229908

*numer albumu*

*Antoni Karwowski*

*imię i nazwisko*

2229879

*numer albumu*

*Michał Gebel*

*imię i nazwisko*

kierunek Informatyka Stosowana czwartek

*dzień tygodnia*

semestr III 14:00-15:30

*godziny zajęć*

rok akademicki 2020/21 4

*numer zespołu*

# Laboratorium elektroniki

**Ćwiczenie E-05**

**Filtry pasywne**

**19.11.2020r. 26.11.2020r.**

data wykonania pomiarówdata oddania raportu

ocena \_\_\_\_\_

**1. Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest wykonanie i analiza charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych i fazowo-częstotliwościowych następujących filtrów pasywnych:

1) filtra dolnoprzepustowego RC i LC,

2) filtra górnoprzepustowego RC i LC,

3) filtra Wiena RC i LC.

**2. Schematy układów pomiarowych**

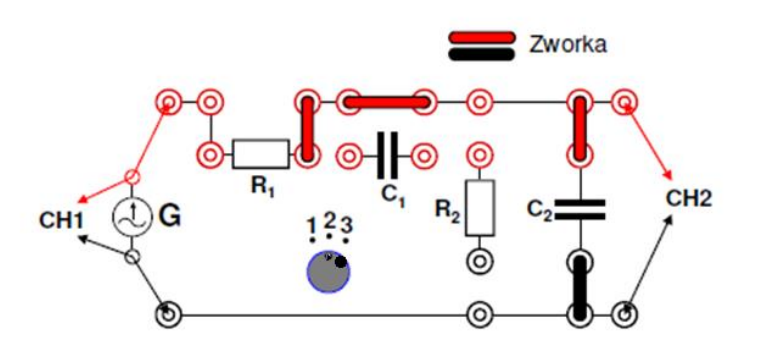
W przeprowadzonym doświadczeniu zostały wykorzystane następujące filtry pasywne:

− filtr dolnoprzepustowy RC przy przełączniku Pł. 1 ustawionym w pozycji 3.

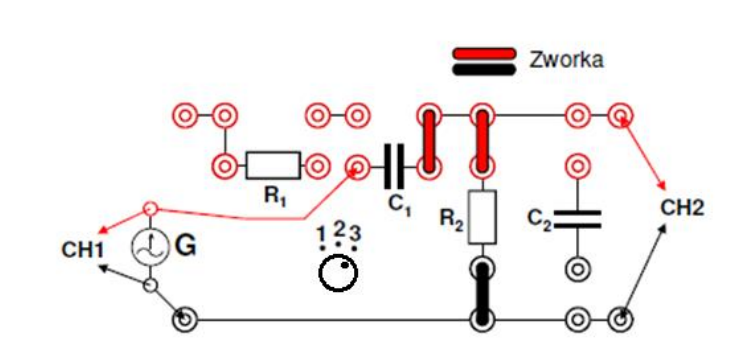
− filtr górnoprzepustowy RC przy przełączniku Pł. 1 ustawionym w pozycji 3.

− filtr Wiena RC przy przełączniku Pł. 1 ustawionym w pozycji 3.

− filtr dolnoprzepustowy LC przy przełączniku Pł. 1 ustawionym w pozycji 3.



**Rys. 1.** schemat połączeń wykorzystany do wyznaczenia charakterystyki amplitudowo częstotliwościowej i fazowo-częstotliwościowej filtra dolnoprzepustowego RC.



**Rys 2.** schemat połączeń do wyznaczenia charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej i fazowo-częstotliwościowej filtra górnoprzepustowego RC.

**3. Wykaz aparatury**

W doświadczeniu użyto poniżej aparatury:

