

Laboratorium Podstaw Elektroniki			
Kierunek <i>Informatyka</i>	Specjalność –	Rok studiów <i>I</i>	Symbol grupy lab. <i>II</i>
Temat Laboratorium <i>Układy wzmacniaczy operacyjnych</i>		Numer lab. <i>6</i>	
Skład grupy ćwiczeniowej oraz numery indeksów <i>Ewa Fengler(132219), Sebastian Maciejewski(132275), Jan Techner(132332)</i>			
Uwagi		Ocena	

Cel

Celem przeprowadzanych doświadczeń jest poznanie funkcji wzmacniaczy operacyjnych w układach elektronicznych.

Wszystkie elementy rezystancyjne i pojemnościowe zamieszczone na płycie laboratoryjnej zostały przedstawione w poniższej tabeli :

Element obwodu	Oznaczenie	Odczyt
R₁	Brażowy, Czarny, Czerwony, Złoty	$1k\Omega \pm 5\%$
R₂	Brażowy, Czarny, Czerwony, Złoty	$1k\Omega \pm 5\%$
R₃	Brażowy, Czarny, Czerwony, Złoty	$1k\Omega \pm 5\%$
R₄	Czerwony, Czarny, Czerwony, Złoty	$2k\Omega \pm 5\%$
R₅	Brażowy, Czarny, Czerwony, Złoty	$1k\Omega \pm 5\%$
R₆	Zielony, Brażowy, Czerwony, Złoty	$5.1k\Omega \pm 5\%$
R₇	Brażowy, Czarny, Czerwony, Złoty	$1k\Omega \pm 5\%$
R₈	Czerwony, Czarny, Czerwony, Złoty	$2k\Omega \pm 5\%$
C₁	104	$100\mu F$
C₂	$10\mu F$	$10\mu F$

Tablica 1: Odczytane wartości elementów układu

1 Zadanie 1.3

Badanie działania wzmacniacza w konfiguracji nieodwracającej.

1.

Płyta ćwiczeniowa do badania wzmacniacza w konfiguracji nieodwracającej została przygotowana zgodnie ze schematem podanym na stronie[1]. Wartości elementów rezystancyjnych **R₁** oraz **R₂** odpowiedzialnych za wyznaczanie stopnia wzmacnienia w tej konfiguracji przedstawiono w tabeli 1.

5.

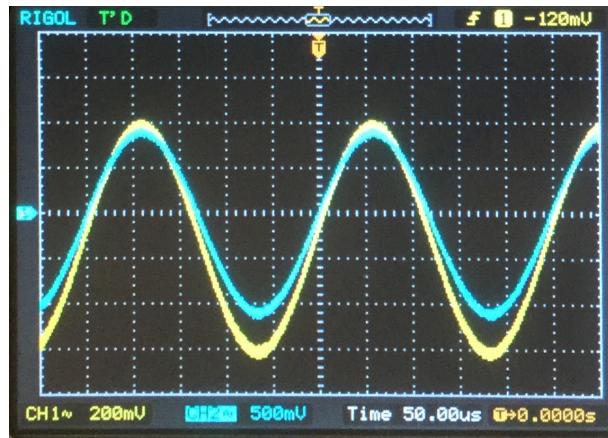
Na wyjściu generatora został ustawiony przebieg sinusoidalny o częstotliwości 4kHz, ponieważ taka wartość została podana przez prowadzącego zajęcia.

6.

Odczytane z oscyloskopu amplitudy przebiegów wejściowych i wyjściowych to :

$$\begin{aligned} \text{Amplituda przebiegu wejściowego} &= \sim 0.5V \\ \text{Amplituda przebiegu wyjściowego} &= \sim 1V \end{aligned}$$

7.



