|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Podstawowe elementy elektroniczne, cz. 2 - Tranzystory - charakterystyki** | | | |
| Mikołaj Dąbrowski  Wojciech Dziuba | **3 IV 2019** | **Śr 14:45** | **E7** |

# 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było wykonanie dwóch charakterystyk filtra pasmowoprzepustowego II rzędu: amplitudowo-częstotliwościowej oraz amplitudowo-fazowej, z użyciem dostępnych w laboratorium przyrządów, a także zasymulowanie tych przebiegów za pomocą oprogramowania *LtSpice.*

# 2. Przebieg ćwiczenia

# 2.1 Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa

Zgodnie z tabelą podaną w instrukcji dobrano na płytce odpowiednie rezystory:

- R1 = 1978Ω  
- R2 = 10018Ω

Oraz kondensatory:

- C1 = 11,16nF  
- C2 = 331pF

Następnie zbudowano wymagany układ [Rys. 2.1.1] na podstawie schematu podanego w skrypcie i zamocowano do niego w miejscu wejścia generator sygnału oraz w miejscu wyjścia oscyloskop w celu wykonania pomiarów.

|  |
| --- |
|  |
| Rys. 2.1.1 Sposób połączenia filtru pasmowoprzepustowego. |

Przed uruchomieniem układu wykonano symulację zadanego układu o tych samych parametrach w programie Ltspice, pozowliło to wyznaczyć teoretyczny kształt charakterystyki.

|  |
| --- |
|  |
| Rys 2.1.2 Układ w programie LTspice |

|  |
| --- |
|  |
| Wyk 2.1.1 Charakterystyka badanego układu wykonana w LTspice |

W kolejnym kroku ustawiono generator sygnału sinusoidalnego na wartość początkową Vpp = 1V i częstotliwość sygnału na 1kHz. Wartość częstotliwości stopniowo zwiększano wykonując około 10 pomiarów Vpp wejścia i wyjścia na dekadę.

Na podstawie zmierzonych wartości wyznaczono stosunek Vpp wyjścia do Vpp wejścia i obliczono wartość wzmocnienia w dB na podstawie wzoru

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tabela 2.1.1 Wyniki pomiarów badanego układu filtra pasmowoprzepustowego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **[kHz]** | **1** | **1.3** | **1.7** | **2.1** | **2.8** | **3.6** | **4.6** | **6** | **7.7** | **10** | **13** | **17** | **21** | **28** | **36** | **46** | **60** | **77** | **100** |
| **Vpp wejścia** | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 |
| **Vpp wyjścia** | 0,68 | 0,88 | 1,12 | 1,34 | 1,72 | 2,12 | 2,48 | 2,96 | 3,32 | 3,6 | 3,76 | 3,84 | 3,76 | 3,52 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 1,96 | 1,56 |
|  | 7,65 | 5,91 | 4,64 | 3,88 | 3,02 | 2,45 | 2,10 | 1,76 | 1,57 | 1,44 | 1,38 | 1,35 | 1,38 | 1,48 | 1,63 | 1,86 | 2,17 | 2,65 | 3,33 |
| **G [dB]** | -17,67 | -15,43 | -13,34 | -11,78 | -9,61 | -7,79 | -6,43 | -4,89 | -3,90 | -3,19 | -2,82 | -2,63 | -2,82 | -3,39 | -4,22 | -5,38 | -6,72 | -8,47 | -10,46 |

Dolna częstotliwość graniczna filtra pasmoprzepustowego fgr dolna dana jest wzorem

Górna częstotliwość graniczna filtra pasmo przepustowego fgr górna dana jest wzorem

Natomiast częstotliwość środkową obliczono na podstawie wzoru

|  |
| --- |
| Charakterystyczki amplitudowe.emf |
| Wyk 2.1.2 Charakterystyki wyznaczone w programie MATLAB |

Na podstawie wykresu można z łatwością dostrzec, że charakterystyka otrzymana z wykonanych przez nas pomiarów nie pokrywa się z tą otrzymaną w wyniku symulacji w programie LTspice.

Zarówno dolna, górna i centralna częstotliwość graniczna znacząco się różnią pomiędzy tymi otrzymanymi w wyniku pomiarów, a tymi otrzymanymi na podstawie symulacji.

Możemy jednak zauważyć , że w miarę oddalania się zadawanej częstotliwości od wartości centralnej, charakterystyka wykonana doświadczalnie zbliża się swoim przebiegiem do tej z symulacji.

Powodem rozbieżności może być błędne nasze wykorzystanie wzorów do obliczania częstotliwości w układzie który jest obciążony, gdy nasz nie jest.

Drugim poważnym czynnikiem może być niska jakość przewodów które wraz ze wzrostem częstotliwości zaburzają coraz bardziej wyniki.

Dodatkowym czynnikiem mogą być błędy wynikające z błędów wykonanych przez nas pomiarów.

# 2.2 Charakterystyka fazowo-częstotliwościowa

W celu wykonania tej charakterystyki odpowiednio ustawiono wartości pokazywane na oscyloskopie, a następnie wykonano serię pomiarów, której wyniki sczytano z ekranu i zapisano do poniższej tabeli:

*Tab.2 Tabela pomiarowa do charakterystyki fazowo-częstotliwościowej:*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Częstotliwość [kHz]** | **1** | **1,3** | **1,7** | **2,1** | **2,8** | **3,6** | **4,6** | **6** | **7,7** | **10** | **13** | **17** | **21** | **28** | **36** | **46** | **60** | **77** | **100** |
| **okres sygnału wejściowego [ms]** | 1 | 0,77 | 0,59 | 0,48 | 0,36 | 0,28 | 0,22 | 0,17 | 0,13 | 0,1 | 0,077 | 0,059 | 0,048 | 0,036 | 0,028 | 0,022 | 0,017 | 0,013 | 0,01 |
| **przesunięcie czasowe []** | 240 | 160 | 120 | 96 | 104 | 44 | 32 | 20 | 10 | 5 | 1,4 | 0,5 | -1,5 | -2,2 | -2,4 | -2,4 | -2,2 | -2 | -1,6 |
| **przesunięcie fazowe [deg]** | 86 | 72 | 73 | 70 | 70 | 57 | 51 | 42 | 27 | 21 | 9 | -1 | -12 | -22 | -30 | -39 | -51 | -58 | -64 |

Na podstawie powyższych wartości przedstawiono na wspólnym wykresie charakterystykę powstałą z pomiarów ręcznych wraz z tą utworzoną przez symulację programu LtSpice:

Wykresik dokończony here

Jak można zauważyć, pomiędzy przebiegami występują zaledwie niewielkie rozbieżności, nachylenie oraz kształt krzywych jest zbliżony. Różnice mogły być w większości spowodowane m.in. poprzez niepewność odczytu, trudność w jednoznacznym określeniu wartości wskazywanych przez oscyloskop. Ponadto charakterystyki są zgodne z teorią, oba wykresy mieszczą się w przedziale .

# 3. Wnioski z wykonanego ćwiczenia

Nulla auctor consectetur ipsum, sed facilisis magna vulputate nec. In tempus laoreet dui id tincidunt. Integer a varius purus, ac porta justo. Cras in dapibus tellus. Integer pharetra ultrices neque vel pellentesque. Proin sit amet vestibulum leo. Quisque ac neque porta, auctor elit eget, venenatis dolor. Vestibulum non mi eget arcu blandit posuere at non dolor. Etiam rhoncus erat id ante tincidunt, non pharetra velit posuere. Donec sodales efficitur feugiat. Proin dui arcu, faucibus et elit at, luctus pharetra quam.