|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Elektronika w eksperymencie fizycznym | | Rok akademicki  2014/2015 |
| Środa 1115-1400  Stanowisko E | Monika Seniut  Dominik Stańczak | Ćwiczenie wykonano w dniu:  4.XII.2014 |
| Ćwiczenie 1 | Charakterystyki układów liniowych |  |

# Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z właściwościami i metodami opisu liniowych układów elektrycznych i elektronicznych przenoszących sygnały, w szczególności analiza działania różnego rodzaju filtrów w dziedzinie czasu i dziedzinie częstotliwości.

# Schemat układu pomiarowego i wykaz użytych przyrządów

Eksperymenty wykonano przy użyciu płytka prototypowej NI ELVIS II+



Rysunek 1. Filtr górnoprzepustowy



Rysunek 2. Filtr dolnoprzepustowy



Rysunek 3. Rzeczywisty dzielnik napięcia - model uwzględniający pojemność układu

**

Rysunek 4. Rzeczywisty dzielnik napięcia przy wykorzystaniu kompensacji pojemności

Przyjęte oznaczenia na schematach:

* XFG1- generator funkcyjny
* XSC1- oscyloskop
* Cx – szukana pojemność kondensatora, zapewniająca kompensację prądu (Cx≈5,2 nF wyliczone, użyte w doświadczeniu Cx=5,6 nF)

# Podstawowe definicje i zależności

* Filtr to w elektronice układ, który przepuszcza sygnały okresowe o wybranych częstotliwościach, zaś tłumi sygnały o innych częstotliwościach. Do najprostszych przykładów filtrów zaliczamy:
  + Filtry dolnoprzepustowe, przepuszczające sygnały o niskich częstotliwościach, zaś tłumiące te o wysokich częstotliwościach. Mogą one służyć do całkowania sygnałów wejściowych.
  + Filtry górnoprzepustowe, zachowujące się odwrotnie i mogące służyć do różniczkowania sygnałów wejściowych.

Oba rodzaje filtru posiadają parametr zwany częstotliwością graniczną, którą definiujemy jako częstotliwość, przy którym tłumienie sygnału wejściowego osiąga wartość -3dB. Jest to, w liniowej aproksymacji, punkt przecięcia linii prostych rozgraniczających sygnał przepuszczany i tłumiony.

Korzystając ze schematów układów pomiarowych, przedstawionych na rysunkach 1-4 można wyznaczyć transmitancję napięciową dla danych układów, równą

Transmitancję napięciową układów można przedstawić również w zależności od częstotliwości. Na przykład, dla filtru górnoprzepustowego wynosi ona odpowiednio:

Wzór na transmitancję napięciową dla innego rodzaju filtrów wyznacza się analogicznie, korzystając z równań na dzielnik napięcia.

Moduł transmitancji podaje się w jednostkach logarytmicznych (decybelach) na osi rzędnych podając: ze względu na szeroką rozpiętość wzmocnień, która czyni niepraktycznym wykorzystanie liniowej skali. Ze względu na szeroką rozpiętość zakresu częstotliwości na osi odciętych również wykorzystuje się skalę logarytmiczną.

Budując dzielniki napięciowe z pasywnych rezystorów można napotkać na pojawianie się zależności wzmocnienia napięciowego układu od częstotliwości, wynikające z pewnej własnej pojemności rezystorów ujawniającej się dopiero przy dużych częstotliwościach sygnałów wejściowych (układ staje się wtedy efektywnie filtrem dolnoprzepustowym). Problem ten można rozwiązać poprzez umieszczenie w układzie kondensatora o odpowiednio dobranej pojemności, jak na rysunku 4.