1) generator funkcyjny NDN DF1641B

2) moduł z filtrami

3) oscyloskop cyfrowy SIGILENT SDS1052DL

**4. Stabelaryzowane wyniki pomiarów**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Hz] | [kHz] | [kHz] | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] |  |  |  |  | [dB] | [dB] |
| 30,16 |  | 0,01 | 5 | 6,00 | 0,25 | 5 | 6,00 | 0,25 | 2,52 | -2,52 | 1 | 0,0833 | 0 | 0,7 |
| 56,38 |  | 0,01 | 5 | 6,00 | 0,25 | 5 | 6,00 | 0,25 | 4,71 | -4,71 | 1 | 0,0833 | 0 | 0,7 |
| 81,72 |  | 0,01 | 5 | 6,20 | 0,26 | 5 | 6,20 | 0,26 | 6,36 | -6,36 | 1 | 0,0839 | 0 | 0,7 |
| 120,0 |  | 0,02 | 5 | 5,80 | 0,24 | 5 | 5,80 | 0,24 | 11,07 | -11,07 | 0,96 | 0,0828 | 0 | 0,7 |
| 169,9 |  | 0,02 | 5 | 5,80 | 0,24 | 5 | 5,80 | 0,24 | 12,35 | -12,35 | 0,96 | 0,0828 | 0 | 0,7 |
| 233,4 |  | 0,02 | 5 | 5,60 | 0,24 | 5 | 5,40 | 0,23 | 19,85 | -19,85 | 0,90 | 0,0824 | 0 | 0,7 |
| 310,1 |  | 0,02 | 5 | 5,80 | 0,24 | 2 | 5,36 | 0,22 | 25,63 | -25,63 | 0,86 | 0,0762 | 1 | 0,7 |
| 423,8 |  | 0,03 | 5 | 5,80 | 0,24 | 2 | 4,88 | 0,2 | 33,79 | -33,79 | 0,78 | 0,0693 | 2 | 0,7 |
| 570,4 |  | 0,03 | 5 | 5,60 | 0,24 | 2 | 4,32 | 0,18 | 42,04 | -42,04 | 0,71 | 0,0652 | 2 | 0,7 |
| 752,0 |  | 0,01 | 5 | 5,40 | 0,23 | 2 | 3,68 | 0,15 | 48,19 | -48,19 | 0,6 | 0,0568 | 4 | 0,7 |
|  | 1,009 | 0,01 | 5 | 5,60 | 0,24 | 2 | 3,04 | 0,13 | 53,76 | -53,76 | 0,46 | 0,0465 | 6 | 0,7 |
|  | 1,274 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 1 | 2,56 | 0,11 | 61,57 | -61,57 | 0,37 | 0,041 | 8 | 0,7 |
|  | 1,575 | 0,01 | 2 | 5,52 | 0,23 | 1 | 2,08 | 0,09 | 66,49 | -66,49 | 0,3 | 0,032 | 10 | 0,7 |
|  | 2,007 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 1 | 1,72 | 0,07 | 70,06 | -70,06 | 0,26 | 0,0257 | 11 | 0,7 |
|  | 2,638 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,5 | 1,34 | 0,06 | 74,28 | -74,28 | 0,20 | 0,0219 | 13 | 0,7 |
|  | 3,720 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,5 | 0,960 | 0,04 | 76,20 | -76,20 | 0,16 | 0,0152 | 15 | 0,7 |
|  | 4,707 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,5 | 0,760 | 0,03 | 78,92 | -78,92 | 0,13 | 0,0117 | 17 | 0,7 |
|  | 5,683 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 0,5 | 0,620 | 0,03 | 78,12 | -78,12 | 0,1 | 0,0101 | 20 | 0,7 |
|  | 7,274 | 0,01 | 2 | 5,20 | 0,21 | 0,2 | 0,504 | 0,02 | 78,45 | -78,45 | 0,08 | 0,0078 | 21 | 0,7 |
|  | 9,302 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,2 | 0,392 | 0,02 | 79,02 | -79,02 | 0,06 | 0,0069 | 23 | 0,7 |
|  | 11,64 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,2 | 0,320 | 0,01 | 78,32 | -78,32 | 0,04 | 0,0044 | 26 | 0,8 |
|  | 13,68 | 0,01 | 2 | 5,36 | 0,22 | 0,1 | 0,268 | 0,01 | 76,24 | -76,24 | 0,03 | 0,0039 | 28 | 0,7 |
|  | 17,00 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,1 | 0,220 | 0,01 | 73,91 | -73,91 | 0,03 | 0,0036 | 30 | 0,7 |
|  | 21,04 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 0,1 | 0,176 | 0,01 | 72,91 | -72,91 | 0,02 | 0,0032 | 32 | 0,7 |
|  | 25,22 | 0,01 | 2 | 5,20 | 0,21 | 0,1 | 0,152 | 0,01 | 70,57 | -70,57 | 0,02 | 0,0031 | 34 | 0,8 |
|  | 30,09 | 0,01 | 2 | 5,36 | 0,22 | 0,05 | 0,126 | 0,01 | 67,80 | -67,80 | 0,01 | 0,0028 | 36 | 0,8 |
|  | 36,93 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,05 | 0,108 | 0,01 | 63,44 | -63,44 | 0,01 | 0,0028 | 37 | 0,7 |
|  | 48,37 | 0,01 | 2 | 5,36 | 0,22 | 0,05 | 0,084 | 0,01 | 58,52 | -58,52 | 0,01 | 0,0006 | 39 | 0,8 |
|  | 61,64 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 0,05 | 0,068 | 0,01 | 53,68 | -53,68 | 0,009 | 0,0005 | 40 | 0,7 |
|  | 80,76 | 0,01 | 2 | 5,52 | 0,23 | 0,05 | 0,058 | 0,01 | 43,91 | -43,91 | 0,007 | 0,0004 | 42 | 0,7 |
|  | 100,5 | 0,01 | 2 | 5,52 | 0,23 | 0,02 | 0,0488 | 0,01 | 40,56 | -40,56 | 0,005 | 0,0004 | 45 | 0,6 |
|  | 125,1 | 0,01 | 2 | 5,28 | 0,22 | 0,02 | 0,0424 | 0,001 | 27,75 | -27,75 | 0,004 | 0,0003 | 46 | 0,7 |
|  | 150,7 | 0,01 | 2 | 5,68 | 0,23 | 0,02 | 0,0400 | 0,001 | 16,69 | -16,69 | 0,003 | 0,0003 | 48 | 0,7 |
|  | 198,7 | 0,01 | 2 | 5,60 | 0,23 | 0,02 | 0,0368 | 0,001 | 12,02 | -12,02 | 0,002 | 0,0003 | 50 | 0,9 |
|  | 236,6 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 0,02 | 0,0344 | 0,001 | 8,86 | -8,86 | 0,002 | 0,0003 | 53 | 0,8 |
|  | 266,8 | 0,01 | 2 | 5,44 | 0,22 | 0,02 | 0,0336 | 0,001 | 6,63 | -6,63 | 0,001 | 0,0003 | 55 | 0,5 |
|  | 311,6 | 0,01 | 2 | 5,68 | 0,23 | 0,02 | 0,0344 | 0,001 | 3,14 | -3,14 | 0,001 | 0,0002 | 55 | 0,5 |