Rysunek 1: oscylogram ukazujący działanie stopnia wzmacniającego w konfiguracji nieodwracającej

8.

$$\frac{A_{out}}{A_{in}} = \frac{1V}{0.5V} = 2$$

$$10\log_{10}(2)^2 = 20\log_{10}(2) = 6.02dB$$

Oszacowane wzmacnianie wzmacniacza wynosi w skali liniowej $\sim 2[V/V]$, natomiast w skali decybelowej jest to około 6 dB.

9.

$$\frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)} = 1 + \frac{Z_f}{Z_{in}} \quad (1)$$

$$\frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)} = 1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega} = 1 + 1 = 2$$

$$\frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)} = 2$$

Uzyskana wartość wzmacniania obliczona w podpunkcie 8 (w skali liniowej) pokrywa się z wartością wzmacniania obliczoną na podstawie zależności (1)[1]

10.

W układzie wtórnika Z_f wynosi 0Ω , a Z_{in} wynosi ∞ . Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy wartość wzmacniania równą 1. Wtórnik napięciowy stosuje się w celu separacji wejścia od wyjścia, bowiem nie obciąża on układu wejściowego (generującego napięcie wejściowe), ponieważ impedancja wejściowa wzmacniacza operacyjnego teoretycznie jest nieskończona. Równocześnie, ponieważ teoretyczna impedancja wyjściowa wzmacniacza operacyjnego wynosi 0, w związku z czym może być (teoretycznie) dowolnie obciążona.

2 Zadanie 1.4

Badanie działania wzmacniacza w konfiguracji odwracającej.

1.

Płyta ćwiczeniowa do badania wzmacniacza w konfiguracji odwracającej została przygotowana zgodnie ze schematem podanym na stronie[1]. Wartości elementów rezystancyjnych oraz pojemnościowych możliwych do załączenia w roli impedancji Z_f oraz Z_{in} w tej konfiguracji przedstawiono w tabeli 1.

3.

Na wyjściu generatora został ustawiony przebieg sinusoidalny o częstotliwości 4kHz, ponieważ taka wartość została podana przez prowadzącego zajęcia.

4.

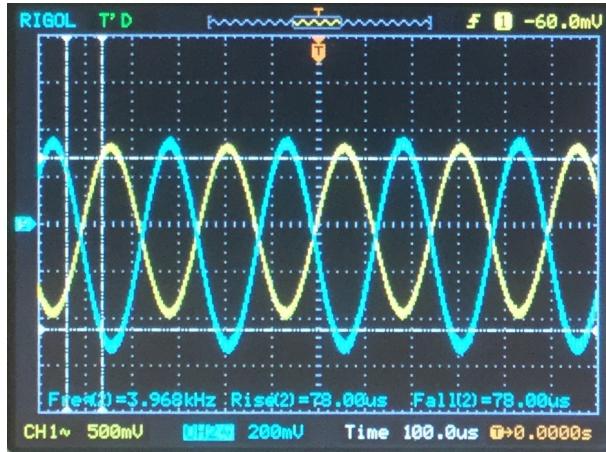
W tabeli poniżej zostały umieszczone następujące dane :

- teoretyczne wartości wzmacniania napięciowego k_u obliczone ze wzoru $\frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)} = -\frac{Z_f}{Z_{in}}$ [1].
- amplitudy przebiegów wejściowych u_{we} i wyjściowych u_{wy} dla różnych nastaw Z_f oraz Z_{in} odczytane z oscyloskopu.
- aktualne wartości wzmacniania napięciowego k_u układu obliczone na podstawie stosunku u_{wy} i u_{we} wyrażone w skali liniowej i decybelowej.