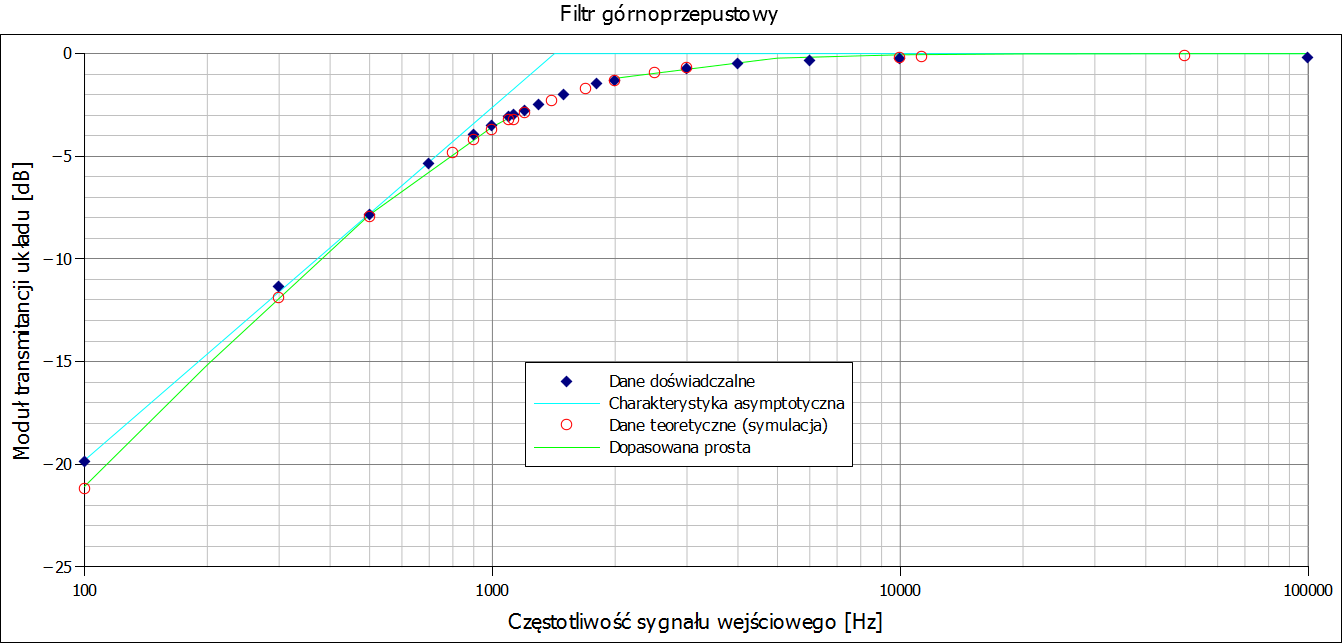
# Wyniki pomiarów

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Filtr: | Górnoprzepustowy | | Dolnoprzepustowy | |
| f [Hz] | V2p-p [V] | | V2p-p [V] | |
| 100 | 0,51 | | 4,95 | |
| 300 | 1,37 | | 4,87 | |
| 500 | 2,05 | | 4,61 | |
| 700 | 2,73 | | 4,27 | |
| 900 | 3,20 | | 3,88 | |
| 1000 | 3,37 | | 3,71 | |
| 1100 | 3,54 | | 3,50 | |
| 1130 | 3,59 | | 3,37 | |
| 1200 | 3,67 | | 3,14 | |
| 1300 | 3,80 | | 3,16 | |
| 1500 | 4,01 | | 3,05 | |
| 1800 | 4,27 | | 2,90 | |
| 2000 | 4,35 | | 2,77 | |
| 3000 | 4,65 | | 2,43 | |
| 4000 | 4,78 | | 2,34 | |
| 6000 | 4,87 | | 2,13 | |
| 10000 | 4,91 | | 1,02 | |
| 100000 | 4,95 | | 0,51 | |
| Filtr: | | Bez kompensacji | | Z kompensacją |
| f [Hz] | | V2p-p [V] | | V2p-p [V] |
| 10 | | 0,494 | | 0,500 |
| 100 | | 0,494 | |  |
| 300 | | 0,484 | |  |
| 500 | | 0,462 | |  |
| 700 | | 0,436 | |  |
| 900 | | 0,406 | |  |
| 1000 | | 0,393 | | 0,560 |
| 1100 | | 0,376 | |  |
| 1200 | | 0,358 | |  |
| 1250 | | 0,355 | |  |
| 1300 | | 0,346 | |  |
| 1400 | | 0,338 | |  |
| 1800 | | 0,291 | |  |
| 2000 | | 0,269 | |  |
| 5000 | | 0,128 | |  |
| 10000 | | 0,073 | | 0,577 |
| 100000 | | 0,022 | | 0,530 |

Dla wszystkich pomiarów V1p-p, amplituda peak-to-peak napięcia wejściowego, została zmierzona jako .

