|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Elektronika w eksperymencie fizycznym | | Rok akademicki  2014/2015 |
| Środa 1115-1400  Stanowisko E | Monika Seniut  Dominik Stańczak | Ćwiczenie wykonano w dniu:  11.III.2015 |
| Ćwiczenie 2 | Obwody rezonansowe |  |

# Cel ćwiczenia

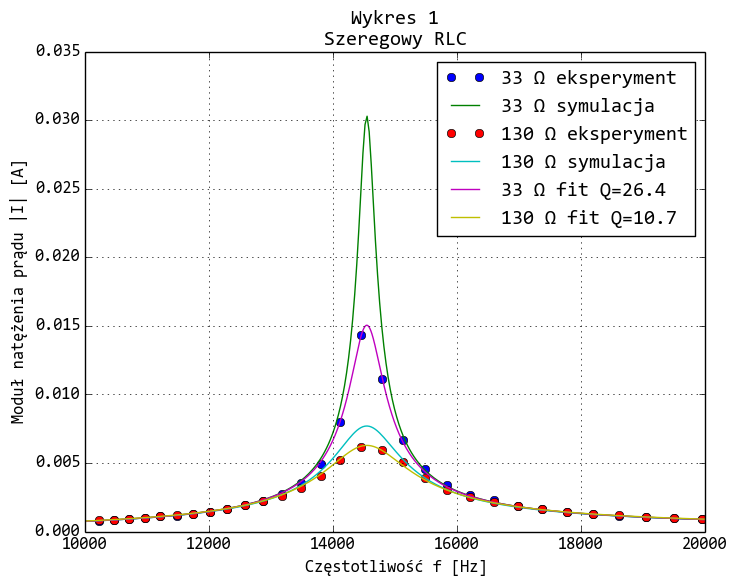
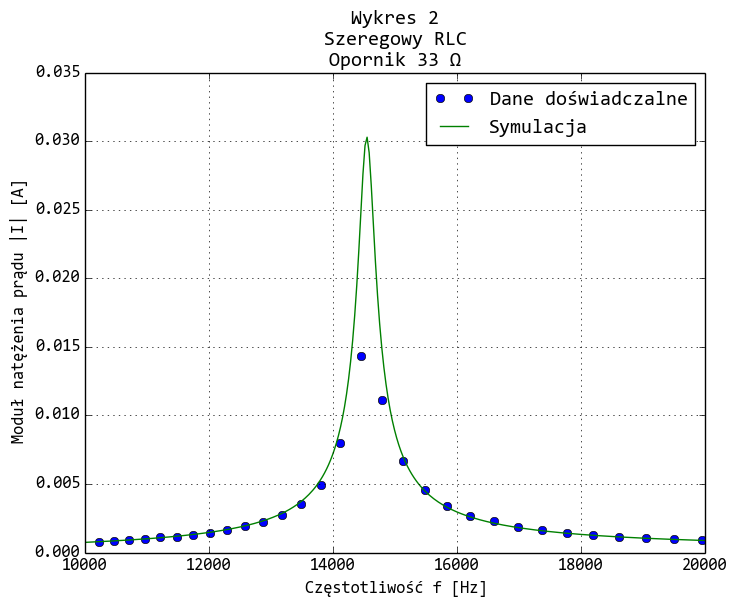
Celem ćwiczenia jest poznanie właściwości szeregowych i równoległych obwodów rezonansowych oraz ich parametrów, reakcji obwodów selektywnych na sygnały harmoniczne i prostokątne oraz możliwości ich zastosowań.

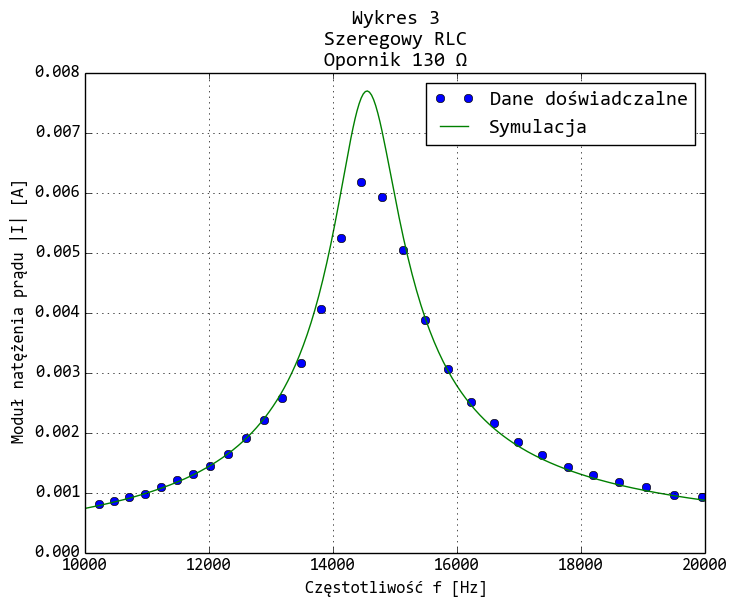
# Wykaz użytego sprzętu oraz schematy układów pomiarowych

* Płytka prototypowa NI ELVIS II+

# Opracowanie wyników pomiarów

Dla obwodu szeregowego RLC z opornikiem R1=33Ω, a następnie R2=130Ω wykreślono zależność modułu natężenia prądu w funkcji częstotliwości. Wyniki pomiarów wykreślono na wykresie poniżej.