**Tabela 1.** wyniki pomiarów zestawione z błędami pomiarowymi dla filtra dolnoprzepustowego RC przy przełączniku PŁ 1 ustawionym w pozycji 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Hz] | [kHz] | [kHz] | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] |  |  |  |  | [dB] | [dB] |
| 28,14 |  | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,2 | 0,528 | 0,02 | 278,3 | 81,7 | 0,086 | 0,0068 | 21 | 0,7 |
| 38,34 |  | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 0,5 | 0,720 | 0,03 | 280,4 | 79,6 | 0,1136 | 0,0094 | 18 | 0,7 |
| 48,44 |  | 0,01 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 0,5 | 0,920 | 0,04 | 280,9 | 79,1 | 0,1474 | 0,0126 | 16 | 0,7 |
| 59,43 |  | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 0,5 | 1,14 | 0,05 | 283,1 | 76,9 | 0,1798 | 0,0153 | 14 | 0,7 |
| 70,20 |  | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 0,5 | 1,36 | 0,06 | 283,9 | 76,1 | 0,2145 | 0,0183 | 13 | 0,7 |
| 82,40 |  | 0,01 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 1 | 1,52 | 0,06 | 286,8 | 73,2 | 0,2282 | 0,0183 | 12 | 0,7 |
| 94,63 |  | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 1 | 1,84 | 0,08 | 287,0 | 73,0 | 0,2902 | 0,0245 | 10 | 0,7 |
| 111,0 |  | 0,01 | 2,6 | 6,45 | 0,26 | 1 | 2,04 | 0,08 | 289,6 | 70,4 | 0,3163 | 0,0252 | 9 | 0,7 |
| 127,1 |  | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 1 | 2,36 | 0,1 | 290,1 | 69,9 | 0,3844 | 0,0319 | 8 | 0,7 |
| 147,4 |  | 0,01 | 2,6 | 6,45 | 0,26 | 1 | 2,52 | 0,1 | 294,3 | 65,7 | 0,3907 | 0,0313 | 8 | 0,7 |
| 166,4 |  | 0,02 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 1 | 2,80 | 0,12 | 296,8 | 63,2 | 0,4487 | 0,0379 | 6 | 0,7 |
| 194,8 |  | 0,02 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 2 | 3,12 | 0,13 | 300,7 | 59,3 | 0,5 | 0,0417 | 6 | 0,7 |
| 230,3 |  | 0,02 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2 | 3,52 | 0,15 | 305,5 | 54,5 | 0,5837 | 0,0491 | 4 | 0,7 |
| 267,2 |  | 0,02 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 2 | 3,84 | 0,16 | 308,6 | 51,4 | 0,6154 | 0,0513 | 4 | 0,7 |
| 301,5 |  | 0,02 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 2 | 4,08 | 0,17 | 310,4 | 49,6 | 0,6538 | 0,0545 | 3 | 0,7 |
| 335,3 |  | 0,02 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2 | 4,32 | 0,18 | 314,7 | 45,3 | 0,7164 | 0,0596 | 2 | 0,7 |
| 380,7 |  | 0,02 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2 | 4,56 | 0,19 | 319,5 | 40,5 | 0,769 | 0,0632 | 2 | 0,7 |
| 453,9 |  | 0,03 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2 | 4,88 | 0,2 | 323,8 | 36,2 | 0,8229 | 0,067 | 1 | 0,7 |
| 550,0 |  | 0,03 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2 | 5,12 | 0,21 | 329,7 | 30,3 | 0,8634 | 0,0704 | 1 | 0,7 |
| 672,3 |  | 0,03 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2 | 5,36 | 0,22 | 333,9 | 26,1 | 0,9039 | 0,0737 | 0 | 0,7 |
| 809,5 |  | 0,04 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 5,62 | 0,23 | 338,3 | 21,7 | 0,932 | 0,0768 | 0 | 0,7 |
| 949,7 |  | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 2,6 | 5,62 | 0,23 | 341,5 | 18,5 | 0,9656 | 0,0793 | 0 | 0,7 |
|  | 1,120 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 343,5 | 16,5 | 0,9646 | 0,0795 | 0 | 0,7 |
|  | 1,346 | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 345,0 | 15,0 | 0,9828 | 0,0818 | 0 | 0,7 |
|  | 1,551 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 348,5 | 11,5 | 0,9834 | 0,0806 | 0 | 0,7 |
|  | 1,755 | 0,01 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 350,5 | 9,5 | 1 | 0,0839 | 0 | 0,7 |
|  | 2,001 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 351,3 | 8,7 | 1 | 0,0809 | 0 | 0,7 |
|  | 2,576 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 353,8 | 6,2 | 1 | 0,0809 | 0 | 0,7 |
|  | 3,244 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 355,5 | 4,5 | 1 | 0,0809 | 0 | 0,7 |
|  | 4,726 | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 358,6 | 1,4 | 1 | 0,0825 | 0 | 0,7 |
|  | 5,755 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,00 | 0,0 | 1 | 0,0829 | 0 | 0,7 |
|  | 7,446 | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 0,00 | 0,0 | 1 | 0,0825 | 0 | 0,7 |
|  | 10,28 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,30 | -0,3 | 1 | 0,0829 | 0 | 0,7 |
|  | 15,09 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,87 | -0,9 | 1 | 0,0829 | 0 | 0,7 |
|  | 22,39 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 1,45 | -1,4 | 1 | 0,0809 | 0 | 0,7 |
|  | 38,34 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 1,93 | -1,9 | 1 | 0,0809 | 0 | 0,7 |
|  | 57,88 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 1,04 | -1,0 | 1 | 0,0814 | 0 | 0,7 |
|  | 90,02 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,65 | -0,7 | 1 | 0,0829 | 0 | 0,7 |
|  | 133,60 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 1,73 | -1,7 | 1 | 0,0829 | 0 | 0,7 |
|  | 193,50 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 1,12 | -1,1 | 1 | 0,0814 | 0 | 0,7 |
|  | 299,7 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 1,29 | -1,3 | 0,9821 | 0,0807 | 0 | 0,7 |