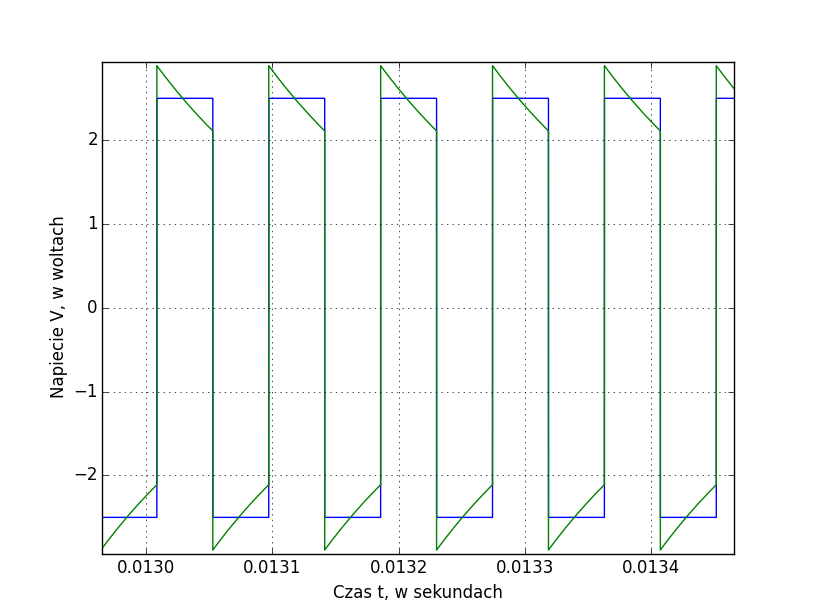
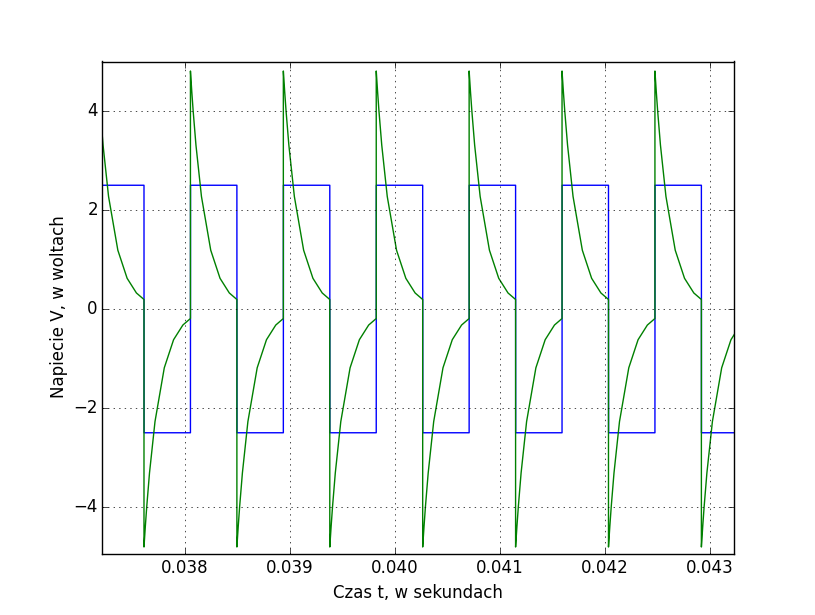
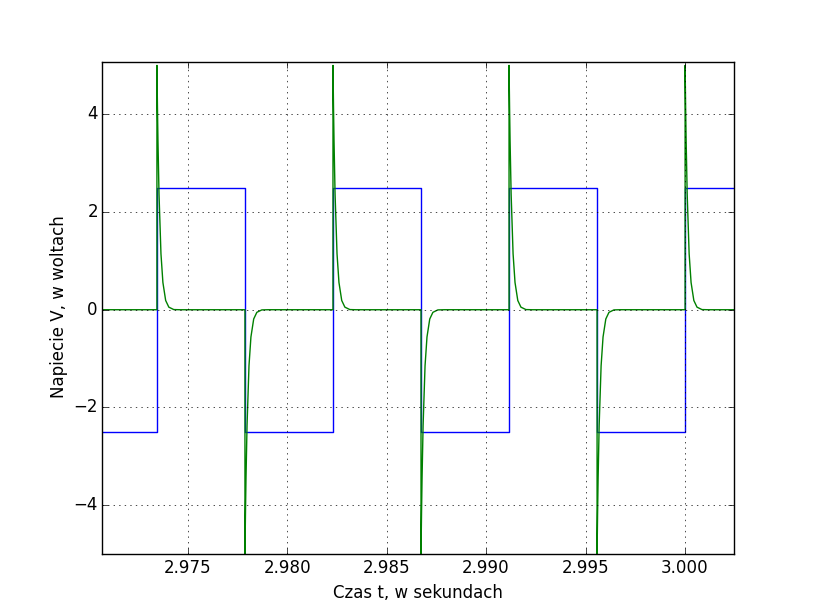
# Opracowanie wyników pomiarów – filtr górnoprzepustowy

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Górnoprzepustowy | Dane doświadczalne | | Dane z symulacji | | |
| f [Hz] | V2p-p [V] | 20 log |k| | f [Hz] | V2p-p [V] | 20 log |k| |
| 100 | 0,51 | -19,90 | 100 | 0,44 | -21,20 |
| 300 | 1,37 | -11,38 | 300 | 1,28 | -11,92 |
| 500 | 2,05 | -7,86 | 500 | 2,02 | -7,97 |
| 700 | 2,73 | -5,35 | 800 | 2,90 | -4,85 |
| 900 | 3,20 | -3,98 | 900 | 3,12 | -4,22 |
| 1000 | 3,37 | -3,53 | 1000 | 3,31 | -3,70 |
| 1100 | 3,54 | -3,10 | 1100 | 3,49 | -3,24 |
| 1130 | 3,59 | -3,00 | 1130 | 3,49 | -3,24 |
| 1200 | 3,67 | -2,79 | 1200 | 3,64 | -2,88 |
| 1300 | 3,80 | -2,50 | 1400 | 3,89 | -2,30 |
| 1500 | 4,01 | -2,02 | 1700 | 4,16 | -1,70 |
| 1800 | 4,27 | -1,48 | 2000 | 4,35 | -1,32 |
| 2000 | 4,35 | -1,31 | 2500 | 4,55 | -0,93 |
| 3000 | 4,65 | -0,74 | 3000 | 4,67 | -0,70 |
| 4000 | 4,78 | -0,50 | 10000 | 4,95 | -0,19 |
| 6000 | 4,87 | -0,35 | 11300 | 4,97 | -0,16 |
| 10000 | 4,91 | -0,27 | 50000 | 4,99 | -0,14 |
| 100000 | 4,95 | -0,20 |  |  |  |



