|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| PEiTC\_02 | Romaniak Hubert | Informatyka niestacjonarna II rok | Semestr zimowy 2023/24 |

# Zadanie 1

## Dioda półprzewodnikowa – badanie charakterystyki prądowo-napięciowej

### Wstęp teoretyczny

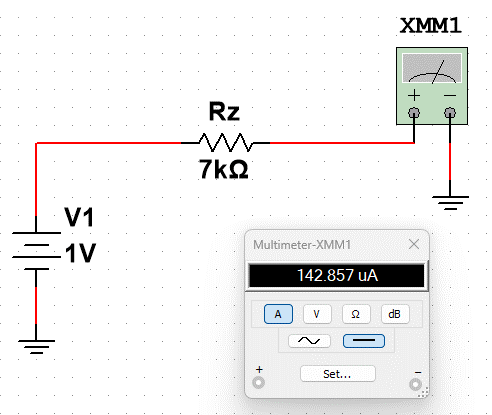
Diody to elementy elektroniczne, które przewodzą prąd elektryczny niesymetrycznie, tzn. w jednym kierunku bardziej niż w przeciwnym.

### Cel zadania

1. Obliczyć teoretyczną rezystancję zastępczą połączenia szeregowego 3 rezystorów o wartościach 1kΩ, 2kΩ, 4kΩ i porównać z wartością otrzymaną w symulatorze
2. Obliczyć teoretyczną rezystancję zastępczą połączenia równoległego 3 rezystorów o wartościach 1kΩ, 2kΩ, 4kΩ i porównać z wartością otrzymaną w symulatorze

### Obliczenia teoretyczne

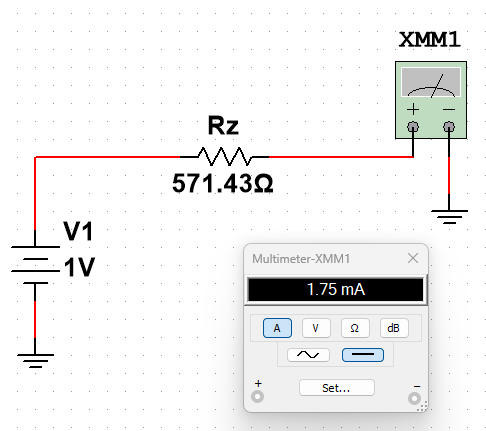
### Wyniki z programu symulacyjnego

1. Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Czcionka

   Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2 - układ z rezystorem zastępczym dla połączenia szeregowego

Rysunek 1 - układ 3 rezystorów połączonych szeregowo

1. Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, numer

   Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 4 - układ z rezystorem zastępczym dla połączenia równoległego

Rysunek 3 - układ 3 rezystorów połączonych równolegle

### Wnioski

Za pomocą podanych wzorów na rezystancję zastępczą można obliczyć wartość rezystancji zastępczej układu rezystorów, której działanie będzie takie samo jak działanie tego układu.

# Zadanie 2

## Filtr dolnoprzepustowy RC

### Wstęp teoretyczny

Filtr w elektronice to układ odpowiedzialny za przepuszczanie lub blokowanie sygnałów o określonym zakresie częstotliwości. Filtry dzielą się na pasywne i aktywne. Filtry pasywne korzystają tylko z elementów RLC (rezystancji, indukcyjności, pojemności), natomiast filtry aktywne, poza elementami RLC, korzystają z dodatkowych elementów, takich jak m.in. wzmacniacze operacyjne.

Częstotliwość graniczna filtra to częstotliwość, poza którą tłumienie filtra staje się większe niż 3 dB (moc spada o więcej niż połowę) w stosunku do tłumienia wewnątrz pasma przepustowego.

Decybel (dB) jest miarą tłumienia sygnału. Wyraża się wzorem:

spadek mocy do 50,00% początkowej

spadek napięcia do 70,79% początkowego

Filtr dolnoprzepustowy to filtr, który przepuszcza sygnały o częstotliwości poniżej częstotliwości granicznej, a tłumi sygnały o większej częstotliwości.

Częstotliwość graniczna pasywnego filtra dolnoprzepustowego RC wyznaczana jest ze wzoru:

### Cel zadania

Obraz zawierający tekst, Czcionka, linia, diagram

Opis wygenerowany automatycznieWyznaczyć częstotliwość graniczną dla filtra o wybranych wartościach (, ,  
, ). Zmieniać częstotliwość sygnału i odczytywać napięcie wyjściowe, a następnie porównać wyniki z obliczeniami teoretycznymi.