**Tabela 2.** wyniki pomiarów zestawione z błędami pomiarowymi dla filtra górnoprzepustowego RC przy przełączniku PŁ 1 ustawionym w pozycji 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Hz] | [kHz] | [kHz] | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] |  |  |  |  | [dB] | [dB] |
| 27,74 |  | 0,01 | 2,54 | 6,10 | 0,25 | 0,2 | 0,496 | 0,02 | 281,7 | 78,3 | 0,0813 | 0,0066 | 21 | 0,7 |
| 35,05 |  | 0,01 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 0,5 | 0,640 | 0,03 | 286,1 | 73,9 | 0,1068 | 0,0095 | 19 | 0,8 |
| 45,88 |  | 0,01 | 2,54 | 6,10 | 0,25 | 0,5 | 0,820 | 0,03 | 292,7 | 67,3 | 0,1344 | 0,0104 | 17 | 0,7 |
| 59,67 |  | 0,01 | 2,54 | 6,40 | 0,26 | 0,5 | 1,02 | 0,04 | 295,1 | 64,9 | 0,1594 | 0,0127 | 15 | 0,7 |
| 74,61 |  | 0,01 | 2,54 | 6,20 | 0,25 | 0,5 | 1,26 | 0,05 | 300,7 | 59,3 | 0,2032 | 0,0163 | 13 | 0,7 |
| 93,53 |  | 0,01 | 2,54 | 6,20 | 0,25 | 1 | 1,52 | 0,06 | 306,9 | 53,1 | 0,2452 | 0,0196 | 12 | 0,7 |
| 127,0 |  | 0,02 | 2,54 | 6,10 | 0,25 | 1 | 1,84 | 0,08 | 315,9 | 44,1 | 0,3016 | 0,0255 | 10 | 0,7 |
| 167,5 |  | 0,02 | 2,54 | 6,10 | 0,25 | 1 | 2,04 | 0,08 | 325,8 | 34,2 | 0,3344 | 0,0268 | 9 | 0,7 |
| 207,1 |  | 0,02 | 2,54 | 6,20 | 0,25 | 1 | 2,20 | 0,09 | 331,5 | 28,5 | 0,3548 | 0,0288 | 8 | 0,7 |
| 264,7 |  | 0,02 | 2,54 | 6,10 | 0,25 | 1 | 2,32 | 0,1 | 340,1 | 19,9 | 0,3803 | 0,032 | 8 | 0,7 |
| 335,0 |  | 0,02 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 1 | 2,36 | 0,1 | 347,9 | 12,1 | 0,394 | 0,0331 | 8 | 0,7 |
| 386,9 |  | 0,02 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 1 | 2,40 | 0,1 | 354,4 | 5,6 | 0,4007 | 0,0334 | 7 | 0,7 |
| 456,7 |  | 0,03 | 2,54 | 5,89 | 0,24 | 1 | 2,36 | 0,1 | 0,00 | 0,0 | 0,4007 | 0,0333 | 7 | 0,7 |
| 558,1 |  | 0,03 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 1 | 2,40 | 0,1 | 5,55 | -5,6 | 0,4007 | 0,0334 | 7 | 0,7 |
| 650,4 |  | 0,04 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 1 | 2,36 | 0,1 | 10,95 | -11,0 | 0,394 | 0,0331 | 8 | 0,7 |
| 837,0 |  | 0,01 | 2,54 | 5,99 | 0,25 | 1 | 2,28 | 0,09 | 17,72 | -17,7 | 0,3806 | 0,0309 | 8 | 0,7 |
|  | 1,002 | 0,01 | 2,54 | 5,89 | 0,24 | 1 | 2,12 | 0,09 | 25,01 | -25,0 | 0,3599 | 0,0299 | 8 | 0,7 |
|  | 1,242 | 0,01 | 2,54 | 5,79 | 0,24 | 1 | 1,96 | 0,08 | 32,76 | -32,8 | 0,3385 | 0,0278 | 9 | 0,7 |
|  | 1,555 | 0,01 | 2,54 | 5,89 | 0,24 | 1 | 1,76 | 0,07 | 35,21 | -35,2 | 0,2988 | 0,0241 | 10 | 0,7 |
|  | 1,774 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 1 | 1,60 | 0,07 | 41,14 | -41,1 | 0,2862 | 0,0243 | 10 | 0,7 |