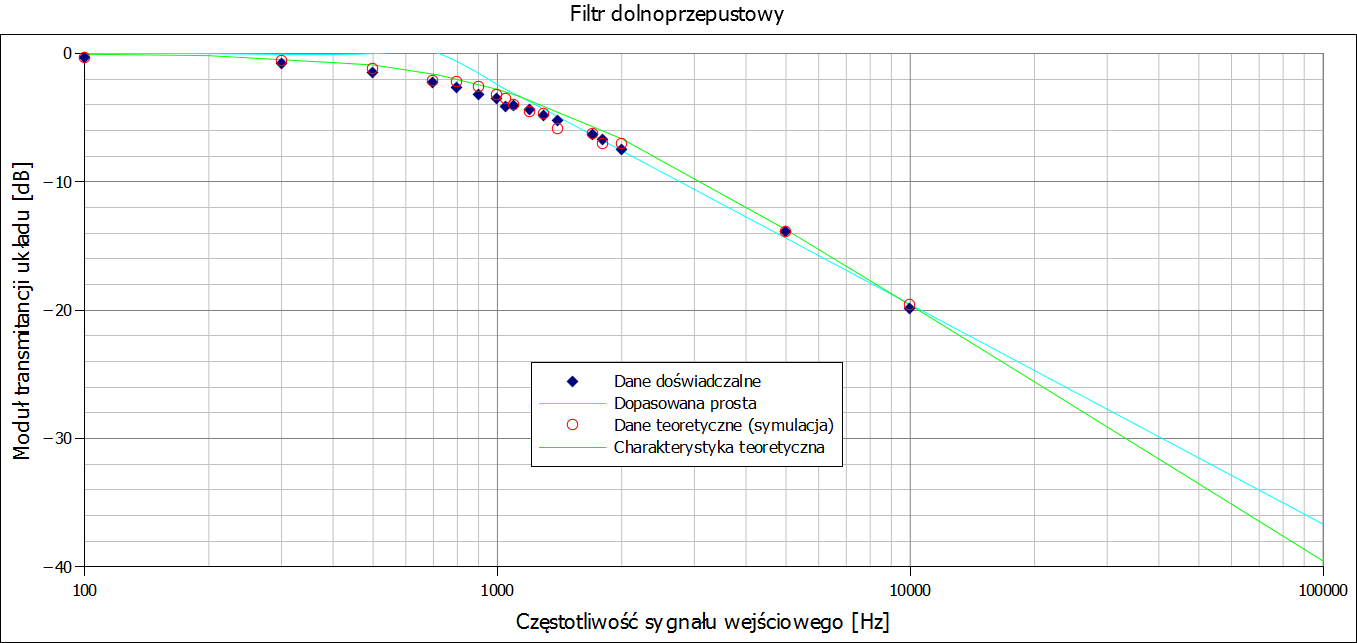
Rysunek 5. Charakterystyka transmitancyjno-częstotliwościowa dla filtra górnoprzepustowego.

Poniżej załączono przebiegi napięciowe na wyjściu (zielone) oraz wejściu (niebieskie) układu dla częstotliwości sygnału wejściowego kolejno 113 Hz, , 11300 Hz.

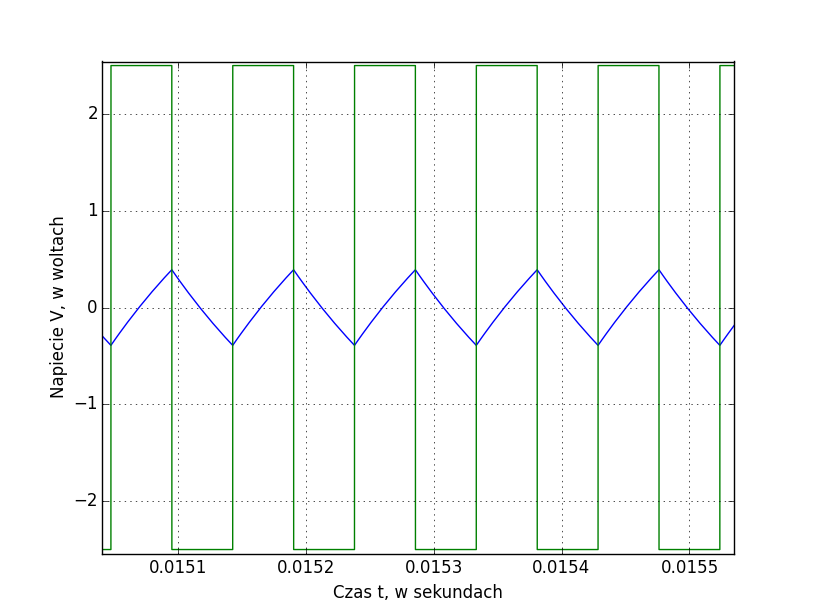
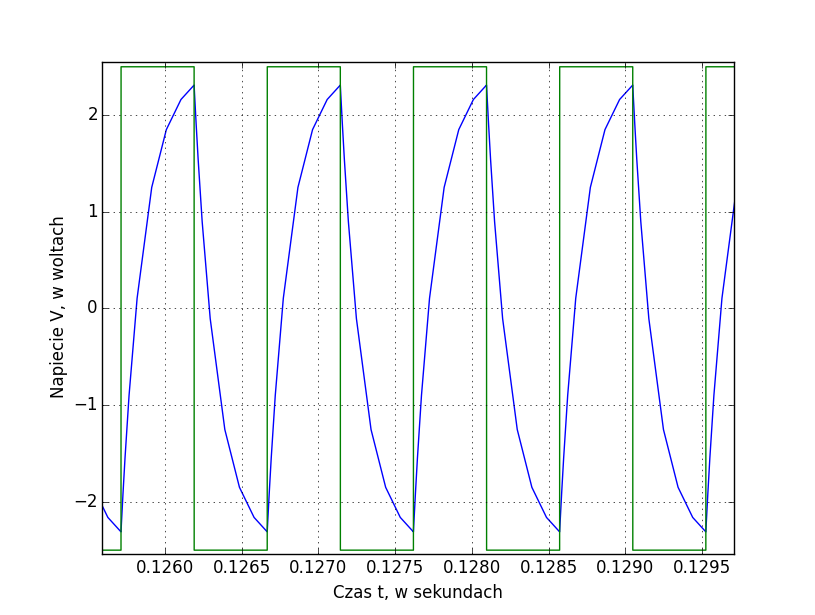
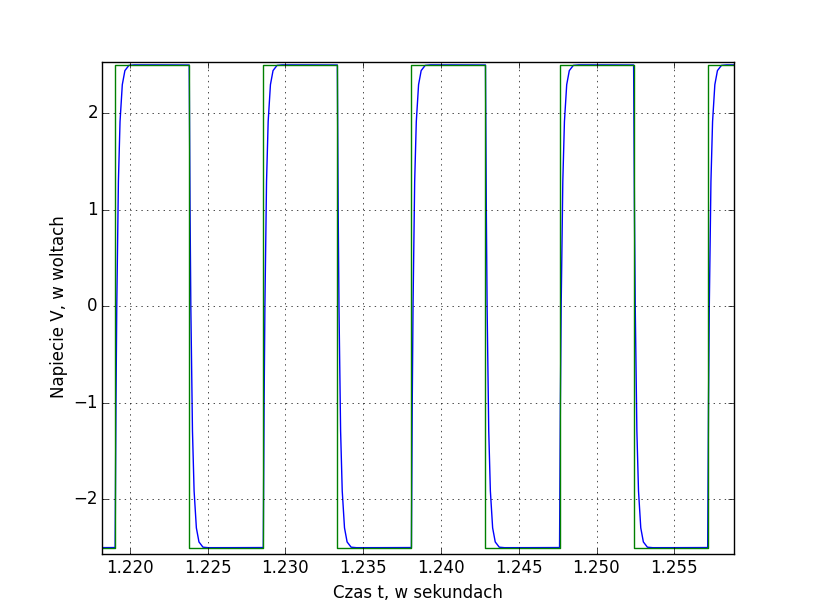