Analizator Bodego, z którego dane eksperymentalne oraz teoretyczne (z symulacji) zapisano do pliku, oblicza moduł transmitancji napięciowej układu, wyrażoną wzorem:

gdzie: – transmitancja napięciowa.

Stąd wynika, iż moduł natężenia prądu |I| można wyznaczyć ze wzoru :

Gdzie:

U2 – napięcie na wyjściu generatora [V]

U1 =1V – napięcie na wejściu generatora [V]

R – rezystancja opornika, użytego w doświadczeniu (R1 i R2)

Z pliku z danymi, zapisanego po wykonaniu 1 części ćwiczenia, odczytano częstotliwość rezonansową . To trzeba uzasadnić i podać niepewność odczytu! Częstotliwość tą wykorzystano do wyznaczenia indukcyjności zwojnicy , otrzymując wartość 19.28 mH. Wartość tą wykorzystano do przeprowadzenia symulacji działania układu w programie NI MultiSIM. Wykorzystując ciągłe krzywe danych symulacyjnych, odczytano szerokość połówkową B umieszczoną na wysokości maksimum wyniku symulacji podzielonego przez , odczytując współrzędne punktów przecięcia z charakterystyką symulacyjną. Stąd:

gdzie: f0- częstotliwość rezonansowa, Q-dobroć układu.

Częstotliwość rezonansową odczytano korzystając z wykresu dopasowanej krzywej, jako maksimum danej krzywej.

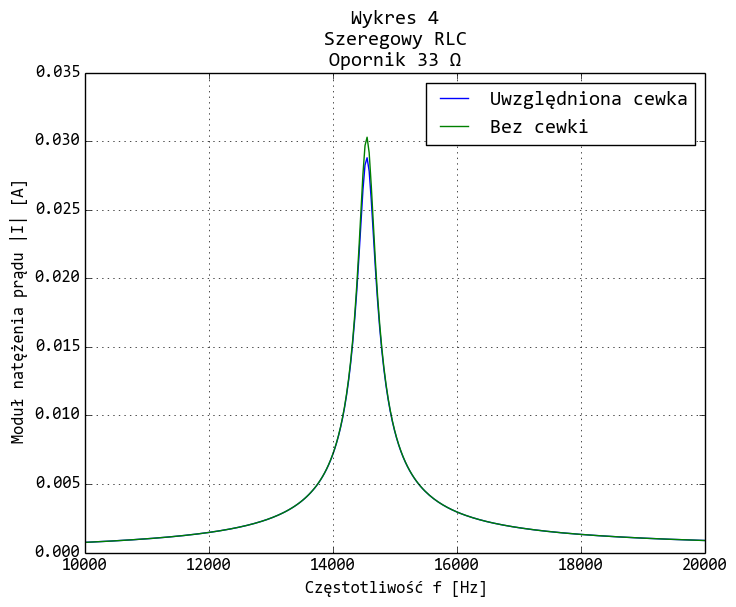
Dobroć układów wyznaczono korzystając ze wzoru (1) jako:

(2)

Otrzymano wartości dla opornika i dla .

Pomiary dla obu oporników przedstawione są wspólnie na poniższym wykresie:

Przeprowadzono również symulację z uwzględnieniem oporności cewki. Załączony poniżej wykres demonstruje, że założenie to nie wpływa znacząco wyniki.



Na podstawie znanych f0 i Q oraz wartości Rg=50Ω, R1, R2, C=6,2 nF obliczono parametry cewki przy częstotliwości rezonansowej dla układu z rys(B) :