|  | 2,271 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 1 | 1,36 | 0,06 | 48,93 | -48,9 | 0,2433 | 0,0207 | 12 | 0,7 |
|  | 2,824 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,5 | 1,14 | 0,05 | 52,22 | -52,2 | 0,2004 | 0,0169 | 13 | 0,7 |
|  | 3,603 | 0,01 | 2,54 | 5,49 | 0,23 | 0,5 | 0,980 | 0,04 | 62,01 | -62,0 | 0,1785 | 0,0148 | 14 | 0,7 |
|  | 4,843 | 0,01 | 2,54 | 5,49 | 0,23 | 0,5 | 0,740 | 0,03 | 68,79 | -68,8 | 0,1348 | 0,0111 | 17 | 0,7 |
|  | 6,546 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,2 | 0,552 | 0,02 | 71,45 | -71,5 | 0,0987 | 0,0076 | 20 | 0,7 |
|  | 8,320 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,2 | 0,440 | 0,02 | 75,09 | -75,1 | 0,0773 | 0,0066 | 22 | 0,7 |
|  | 10,46 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,2 | 0,352 | 0,02 | 80,74 | -80,7 | 0,063 | 0,0062 | 24 | 0,9 |
|  | 13,71 | 0,01 | 2,54 | 5,49 | 0,23 | 0,2 | 0,272 | 0,01 | 81,81 | -81,8 | 0,0495 | 0,0039 | 26 | 0,7 |
|  | 17,98 | 0,01 | 2,54 | 5,38 | 0,22 | 0,1 | 0,216 | 0,01 | 79,58 | -79,6 | 0,0401 | 0,0035 | 27 | 0,8 |
|  | 21,33 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,1 | 0,176 | 0,01 | 80,05 | -80,1 | 0,0315 | 0,0031 | 30 | 0,9 |
|  | 25,61 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,1 | 0,144 | 0,01 | 80,49 | -80,5 | 0,0258 | 0,0029 | 31 | 1 |
|  | 31,96 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,1 | 0,118 | 0,01 | 80,05 | -80,1 | 0,0207 | 0,0026 | 33 | 1,1 |
|  | 41,51 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,05 | 0,0900 | 0 | 78,94 | -78,9 | 0,0158 | 0,0006 | 36 | 0,3 |
|  | 55,94 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,05 | 0,0680 | 0 | 80,78 | -80,8 | 0,0122 | 0,0005 | 38 | 0,4 |
|  | 76,82 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,02 | 0,0496 | 0 | 73,82 | -73,8 | 0,0089 | 0,0004 | 41 | 0,4 |
|  | 100,9 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,02 | 0,0376 | 0 | 67,54 | -67,5 | 0,0066 | 0,0003 | 43 | 0,4 |
|  | 128,6 | 0,01 | 2,54 | 5,79 | 0,24 | 0,02 | 0,0288 | 0 | 47,73 | -47,7 | 0,005 | 0,0002 | 46 | 0,3 |
|  | 160,2 | 0,01 | 2,54 | 5,89 | 0,24 | 0,02 | 0,0232 | 0 | 38,54 | -38,5 | 0,0039 | 0,0002 | 48 | 0,4 |
|  | 185,1 | 0,01 | 2,54 | 5,59 | 0,23 | 0,01 | 0,0196 | 0 | 23,75 | -23,8 | 0,0035 | 0,0001 | 49 | 0,2 |
|  | 226,3 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,01 | 0,0164 | 0 | brak wyniku | brak wyniku | 0,0029 | 0,0001 | 50 | 0,3 |
|  | 300,7 | 0,01 | 2,54 | 5,69 | 0,23 | 0,01 | 0,0128 | 0 | brak wyniku | brak wyniku | 0,0022 | 0,0001 | 52 | 0,4 |