# Opracowanie wyników pomiarów – filtr dolnoprzepustowy

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| dolnoprzepustowy | Dane doświadczalne | | Dane z symulacji | |
| f [Hz] | V2p-p [V] | 20 log |k| | V2p-p [V] | 20 log |k| |
| 10 | 4,95 | -0,20 | 4,91 | -0,27 |
| 100 | 4,87 | -0,35 | 4,87 | -0,35 |
| 300 | 4,61 | -0,82 | 4,74 | -0,57 |
| 500 | 4,27 | -1,48 | 4,39 | -1,23 |
| 700 | 3,88 | -2,30 | 3,97 | -2,11 |
| 800 | 3,71 | -2,69 | 3,93 | -2,20 |
| 900 | 3,50 | -3,22 | 3,75 | -2,62 |
| 1000 | 3,37 | -3,53 | 3,51 | -3,18 |
| 1050 | 3,14 | -4,14 | 3,36 | -3,57 |
| 1100 | 3,16 | -4,10 | 3,20 | -3,98 |
| 1200 | 3,05 | -4,40 | 3,01 | -4,52 |
| 1300 | 2,90 | -4,83 | 2,94 | -4,72 |
| 1400 | 2,77 | -5,22 | 2,58 | -5,87 |
| 1700 | 2,43 | -6,37 | 2,46 | -6,25 |
| 1800 | 2,34 | -6,70 | 2,26 | -7,01 |
| 2000 | 2,13 | -7,51 | 2,26 | -7,01 |
| 5000 | 1,02 | -13,88 | 1,02 | -13,93 |
| 10000 | 0,51 | -19,90 | 0,53 | -19,61 |

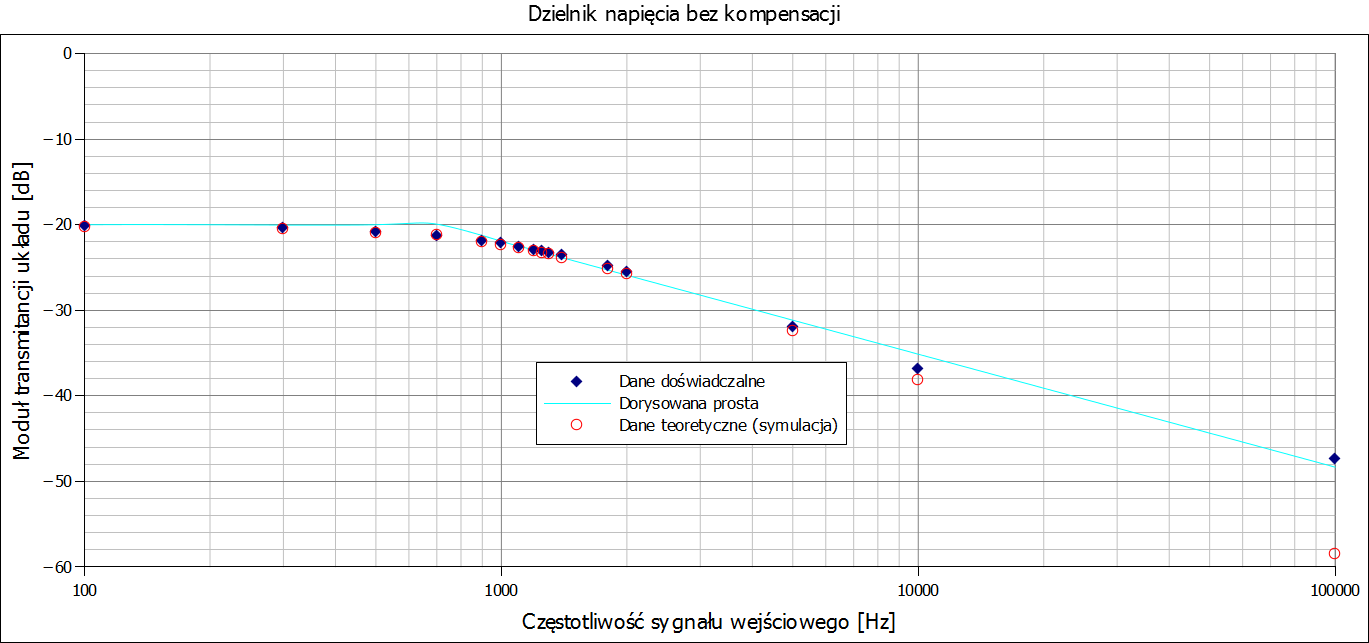


Rysunek 6. Charakterystyka transmitancyjno-częstotliwościowa dla filtra dolnoprzepustowego.