Rysunek 5 - schemat układu filtra dolnoprzepustowego RC

### Obliczenia teoretyczne

Częstotliwość graniczna

Pulsacja

Reaktancja pojemnościowa

Impedancja pojemnościowa

Impedancja

Napięcie wyjściowe (z dzielnika napięcia):

Wartość skuteczna napięcia wyjściowego i jest przesunięta w fazie  
o w stosunku do napięcia wejściowego.

Tłumienie sygnału

#### Uwaga

Można zauważyć, że wzór na napięcie wyjściowe skraca się do postaci: .

Po kolejnych przekształceniach można zauważyć, że wzór na wartość napięcia wyjściowego ma postać: , a wzór na przesunięcie w fazie wynosi . W obu wzorach pojawia się wspólny czynnik , który można wyliczyć osobno. Ostatecznie, wzory przyjmują postać:

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

#### Podsumowanie wyników

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | 100 | 1000 | 4980 | 10000 | 100000 | 1000000 |
|  | 10,000 | 10,000 | 9,998 | 9,804 | 7,071 | 4,458 | 0,497 | 0,050 |
|  | -0,012 | -0,012 | -1,150 | -11,354 | -45,000 | -63,527 | -87,149 | -89,715 |
|  | 0,000 | 0,000 | -0,002 | -0,172 | -3,010 | -7,018 | -26,073 | -46,056 |

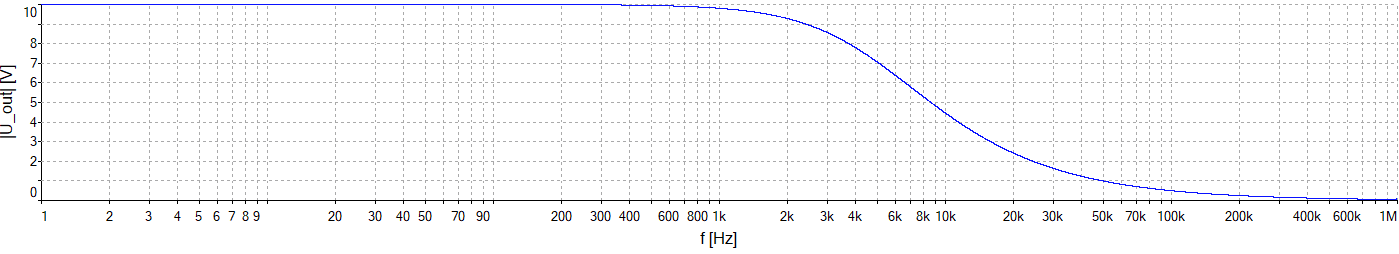
Rysunek 6 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (obliczenia)

Rysunek 7 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (obliczenia)

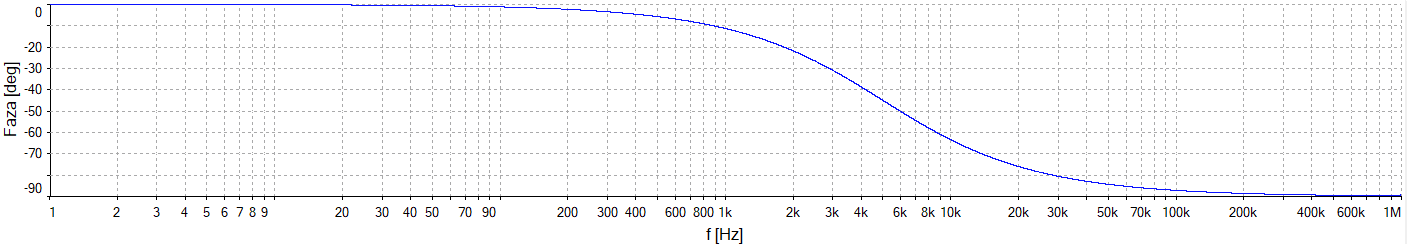
Rysunek 8 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (obliczenia)