**Tabela 3.** wyniki pomiarów zestawione z błędami pomiarowymi dla filtra Wiena przy przełączniku PŁ 1 ustawionym w pozycji 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Hz] | [kHz] | [kHz] | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] |  |  |  |  | [dB] | [dB] |
| 30,01 |  | 0,01 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0,0833 | 0 | 0,7 |
| 47,64 |  | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0,0814 | 0 | 0,7 |
| 74,79 |  | 0,01 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0,0833 | 0 | 0,7 |
| 99,45 |  | 0,01 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 1,08 | -1,08 | 1 | 0,0811 | 0 | 0,7 |
| 141,8 |  | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 0,61 | -0,61 | 1 | 0,082 | 0 | 0,7 |
| 192,9 |  | 0,02 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,14 | -0,14 | 1 | 0,0814 | 0 | 0,7 |
| 258,5 |  | 0,02 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 0,22 | -0,22 | 1,0189 | 0,0833 | -1 | 0,7 |
| 336,1 |  | 0,02 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,29 | -0,29 | 1,0182 | 0,0837 | -1 | 0,7 |
| 444,1 |  | 0,02 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 1,02 | -1,02 | 1,0348 | 0,086 | -1 | 0,7 |
| 606,8 |  | 0,03 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 2,6 | 6,45 | 0,26 | 3,84 | -3,84 | 1,0505 | 0,0851 | -1 | 0,7 |
| 817,6 |  | 0,03 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,45 | 0,26 | 5,53 | -5,53 | 1,0697 | 0,0875 | -1 | 0,7 |
| 995,7 |  | 0,04 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 8,10 | -8,10 | 1,1045 | 0,0906 | -1 | 0,7 |
|  | 1,203 | 0,01 | 2,6 | 5,62 | 0,23 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 9,84 | -9,84 | 1,1103 | 0,0917 | -1 | 0,7 |
|  | 1,472 | 0,01 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 2,6 | 6,76 | 0,28 | 13,05 | -13,05 | 1,1818 | 0,0985 | -2 | 0,7 |
|  | 1,712 | 0,01 | 2 | 5,36 | 0,22 | 2,6 | 6,55 | 0,27 | 14,05 | -14,05 | 1,222 | 0,1005 | -2 | 0,7 |
|  | 1,931 | 0,01 | 2 | 5,12 | 0,21 | 2,6 | 6,76 | 0,28 | 17,11 | -17,11 | 1,3203 | 0,1088 | -3 | 0,7 |
|  | 2,202 | 0,01 | 2 | 4,80 | 0,2 | 2,6 | 6,86 | 0,28 | 23,29 | -23,29 | 1,4292 | 0,1179 | -4 | 0,7 |
|  | 2,452 | 0,01 | 2 | 4,24 | 0,17 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 20,23 | -20,23 | 1,5708 | 0,1267 | -4 | 0,7 |
|  | 2,700 | 0,01 | 2 | 4,00 | 0,17 | 2,6 | 6,76 | 0,28 | 37,54 | -37,54 | 1,69 | 0,1418 | -5 | 0,7 |
|  | 2,906 | 0,01 | 2 | 3,76 | 0,16 | 2,6 | 6,66 | 0,27 | 45,97 | -45,97 | 1,7713 | 0,1472 | -5 | 0,7 |
|  | 3,150 | 0,01 | 2 | 3,44 | 0,14 | 2,6 | 6,45 | 0,26 | 57,34 | -57,34 | 1,875 | 0,1519 | -6 | 0,7 |
|  | 3,388 | 0,01 | 2 | 3,12 | 0,13 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 71,57 | -71,57 | 2 | 0,1667 | -7 | 0,7 |
|  | 3,627 | 0,01 | 2 | 2,88 | 0,12 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 82,46 | -82,46 | 2,0938 | 0,174 | -7 | 0,7 |
|  | 3,849 | 0,01 | 2 | 2,96 | 0,12 | 2,6 | 5,51 | 0,23 | 95,37 | -95,37 | 1,8615 | 0,1532 | -6 | 0,7 |
|  | 4,081 | 0,01 | 2 | 3,12 | 0,13 | 2,6 | 5,10 | 0,21 | 108,1 | -108,10 | 1,6346 | 0,1354 | -5 | 0,7 |