Poniżej załączono przebiegi napięciowe na wyjściu (zielone) oraz wejściu (niebieskie) układu dla częstotliwości sygnału wejściowego kolejno 105 Hz, , 10500 Hz.

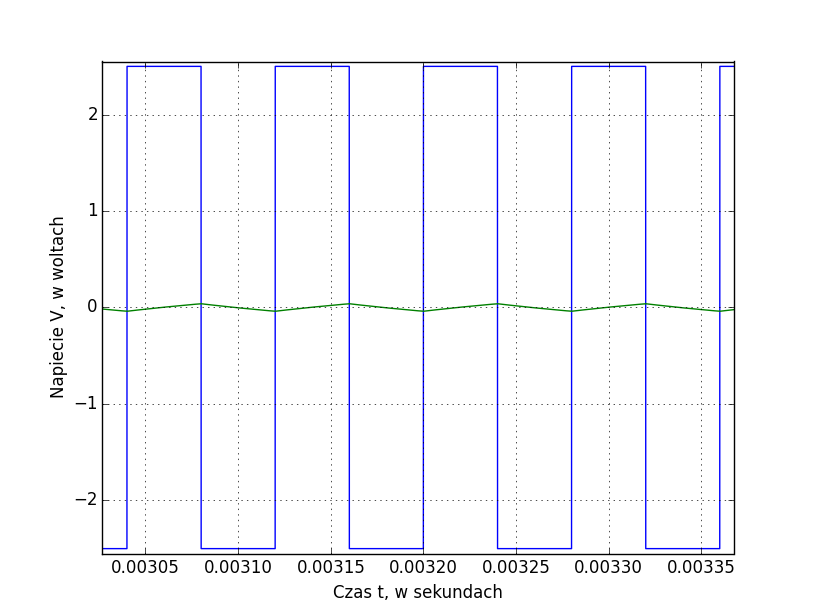
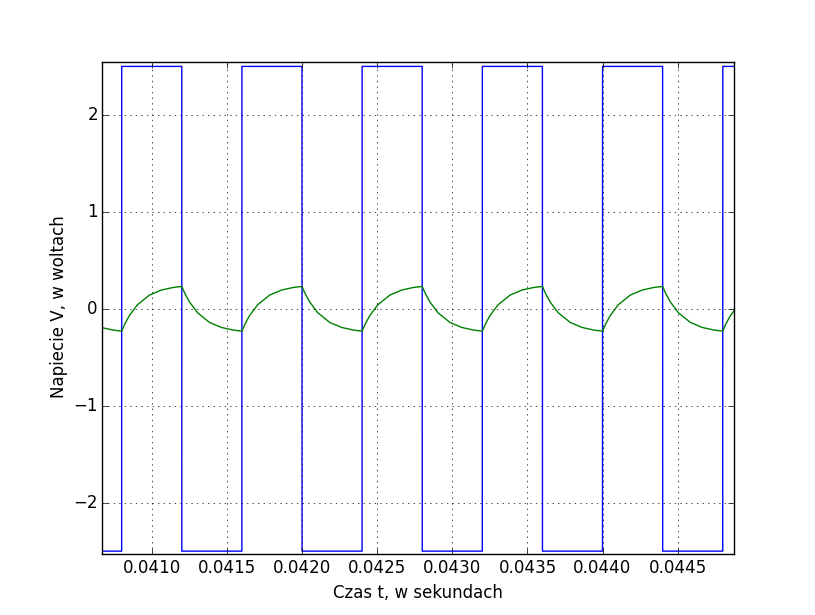
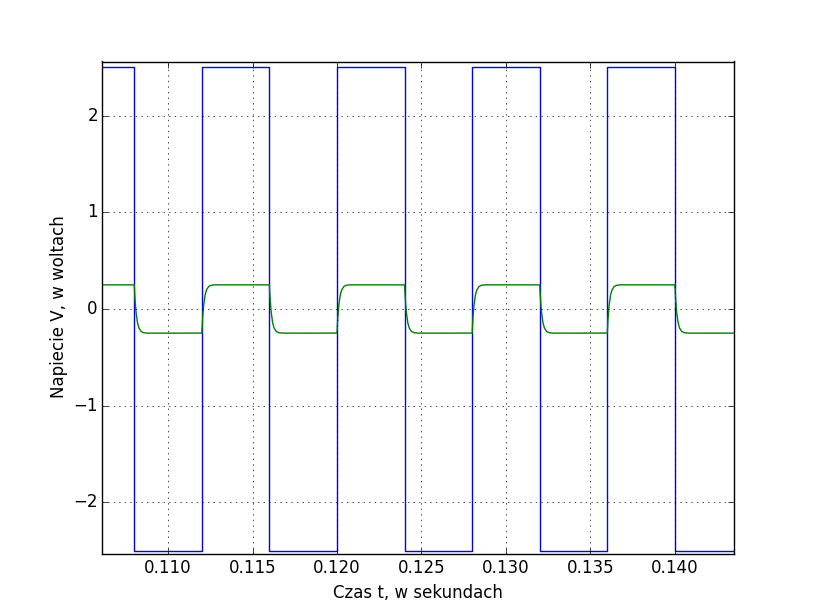
# Opracowanie danych pomiarowych – dzielnik niekompensowany