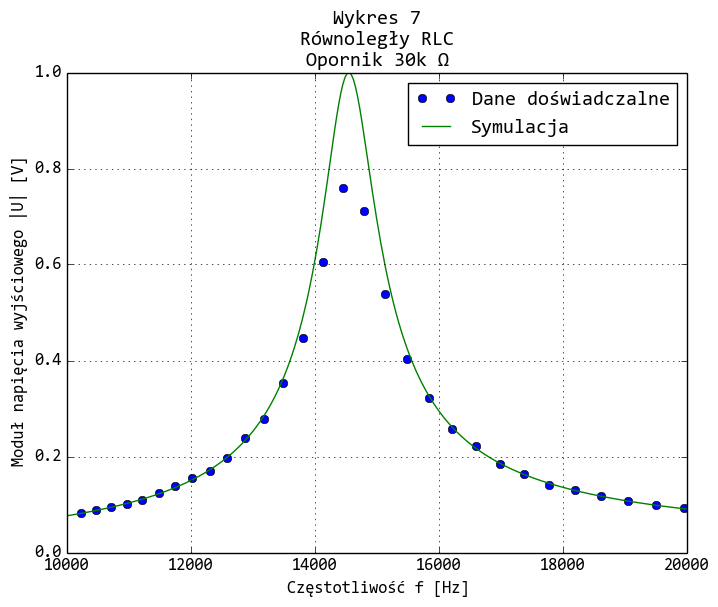
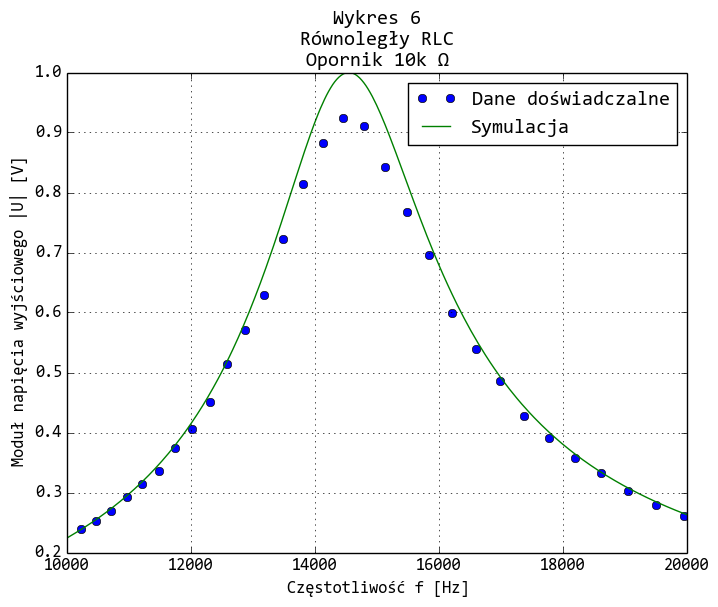
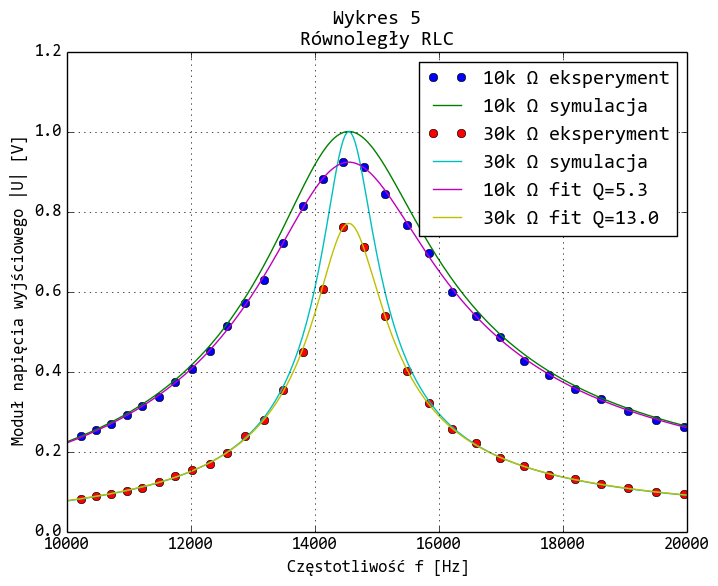
1. rL – oporność strat cewki
2. QL – dobroć cewki

Do wyprowadzenia powyższych wzorów korzystano z zależności, podanych w instrukcji na stronie laboratorium EWEF: <http://fizyka.if.pw.edu.pl/~labe/index.php/Laboratorium_EwEF>.

Dla obwodów równoległych RLC z opornikami R3=30kΩ i R4=10kΩ z rys(C) wykreślono zależność modułu napięcia wyjściowego |U2| w obwodzie w funkcji częstotliwości. Dopasowanie krzywej do danych eksperymentalnych, szerokość otrzymanych krzywych rezonansowych oraz ich dobroć wyznaczono analogicznie do przypadku układu szeregowego RLC, |U2| wyliczając ze wzoru:

Wyznaczone wartoście dobroci i szerokości krzywych rezonansowych wyniosły:

POWRZUCAŁEM TUTAJ WYKRESY ALE OPISY SĄ DO ZMIANY



Kolejnym etapem ćwiczenia było sporządzenie wykresów doświadczalnej oraz teoretycznej (wyliczonej ze wzorów) uniwersalnej krzywej rezonansowej obwodu szeregowego, czyli zależność unormowanego modułu natężenia prądu w obwodzie szeregowym w funkcji rozstrojenia względnego .

Korzystano z zależności:

Na osi rzędnych przedstawiono y, natomiast na osi odciętych – rozstrojenie względne

Dane do wykresów : Q1=, Q2= ,f0= (wyznaczone z krzywych dopasowanych do punktów pomiarowych).