|  | 4,215 | 0,01 | 2 | 3,28 | 0,14 | 2 | 4,80 | 0,2 | 114,3 | -114,30 | 1,4634 | 0,1234 | -4 | 0,7 |
|  | 4,403 | 0,01 | 2 | 3,44 | 0,14 | 2 | 4,56 | 0,19 | 120,7 | -120,70 | 1,3256 | 0,1092 | -3 | 0,7 |
|  | 4,645 | 0,01 | 2 | 3,60 | 0,15 | 2 | 4,24 | 0,17 | 129,2 | -129,20 | 1,1778 | 0,0963 | -2 | 0,7 |
|  | 4,844 | 0,01 | 2 | 3,84 | 0,16 | 2 | 3,92 | 0,16 | 135,6 | -135,60 | 1,0208 | 0,0842 | -1 | 0,7 |
|  | 5,055 | 0,01 | 2 | 4,08 | 0,17 | 2 | 3,60 | 0,15 | 140,1 | -140,10 | 0,8824 | 0,0735 | 1 | 0,7 |
|  | 5,231 | 0,01 | 2 | 4,32 | 0,18 | 2 | 3,36 | 0,14 | 143,1 | -143,10 | 0,7778 | 0,0648 | 2 | 0,7 |
|  | 5,487 | 0,01 | 2 | 4,40 | 0,18 | 2 | 3,04 | 0,13 | 147,0 | -147,00 | 0,6909 | 0,0578 | 3 | 0,7 |
|  | 5,785 | 0,01 | 2 | 4,72 | 0,19 | 1 | 2,80 | 0,12 | 151,9 | -151,90 | 0,5932 | 0,0493 | 4 | 0,7 |
|  | 6,123 | 0,01 | 2 | 4,96 | 0,2 | 1 | 2,52 | 0,1 | 153,8 | -153,80 | 0,5081 | 0,0407 | 5 | 0,7 |
|  | 6,550 | 0,01 | 2 | 5,12 | 0,21 | 1 | 2,16 | 0,09 | 157,5 | -157,50 | 0,4219 | 0,0349 | 7 | 0,7 |
|  | 7,011 | 0,01 | 2 | 5,12 | 0,21 | 1 | 1,84 | 0,08 | 159,1 | -159,10 | 0,3594 | 0,0304 | 8 | 0,7 |
|  | 7,620 | 0,01 | 2 | 5,36 | 0,22 | 1 | 1,56 | 0,07 | 160,4 | -160,40 | 0,291 | 0,025 | 10 | 0,7 |
|  | 8,301 | 0,01 | 2,6 | 5,60 | 0,23 | 1 | 1,32 | 0,06 | 163,7 | -163,70 | 0,2357 | 0,0204 | 12 | 0,8 |
|  | 9,501 | 0,01 | 2,6 | 5,51 | 0,23 | 0,5 | 0,960 | 0,04 | 165,1 | -165,10 | 0,1742 | 0,0145 | 15 | 0,7 |
|  | 10,70 | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 0,5 | 0,760 | 0,03 | 166,8 | -166,80 | 0,1306 | 0,0105 | 17 | 0,7 |
|  | 13,06 | 0,01 | 2,6 | 5,72 | 0,24 | 0,2 | 0,488 | 0,02 | 168,9 | -168,90 | 0,0853 | 0,0071 | 21 | 0,7 |
|  | 15,14 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,2 | 0,384 | 0,02 | 169,7 | -169,70 | 0,0625 | 0,0058 | 24 | 0,8 |
|  | 17,82 | 0,01 | 2,6 | 5,82 | 0,24 | 0,1 | 0,264 | 0,01 | 168,2 | -168,20 | 0,0454 | 0,0036 | 26 | 0,7 |
|  | 20,38 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,1 | 0,208 | 0,01 | 169,1 | -169,10 | 0,0339 | 0,003 | 29 | 0,8 |
|  | 23,87 | 0,01 | 2,6 | 5,93 | 0,24 | 0,1 | 0,148 | 0,01 | 165,7 | -165,70 | 0,025 | 0,0027 | 32 | 0,9 |
|  | 28,59 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,05 | 0,104 | 0,01 | 165,3 | -165,30 | 0,0169 | 0,0023 | 35 | 1,2 |
|  | 33,71 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,05 | 0,0740 | 0 | 161,6 | -161,60 | 0,0123 | 0,0005 | 38 | 0,4 |
|  | 42,30 | 0,01 | 2,6 | 6,24 | 0,26 | 0,02 | 0,0488 | 0 | 161,3 | -161,30 | 0,0078 | 0,0003 | 42 | 0,3 |
|  | 55,25 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,02 | 0,0288 | 0 | 156,5 | -156,50 | 0,0047 | 0,0002 | 46 | 0,4 |
|  | 72,9 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,01 | 0,0172 | 0 | brak wyniku | brak wyniku | 0,0029 | 0,0001 | 50 | 0,3 |
|  | 93,8 | 0,01 | 2,6 | 6,03 | 0,25 | 0,005 | 0,0118 | 0 | brak wyniku | brak wyniku | 0,002 | 0,0001 | 54 | 0,4 |
|  | 136,3 | 0,01 | 2,6 | 6,14 | 0,25 | 0,005 | 0,0078 | 0 | brak wyniku | brak wyniku | 0,0013 | 0,0001 | 57 | 0,7 |
|  | 199,4 | 0,01 | 2,6 | 6,34 | 0,26 | 0,005 | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku | brak wyniku |