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bez kompensacji | Dane doświadczalne | | Dane z symulacji | |
| f [Hz] | V2p-p [V] | 20 log |k| | V2p-p [V] | 20 log |k| |
| 10 | 0,494 | -20,21 | 0,49 | -20,28 |
| 100 | 0,494 | -20,21 | 0,49 | -20,28 |
| 300 | 0,484 | -20,39 | 0,48 | -20,47 |
| 500 | 0,462 | -20,80 | 0,46 | -20,93 |
| 700 | 0,436 | -21,30 | 0,44 | -21,24 |
| 900 | 0,406 | -21,92 | 0,40 | -22,03 |
| 1000 | 0,393 | -22,19 | 0,39 | -22,34 |
| 1100 | 0,376 | -22,58 | 0,37 | -22,68 |
| 1200 | 0,358 | -23,01 | 0,36 | -23,04 |
| 1250 | 0,355 | -23,09 | 0,35 | -23,26 |
| 1300 | 0,346 | -23,30 | 0,34 | -23,43 |
| 1400 | 0,338 | -23,52 | 0,33 | -23,84 |
| 1800 | 0,291 | -24,82 | 0,28 | -25,16 |
| 2000 | 0,269 | -25,48 | 0,26 | -25,73 |
| 5000 | 0,128 | -31,93 | 0,12 | -32,39 |
| 10000 | 0,073 | -36,87 | 0,06 | -38,10 |
| 100000 | 0,022 | -47,39 | 0,01 | -58,53 |



Rysunek 7. Charakterystyka transmitancyjno-częstotliwościowa dla dzielnika napięciowego bez kompensacji.

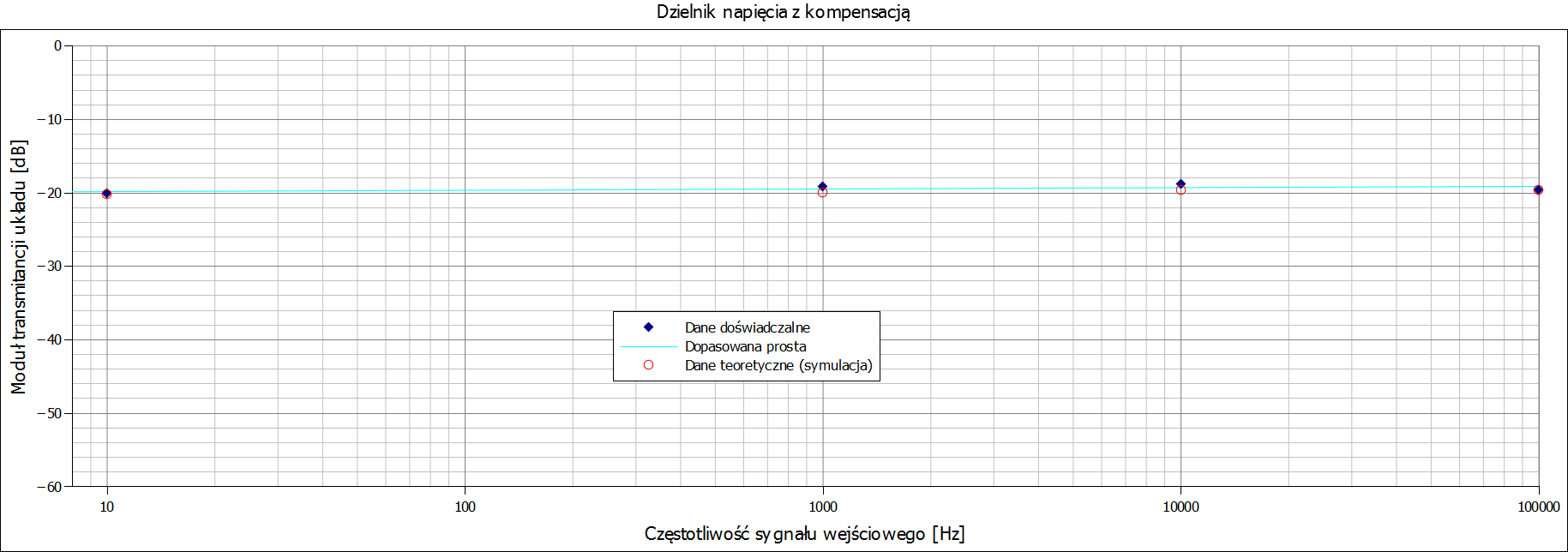
Poniżej załączono przebiegi napięciowe na wyjściu (zielone) oraz wejściu (niebieskie) układu dla częstotliwości sygnału wejściowego kolejno 125 Hz, , 12500 Hz.