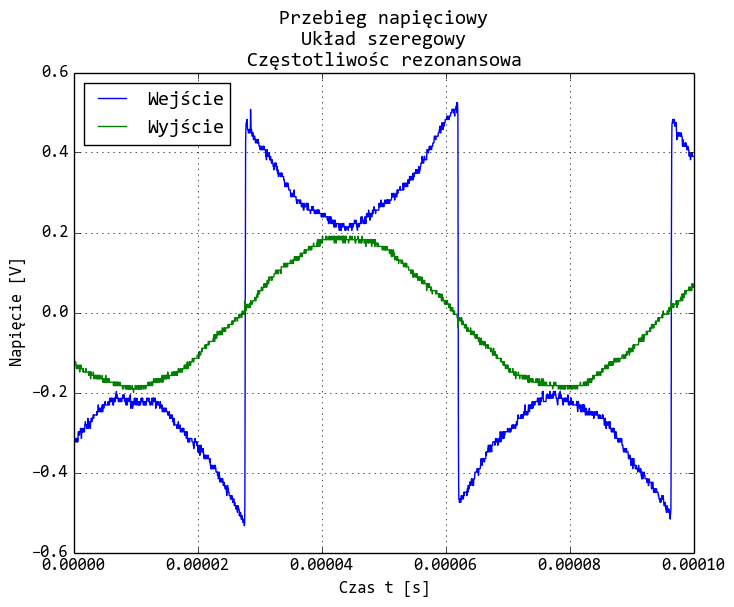
Wykresy krzywych eksperymentalnej i teoretycznej przedstawiono na rys (D) we wspólnym układzie współrzędnych.

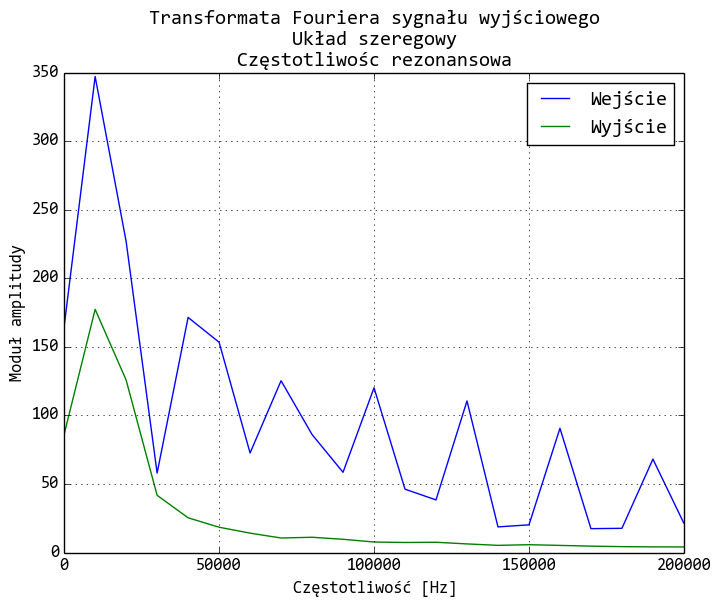
POTRZEBUJĘ W TYM MIEJSCU TWOJEJ AKTUALNEJ WERSJI WYKRESU TAK JAK CI WYSZŁA OSTATECZNIE, PRZEŚLIJ KOD

Tu wstawić wykres

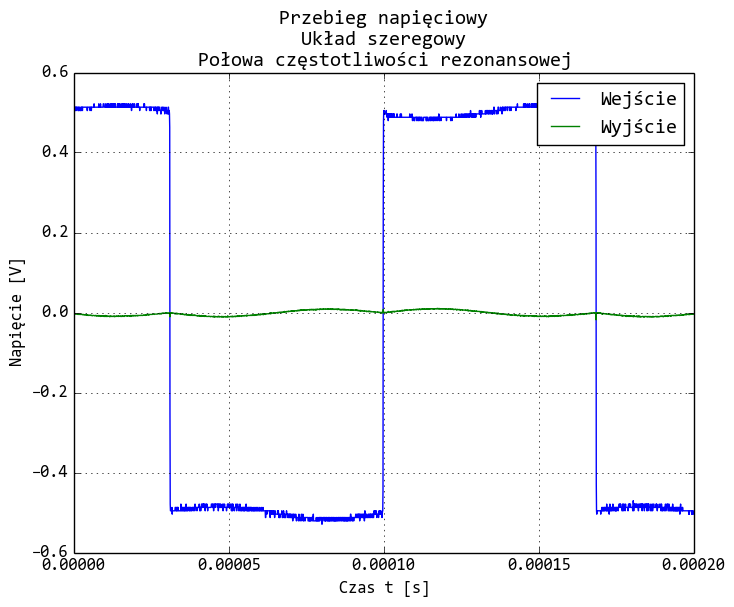
## Przebiegi czasowe

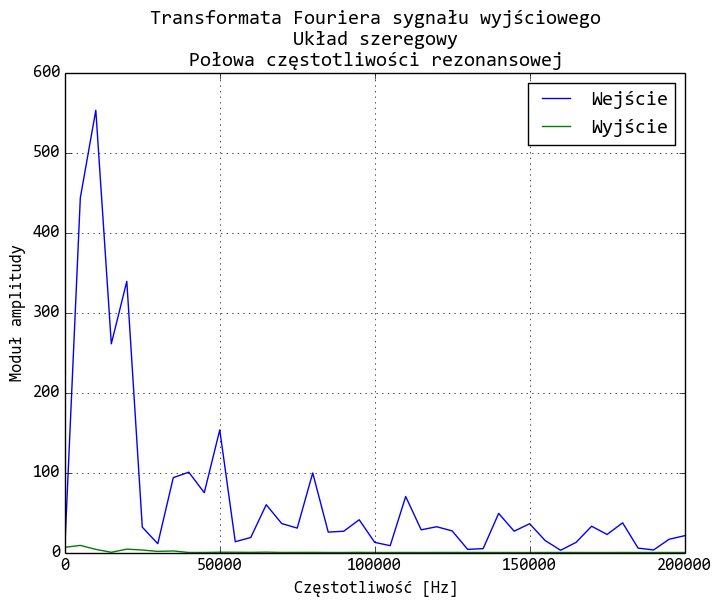
Poniżej załączamy wykresy przebiegów czasowych sygnałów (dane zapisane z oscyloskopu), jak również moduły amplitud obliczone poprzez dyskretne transformaty Fouriera wykonane dla danych wejściowych i wyjściowych każdego wykresu przy użyciu biblioteki NumPy.FFT Pythona, funkcja rfft (real fast fourier transform[[1]](#footnote-1)).