### Wyniki z programu symulacyjnego

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | 100 | 1000 | 4980 | 10000 | 100000 | 1000000 |
|  | 10,000 | 10,000 | 9,998 | 9,804 | 7,071 | 4,458 | 0,497 | 0,050 |
|  | -0,012 | -0,115 | -1,150 | -11,355 | -45,000 | -63,528 | -87,149 | -89,715 |
|  | 0,000 | 0,000 | -0,002 | -0,172 | -3,010 | -7,018 | -26,067 | -46,071 |



Rysunek 9 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (symulacja)



Rysunek 10 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (symulacja)

Obraz zawierający linia, tekst, Wykres, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 11 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra dolnoprzepustowego RC (symulacja)

### Wnioski

Filtr pasywny dolnoprzepustowy RC przepuszcza sygnały, których częstotliwość jest poniżej częstotliwości granicznej, a tłumi sygnały o częstotliwości powyżej. Pasmo zaporowe filtra to zakres częstotliwości, dla których tłumienie jest większe niż , co przekłada się na spadek mocy do 50% wartości początkowej lub spadek napięcia skutecznego/amplitudy napięcia do 70,79% wartości początkowej.

Tłumienie dolnoprzepustowego filtra RC, poza oczywistym zmniejszeniem amplitudy, przekłada się też na przesunięcie w fazie sygnału przefiltrowanego w stosunku do sygnału wejściowego. Przy częstotliwości granicznej, przesunięcie to wynosi , natomiast powyżej tej częstotliwości, przesunięcie zbliża się asymptotycznie do .

# Zadanie 3

## Filtr górnoprzepustowy RC

### Wstęp teoretyczny

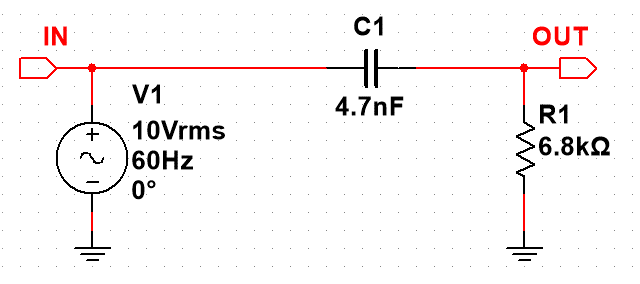
Wstęp do filtrów – patrz „Zadanie 2: wstęp teoretyczny”

Filtr górnoprzepustowy to filtr, który przepuszcza sygnały o częstotliwości powyżej częstotliwości granicznej, a tłumi sygnały o mniejszej częstotliwości.

Częstotliwość graniczna pasywnego filtra górnoprzepustowego RC wyznaczana jest ze wzoru:

### Cel zadania

Wyznaczyć częstotliwość graniczną dla filtra o wybranych wartościach (, ,  
, ). Zmieniać częstotliwość sygnału i odczytywać napięcie wyjściowe, a następnie porównać wyniki z obliczeniami teoretycznymi.



Rysunek 12 - schemat układu filtra górnoprzepustowego RC

### Obliczenia teoretyczne

Obliczenia teoretyczne są bardzo zbliżone do obliczeń z zadania 2, dlatego część wartości zostaje przepisana (patrz „Zadanie 2: obliczenia teoretyczne”).

Częstotliwość graniczna

Impedancja

Napięcie wyjściowe (dzielnik napięcia):

Wartość skuteczna napięcia wyjściowego i jest przesunięta w fazie  
o w stosunku do napięcia wejściowego.

Tłumienie sygnału

#### Uwaga

Można zauważyć, że wzór na napięcie wyjściowe skraca się do postaci: .

Po kolejnych przekształceniach można zauważyć, że wzór na wartość napięcia wyjściowego ma postać: , a wzór na przesunięcie w fazie wynosi . W obu wzorach pojawia się wspólny czynnik , który można wyliczyć osobno. Ostatecznie, wzory przyjmują postać:

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

#### Podsumowanie wyników

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | | 100 | | 1000 | | 4980 | | | 10000 | 100000 | | 1000000 |
|  | 0,002 | | 0,020 | | 0,201 | | 1,969 | | 7,071 | 8,951 | | | 9,988 | 10,000 |
|  | 89,988 | | 89,885 | | 88,850 | | 78,646 | | 45,000 | 26,473 | | | 2,851 | 0,285 |
|  | -73,944 | | -53,945 | | -33,946 | | -14,116 | | -3,010 | -0,962 | | | -0,011 | 0,000 |