Z_{in}	nr przełącznika	Z_f	nr przełącznika	k_u teoretyczne	u_{we}	u_{wy}	k_u [V/V]	k_u [dB]
$1k\Omega$	1	$2k\Omega$	1	-2 [V/V]	0,5 V	1V	2	6.02
$1k\Omega$	1	$1k\Omega$	2	-1 [V/V]	0,5 V	0,5V	1	0
$1k\Omega$	1	$5.1k\Omega$	3	-5,1[V/V]	100mV	0,5V	5	13.97
$2k\Omega$	2	$1k\Omega$	2	-0,5[V/V]	1V	0,5V	0,5	-6.02

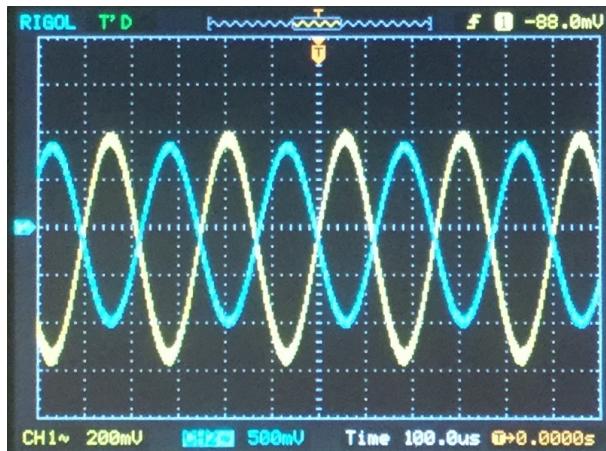
Tablica 2: Zestawienie danych pomiarowych i obliczeniowych stopnia wzmacniającego.

5.



Rysunek 2: Aktualny pomiar częstotliwości badanego przebiegu

6.



Rysunek 3: Działanie stopnia wzmacniającego w konfiguracji odwracającej dla przełączników 1 i 1

7.

Różnice zostały stwierdzone dla wzmacnienia 5,1[V/V] i są spowodowane błędem pomiaru. Szacowany błąd odczytu wartości napięcia amplitudu na oscyloskopie wynosi około 5%

8.

Przesunięcie fazowe między przebiegami wynosi 180° i jest spowodowane podaniem sygnału na wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego.

3 Zadanie 1.5

Badanie działania wzmacniacza całkującego (integratora)

3.

Na wyjściu generatora został ustawiony przebieg prostokątny o częstotliwości 4kHz, ponieważ taka wartość została podana przez prowadzącego zajęcia.

4.



Rysunek 4: Stabilny przebieg trójkątny na wyjściu integratora

5.

zdjęcie i obliczenie nachylenia???????????????

R	nr przełącznika	C	nr przełącznika	$\frac{1}{T_i}$ teoretyczne	$\frac{1}{T_i}$ obliczone
$1k\Omega$	1	$10nF$	4	100000	???
$2k\Omega$	2	$10nF$	4	50000	???

Tablica 3: Zestawienie danych pomiarowych i obliczeniowych stopnia wzmacniającego w roli integratora.

6. i 7.

Stała całkowania i częstotliwość sygnału wejściowego zostały dobrane tak, że szerokość podstawy zbocza trójkąta pokryła się z szerokością impulsu prostokątnego.



Rysunek 5: Aktualny pomiar częstotliwości badanego przebiegu

8.



Rysunek 6: Osciylogram ukazujący działanie integratora dla przełączników 2 i 4

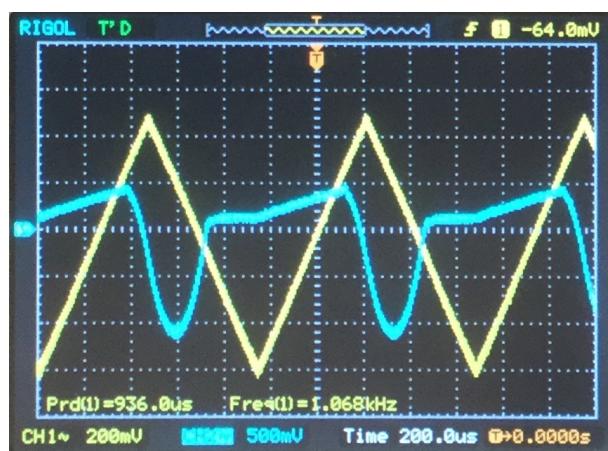
4 Zadanie 1.6

Badanie działania wzmacniacza różniczkującego

3.