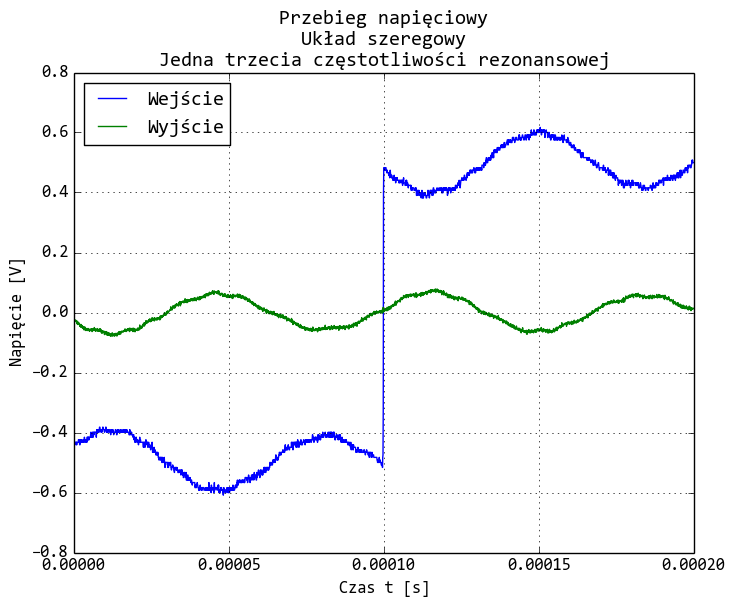


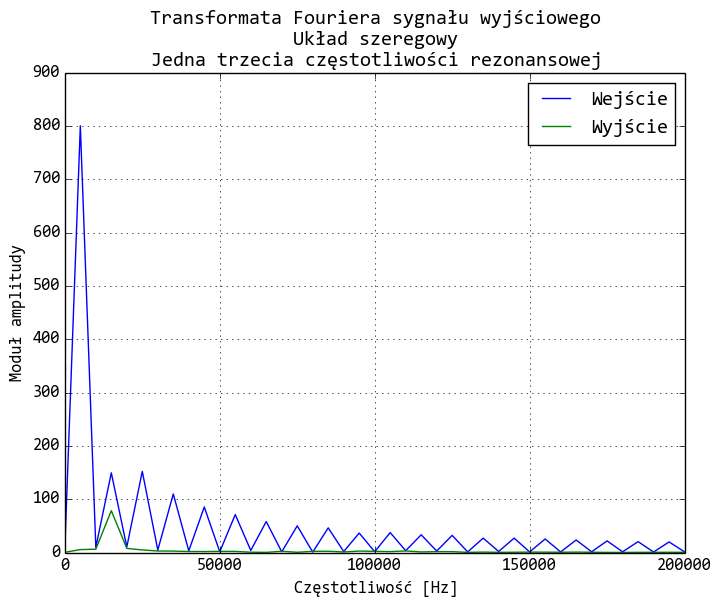
Obserwujemy selektywne przepuszczenie składowej pierwszej harmonicznej sygnału wejściowego. Należy zwrócić uwagę, że dla każdego przebiegu napięciowego układu szeregowego rezonans w układzie powoduje zmiany w sygnale wejściowym – dalsza dyskusja zjawiska w wnioskach. Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 0.390 V. Sygnał prostokątny rozłożono na szereg Fouriera, otrzymując amplitudy . To pozwala przewidywać, że stosunek , zaś .