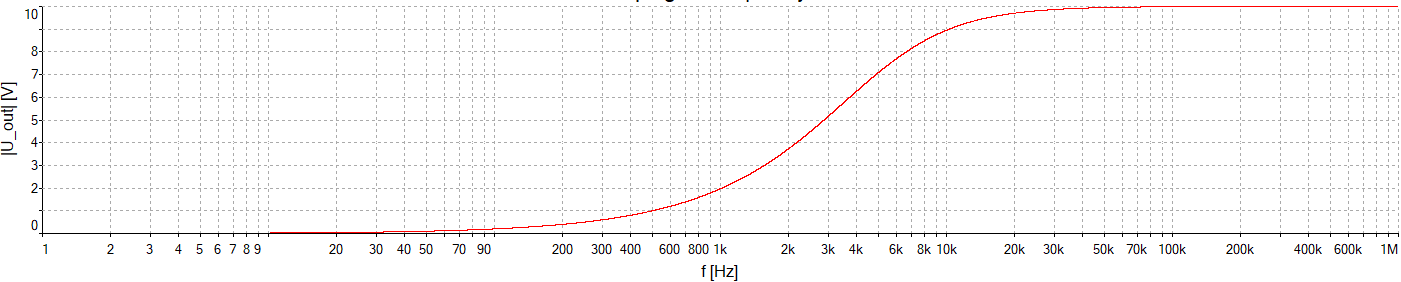
Rysunek 13 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (obliczenia)

Rysunek 14 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (obliczenia)

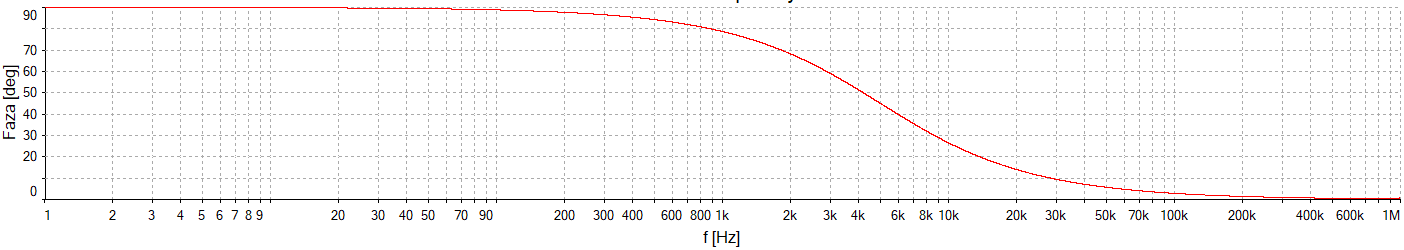
Rysunek 15 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (obliczenia)

### Wyniki z programu symulacyjnego

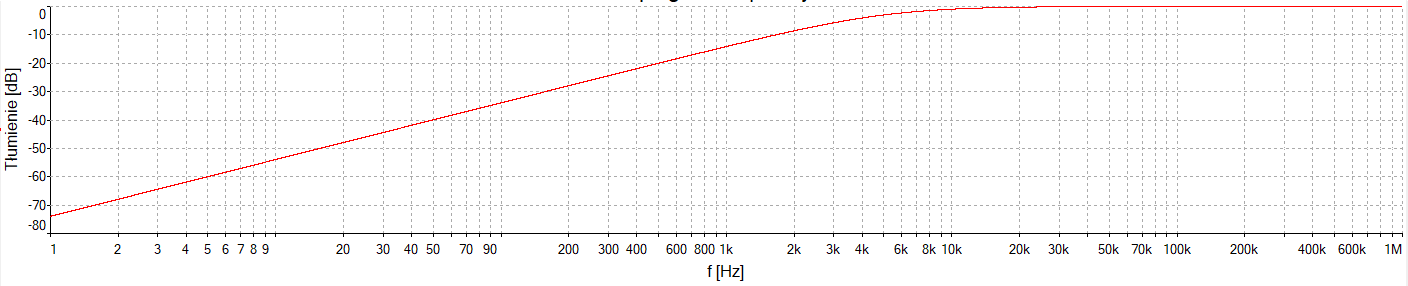
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | | 100 | | 1000 | | 4980 | | | 10000 | 100000 | | 1000000 |
|  | 0,002 | | 0,020 | | 0,201 | | 1,969 | | 7,071 | 8,952 | | | 9,988 | 10,000 |
|  | 89,989 | | 89,885 | | 88,850 | | 78,646 | | 44,999 | 26,473 | | | 2,851 | 0,285 |
|  | -73,944 | | -53,944 | | -33,946 | | -14,116 | | -3,010 | -0,962 | | | -0,011 | 0,000 |