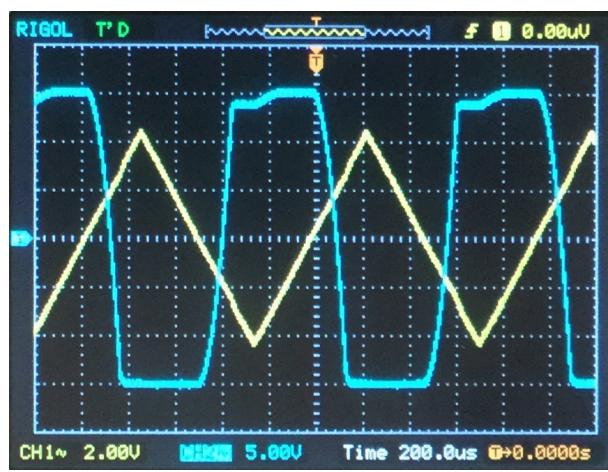
Na wyjściu generatora został ustawiony przebieg trójkątny o częstotliwości 1kHz.

4.



Rysunek 7: Aktualny pomiar częstotliwości badanego przebiegu

5.

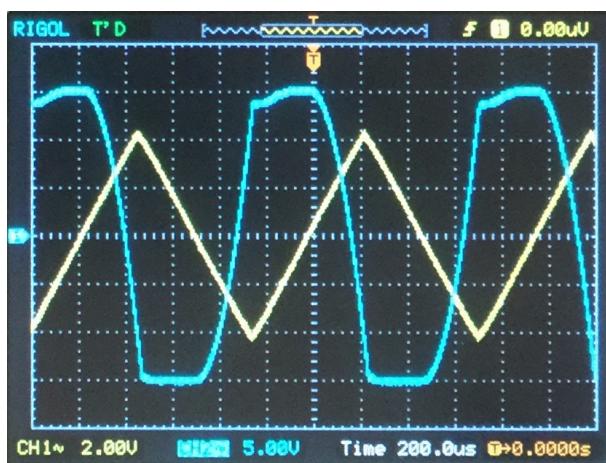


Rysunek 8: Stabilny przebieg prostokątny na wyjściu układu

6.



Rysunek 9: Lepszy przebieg prostokątny na wyjściu układu



Rysunek 10: Gorszy przebieg prostokątny na wyjściu układu

7.

Na przebiegu wyjściowym układu różniczkującego obserwujemy 2 rodzaje zniekształceń. Pierwsze zniekształcenie polega na ograniczonej prędkości narastania i opadania zbocza przebiegu wyjściowego. Wynika to z ograniczeń wzmacniacza operacyjnego, którego jedną z cech katalogowych jest maksymalna prędkość narastania napięcia wyjściowego (niezależne od charakterystyk częstotliwościowych). Drugie zniekształcenie wynika z pracy wzmacniacza w nasyceniu, napięcia maksymalne są równe napięciu zasilania wzmacniacza operacyjnego. Zasadniczo przebieg prostokątny otrzymano przede wszystkim ze względu na nasycenie, a w mniejszym stopniu ze względu na różniczkowanie sygnału przez układ badany. Teoretycznie powinniśmy uzyskać zniekształcenia polegające na podwzbudzaniu wzmacniacza operacyjnego (zafalowania części płaskich) wynikające ze zbliżania się układu ze sprzeżeniem zwojnym do stanu niestabilnego (kryterium Nyquista).

Literatura

- [1] W trakcie przeprowadzania doświadczeń i pisania sprawozdania zespół korzystał głównie z materiałów ze strony <http://mariusznaumowicz.ddns.net/materialy.html> oraz z wiedzy własnej.