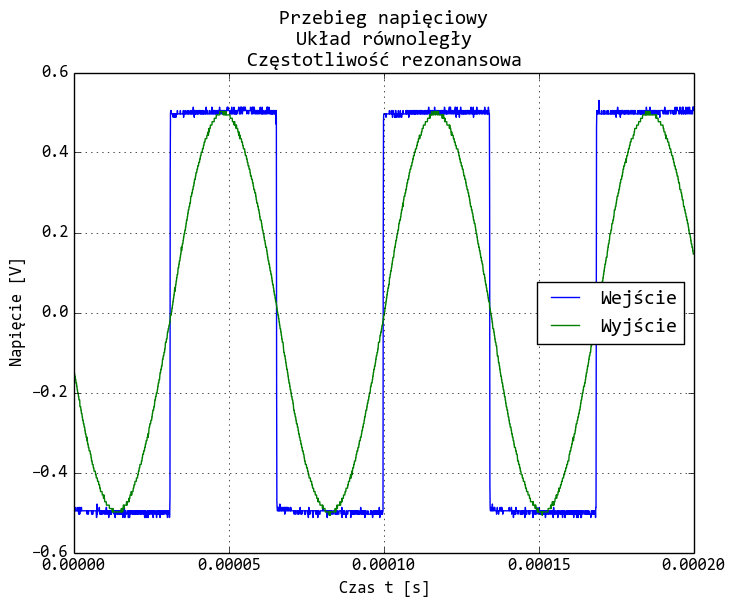


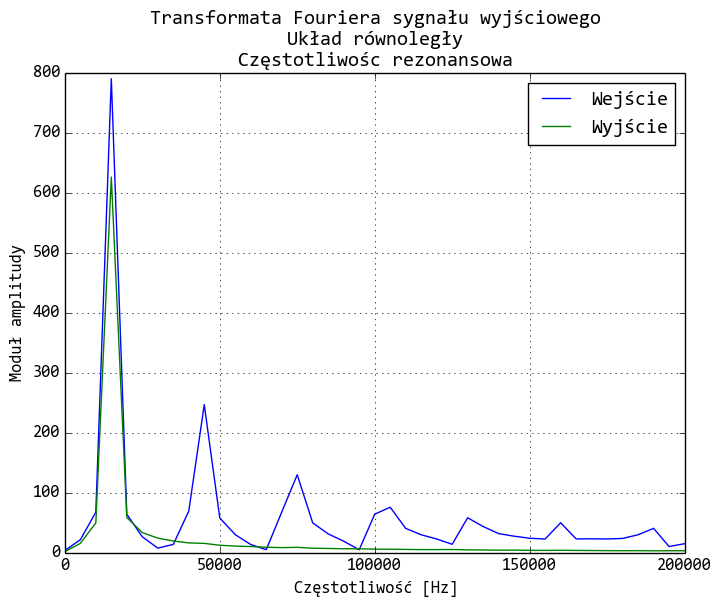
Obserwujemy praktycznie całkowite wytłumienie drugiej harmonicznej sygnału. Zastanawiający jest fakt, że sygnał wyjściowy ma nieciągłą pochodną (przy zmianie polaryzacji napięcia wejściowego można zaobserwować zmianę fazy sygnału o . Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 0.029 V. Stosunek amplitudy drugiej harmonicznej do amplitudy pierwszej harmonicznej wynosi 0.073 – blisko przewidywanej teoretycznie wartości zero.



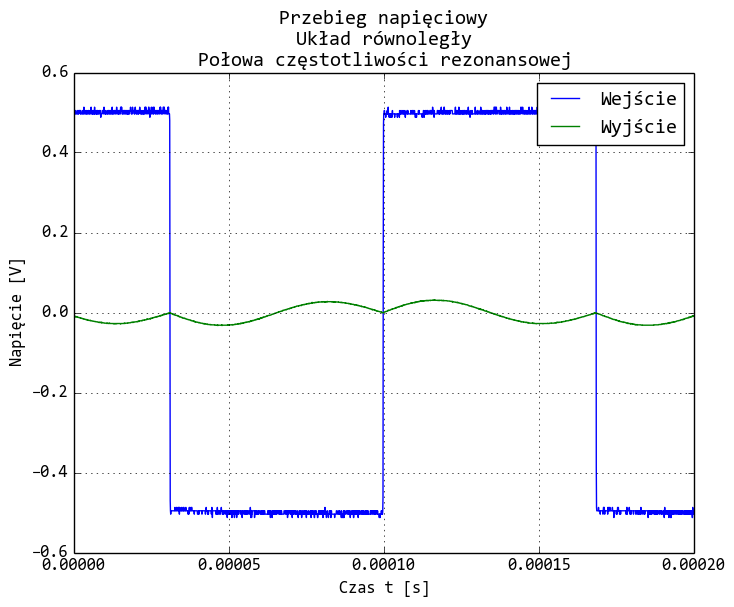


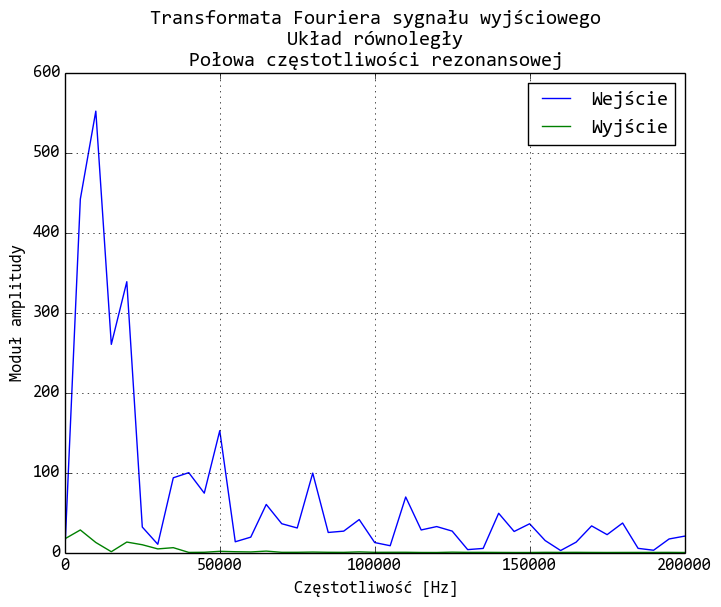
Obserwujemy selektywne przepuszczenie składowej trzeciej harmonicznej sygnału. Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 0.157 V. Stosunek amplitudy drugiej harmonicznej do amplitudy pierwszej harmonicznej wynosi 0.403 – blisko przewidywanej teoretycznie wartości 0.333.