Rysunek 16 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (symulacja)



Rysunek 17 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (symulacja)



Rysunek 18 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RC (symulacja)

### Wnioski

Filtr pasywny górnoprzepustowy RC przepuszcza sygnały, których częstotliwość jest powyżej częstotliwości granicznej, a tłumi sygnały o częstotliwości poniżej. Pasmo zaporowe filtra to zakres częstotliwości, dla których tłumienie jest większe niż , co przekłada się na spadek mocy do 50% wartości początkowej lub spadek napięcia skutecznego/amplitudy napięcia do 70,79% wartości początkowej.

Tłumienie górnoprzepustowego filtra RC, poza oczywistym zmniejszeniem amplitudy, przekłada się też na przesunięcie w fazie sygnału przefiltrowanego w stosunku do sygnału wejściowego. Przy częstotliwości granicznej, przesunięcie to wynosi , natomiast poniżej tej częstotliwości, przesunięcie zbliża się asymptotycznie do .

# Zadanie 4

## Filtr górnoprzepustowy RL

### Wstęp teoretyczny

Wstęp do filtrów – patrz „Zadanie 3: wstęp teoretyczny”

Częstotliwość graniczna pasywnego filtra górnoprzepustowego RL wyznaczana jest ze wzoru:

### Cel zadania

Wyznaczyć częstotliwość graniczną dla filtra o wybranych wartościach (, ,  
, ). Zmieniać częstotliwość sygnału i odczytywać napięcie wyjściowe, a następnie porównać wyniki z obliczeniami teoretycznymi.

Obraz zawierający tekst, Czcionka, zrzut ekranu, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 19 - schemat układu filtra górnoprzepustowego RL

### Obliczenia teoretyczne

Częstotliwość graniczna

Pulsacja

Reaktancja pojemnościowa

Impedancja pojemnościowa

Impedancja

Napięcie wyjściowe (z dzielnika napięcia):

Wartość skuteczna napięcia wyjściowego i jest przesunięta w fazie  
o w stosunku do napięcia wejściowego.

Tłumienie sygnału

#### Uwaga

Można zauważyć, że wzór na napięcie wyjściowe skraca się do postaci: .

Po kolejnych przekształceniach można zauważyć, że wzór na wartość napięcia wyjściowego ma postać: , a wzór na przesunięcie w fazie wynosi . W obu wzorach pojawia się wspólny czynnik , który można wyliczyć osobno. Ostatecznie, wzory przyjmują postać:

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

Wartość napięcia wyjściowego

Przesunięcie w fazie

Tłumienie sygnału

#### Podsumowanie wyników

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | | 100 | | 1000 | | 3501 | | | 10000 | 100000 | | 1000000 |
|  | 0,003 | | 0,029 | | 0,286 | | 2,746 | | 7,071 | 9,438 | | | 9,994 | 10,000 |
|  | 89,984 | | 89,836 | | 88,364 | | 74,059 | | 45,000 | 19,295 | | | 2,005 | 0,201 |
|  | -70,884 | | -50,884 | | -30,887 | | -11,224 | | -3,010 | -0,502 | | | -0,005 | 0,000 |

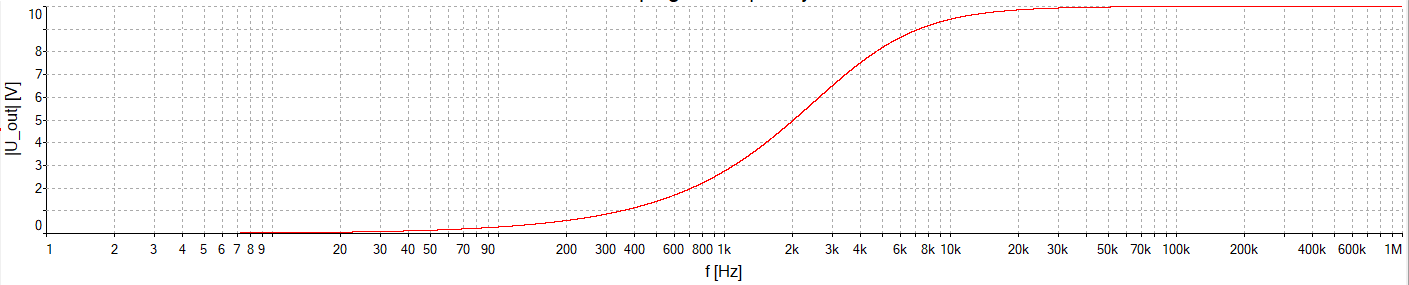
Rysunek 20 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (obliczenia)

