45.66°
1 kHz	860 mV	-64.70°
2 kHz	488 mV	-73.21°
4 kHz	256 mV	-81.74°
8 kHz	128 mV	-86.59°

Obserwując odpowiedź układu RC na same fale prostokątne podane w zad. 2.

ZADANIE 3

UKTAD RC

stała czasowa $\tau = 0.3196 \text{ ms}$

Częstotliwość graniczna $f_g = 497.98 \text{ Hz}$

POMIARY

We wzajemnych pomiarach sygnał sinusoidalny o amplitudzie wejściowej 2 Vpp

CZĘSTOTLIWOŚĆ	AMPLITUDA WYJŚCIOWA	PRZESUNIĘCIE FAZOWE
30 Hz	2 V	-1.884°
60 Hz	1.98 V	-7.63°
120 Hz	1.92 V	-13.72°
250 Hz	1.76 V	-26.25°
500 Hz	1.38 V	-45.66°
1 kHz	860 mV	-64.70°
2 kHz	488 mV	-73.21°
4 kHz	256 mV	-81.74°
8 kHz	128 mV	-86.59°

Obserwując odpowiedź układu RC na same fale prostokątne podane w zad. 2.