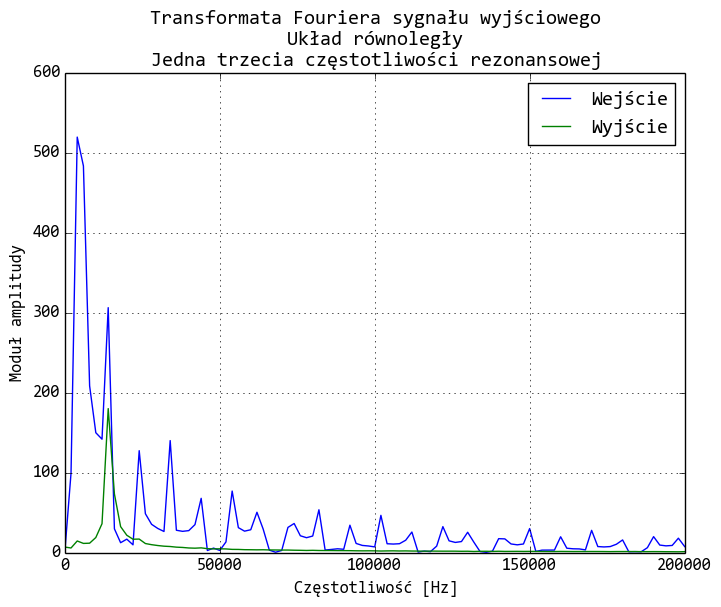
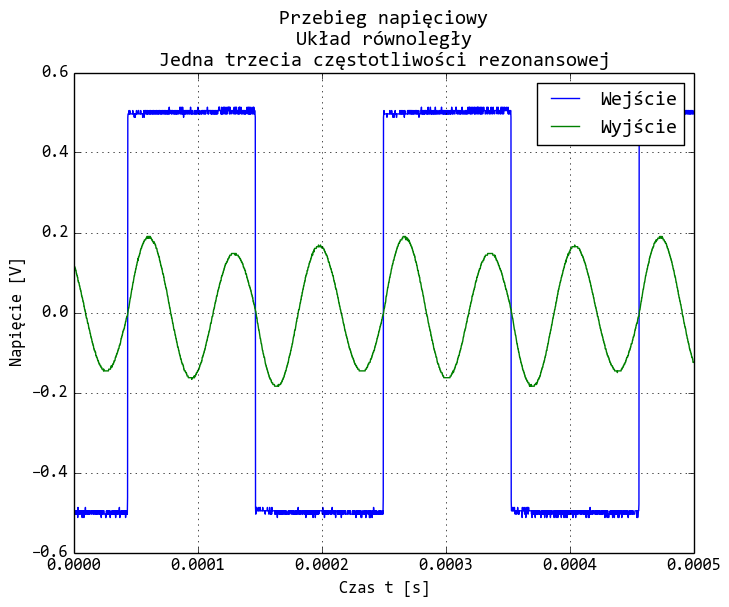


W układzie równoległym również obserwujemy selektywne przepuszczenie składowej pierwszej harmonicznej sygnału wejściowego. Należy zwrócić uwagę, że dla każdego przebiegu napięciowego układu równoległego rezonans w układzie nie powoduje zmian w sygnale wejściowym. Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 1.009 V.





Obserwujemy praktycznie całkowite wytłumienie drugiej harmonicznej sygnału. W tym układzie sygnał wyjściowy, tak samo jak dla drugiej harmonicznej w układzie szeregowym, sygnał wyjściowy ma nieciągłą pochodną przy zmianie polaryzacji sygnału wejściowego. Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 0.064 V. Stosunek amplitudy drugiej harmonicznej do amplitudy pierwszej harmonicznej wynosi 0.063 – blisko przewidywanej teoretycznie wartości zero.



Obserwujemy selektywne przepuszczenie składowej trzeciej harmonicznej sygnału, jak również modulację sygnału wyjściowego poprzez pierwszą harmoniczną (dobrze pokazuje to dyskretna transformata sygnału – częstotliwość odpowiadająca pierwszej harmonicznej ma niewielki peak amplitudy). Amplituda peak to peak sygnału wyjściowego odczytana z wykresu to 0.374 V. Stosunek amplitudy drugiej harmonicznej do amplitudy pierwszej harmonicznej wynosi 0.371 – blisko przewidywanej teoretycznie wartości 0.333.

# Analiza niepewności

Częstotliwość rezonansową odczytywano z wykresów eksperymentalnych jako środek krzywej, co do której założono, że jest symetryczna. Rozsądnym założeniem zdaje się przyjęcie szacowanej niepewności pomiaru . Oczywiście, , zaś .