Rysunek 21 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (obliczenia)

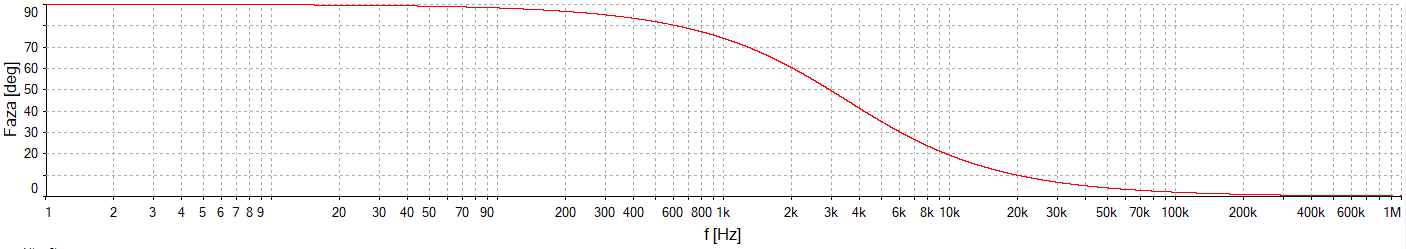
Rysunek 22 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (obliczenia)

### Wyniki z programu symulacyjnego

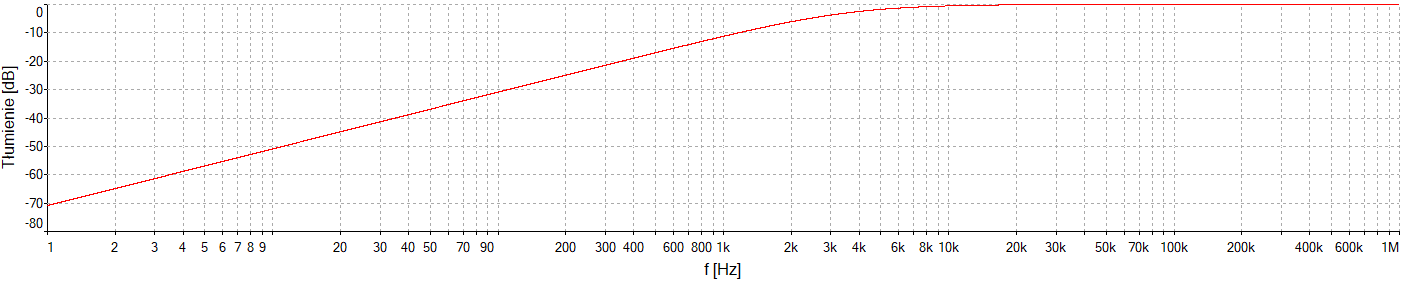
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 10 | | 100 | | 1000 | | 3501 | | | 10000 | 100000 | | 1000000 |
|  | 0,003 | | 0,029 | | 0,285 | | 2,746 | | 7,071 | 9,438 | | | 9,994 | 10,000 |
|  | 89,984 | | 89,836 | | 88,364 | | 74,060 | | 45,003 | 19,297 | | | 2,005 | 0,201 |
|  | -70,885 | | -50,885 | | -30,888 | | -11,225 | | -3,011 | -0,502 | | | -0,005 | 0,000 |



Rysunek 23 – wykres zależności wartości napięcia wyjściowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (symulacja)



Rysunek 24 – wykres zależności przesunięcia fazowego od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (symulacja)



Rysunek 25 – wykres zależności tłumienia od częstotliwości dla filtra górnoprzepustowego RL (symulacja)

### Wnioski

Można zauważyć, że działanie górnoprzepustowego filtra RL jest takie samo jak filtra RC. Jedyną różnicą jest ich budowa. Zatem wnioski również będą takie same (patrz „Zadanie 3: wnioski”).