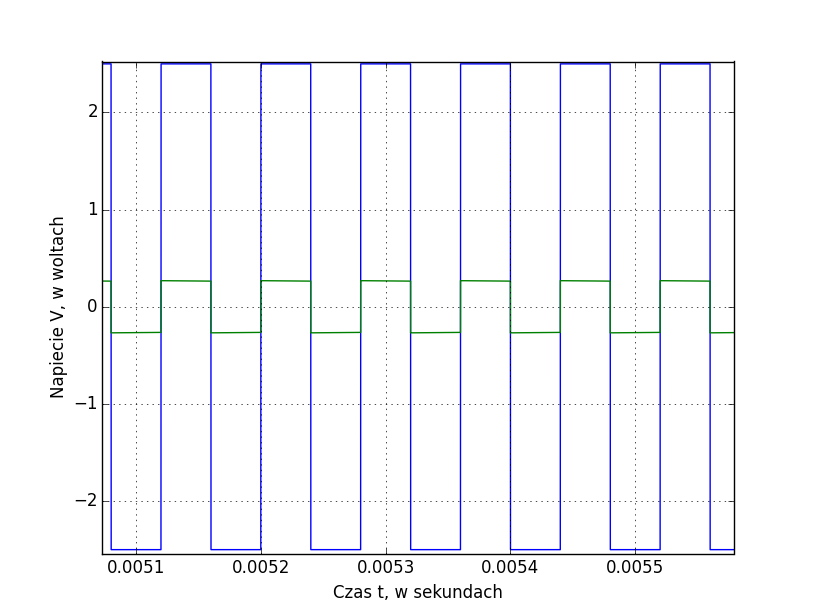
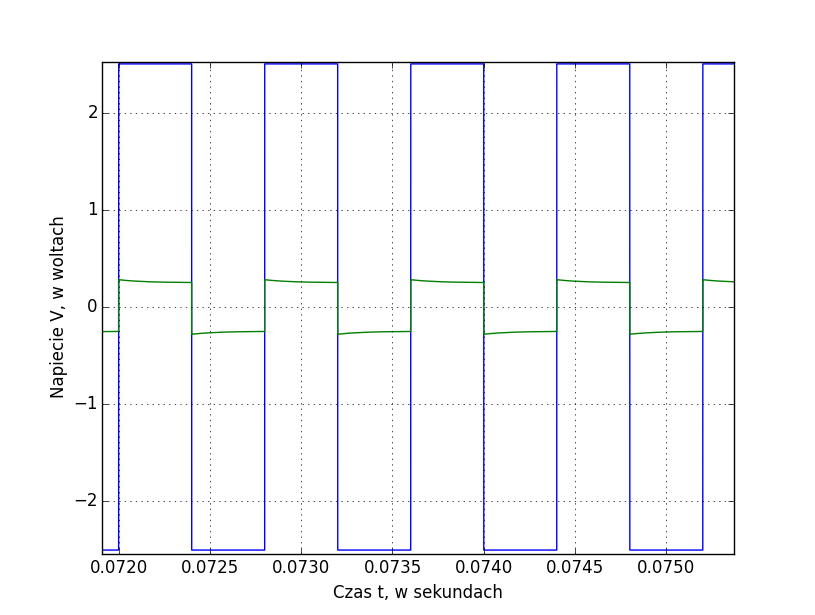
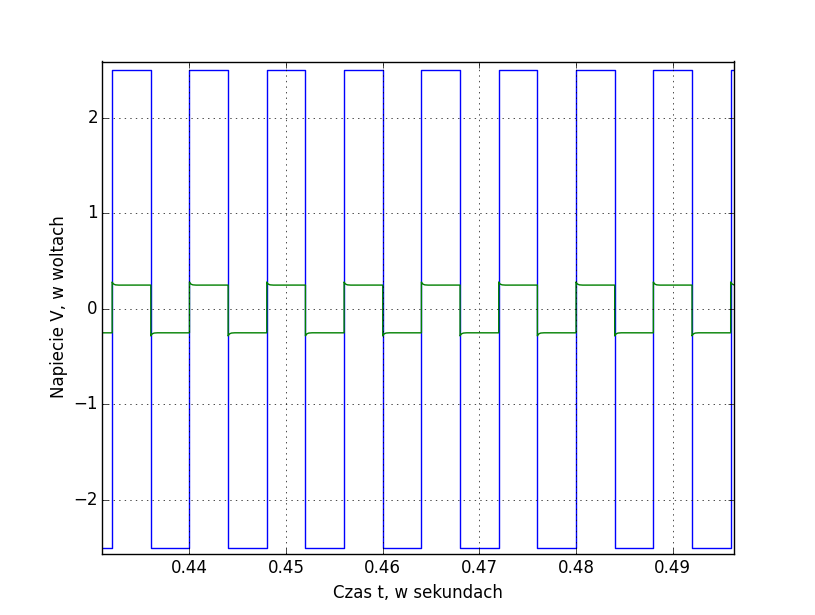
# Opracowanie danych doświadczalnych – dzielnik kompensowany

wyznaczono z warunku:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Z kompensacją | Dane doświadczalne | | Dane z symulacji | |
| f [Hz] | V2p-p [V] | 20 log |k| | V2p-p [V] | 20 log |k| |
| 10 | 0,500 | -20,11 | 0,49 | -20,23 |
| 1000 | 0,560 | -19,12 | 0,51 | -19,97 |
| 10000 | 0,577 | -18,86 | 0,53 | -19,65 |
| 100000 | 0,530 | -19,60 | 0,53 | -19,63 |



Rysunek 8. Charakterystyka transmitancyjno-częstotliwościowa dla dzielnika napięciowego skompensowanego.

Poniżej załączono przebiegi napięciowe na wyjściu (zielone) oraz wejściu (niebieskie) układu dla częstotliwości sygnału wejściowego kolejno 125 Hz, 1250 Hz, 12500 Hz.

# Dyskusja błędów, oszacowania

# Wnioski