Indukcyjność zwojnicy oblicza się metodą różniczki zupełnej. Przy założeniu, że pojemność kondensatora jest znaną, dokładną wielkością (6.2 nF),

Q wyznaczono przy pomocy algorytmu w Pythonie, w sposób opisany uprzednio. Niepewności pomiarowe otrzymuje się bezpośrednio z algorytmu fitującego:

def Lorentz(f, Q, A):

return A/np.sqrt(1.+Q\*Q\*(f/f0 - f0/f)\*\*2)

popt, pcov = scipy.optimize.curve\_fit(Lorentz, Xex, Yex)

perr = np.sqrt(np.diag(pcov))

Oporność cewki oblicza się ze wzoru . Zakładając, że wielkości oraz są znane, . Przez symetrię z wzorem na ,

Dla układu równoległego:

# Wnioski

Hej~

[07:48:44] Dominik Stańczak: Cześć, co tam?

[07:48:48] Oskar Kinomoto Świtalski: Jakie dobrocie tobie wyszły w szeregowym?

[07:49:34] Dominik Stańczak: Dla 33ohm 53.7, dla 130 ohm 13.64

[07:50:09] Oskar Kinomoto Świtalski: Oki, bo mam 2 różne w zależności od sposobu wyznaczania...

[07:50:20] Dominik Stańczak: Wcale mnie to jakoś nie dziwi

[07:50:23] Dominik Stańczak: Jakie to dwa sposoby?

[07:50:38] Dominik Stańczak: Jak fitowałem krzywą lorentzowską to mi też bzdury wychodziły

[07:50:49] Oskar Kinomoto Świtalski: no jeden to ten twój, po wynikach patrząc, drugi właśnie z wykresu

[07:51:21] Oskar Kinomoto Świtalski: po co fitować? wystarczy dać gnumericowi dane i powiedzieć, żeby zrobił wykreś z krzywymi :P

[07:51:47] Dominik Stańczak: for science

[07:52:11] Oskar Kinomoto Świtalski: A to że z wykresu jest inaczej mi się wydaje sensowne bo ze wzorów nie bierze się chyba tego co robi cewka

[07:52:26] Dominik Stańczak: To rzeczywiście brzmi sensownie

[07:53:00] Oskar Kinomoto Świtalski: Więc myślę, że prawidłowo jest z wykresu to robić.

[07:53:19] Oskar Kinomoto Świtalski: Ale jak widzę ty i karo robicie ze wzorów, więc nie wiem

[07:53:37] Dominik Stańczak: Mmm

[07:53:41] Dominik Stańczak: Tylko wiesz co

[07:53:55] Dominik Stańczak: U nas robiła to Monika i ona to czytała z wykresu

[07:54:01] Dominik Stańczak: Nie jestem pewien o którym wzorze mówisz?

[07:54:58] Oskar Kinomoto Świtalski: Q = w\_o \* L/R czy coś w tym stylu

[07:55:22] Dominik Stańczak: A to nie, myśmy tego chyba nie wykorzystywali. Ewentualnie do policzenia L zwojnicy

[07:55:40] Oskar Kinomoto Świtalski: oki

[07:55:53] Oskar Kinomoto Świtalski: interesting bo karo wszystko na tym właśnie chyba oparła

[07:56:16] Dominik Stańczak: fascinating

[07:58:33] Oskar Kinomoto Świtalski: Ta i wszystko do poprawienia po niej :D

[07:58:44] Dominik Stańczak: :(

[08:00:38] Oskar Kinomoto Świtalski: Ale z moich wyliczeń r\_l i Q\_l są podobne dla obu R a u karoliny wychodziły ~5 krotnie różne

[08:01:15] Dominik Stańczak: A wychodzą Ci może dodatnie?

[08:01:30] Oskar Kinomoto Świtalski: Tak

[08:01:39] Dominik Stańczak: No zobacz

[08:01:47] Dominik Stańczak: Jesteś pierwszą osobą która mi tak mówi

[08:01:52] Dominik Stańczak: Bo u nas uparcie -50Ohm

[08:02:03] Oskar Kinomoto Świtalski: To u mnie +55 i +47

[08:02:11] Dominik Stańczak: Chyba walnę na to moduł

[08:02:14] Oskar Kinomoto Świtalski: a karolinie +5 i +20

[08:02:36] Oskar Kinomoto Świtalski: r\_l = w\_o \* L/Q\_l

[08:02:37] Oskar Kinomoto Świtalski: liczę

[08:03:01] Dominik Stańczak: A dobroć cewki już uprzednio znasz?

[08:03:08] Oskar Kinomoto Świtalski: Tak z:

[08:03:22] Oskar Kinomoto Świtalski: Q\_l = Q/(1-Q w\_o C R)

[08:03:27] Oskar Kinomoto Świtalski: ze wzoru na 5 stronie

[08:03:39] Oskar Kinomoto Świtalski: przyjmując że R\_g = 0 bo mamy wtórnik

[08:03:44] Dominik Stańczak: Ciekawostka

[08:03:49] Dominik Stańczak: O, z tym R\_g=0 to nie pomyślałem

1. It’s really really fast. [↑](#footnote-ref-1)