**Tabela 4.** wyniki pomiarów zestawione z błędami pomiarowymi dla filtra dolnoprzepustowego LC przy przełączniku PŁ 1 ustawionym w pozycji 3

**5. Wykresy**

**5.1 Filtr dolnoprzepustowy RC**

**Wykres 1.** wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej dla filtra dolnoprzepustowego RC

**Wykres 2.** wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej dla filtra dolnoprzepustowego RC

**Wykres 3.** wykres współczynnika tłumienia dla filtra dolnoprzepustowego RC

**5.2 Filtr górnoprzepustowy RC**

**Wykres 4.** wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej dla filtra górnoprzepustowego RC

**Wykres 5.** wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej dla filtra dolnoprzepustowego RC

**Wykres 6.** wykres współczynnika tłumienia dla filtra górnoprzepustowego RC

**5.3 Filtr Wiena RC**

**Wykres 7.** wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej dla filtra Wiena RC

**Wykres 8.** wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej dla filtra Wiena RC

**Wykres 9.** wykres współczynnika tłumienia dla filtra Wiena RC

**5.4 Filtr dolnoprzepustowy LC**

**Wykres 10.** wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej dla filtra dolnoprzepustowego LC

**Wykres 11.** wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej dla filtra dolnoprzepustowego LC

**Wykres 9.** wykres współczynnika tłumienia dla filtra dolnoprzepustowego LC

**6. Analiza wyników**

Dla przedstawionych filtrów wyznaczamy częstotliwość graniczną, dla której został spełniony warunek . Robimy to odczytując tę wartość z wykresu.

**6.1 Filtr dolnoprzepustowy RC**

Dla tego filtra najbliższa temu warunkowi jest

dla częstotliwości . Wartość teoretyczna częstotliwości granicznej wynosi

**6.2 Filtr górnoprzepustowy RC**

Dla tego filtra najbliższa temu warunkowi jest

dla częstotliwości . Wartość teoretyczna częstotliwości granicznej wynosi

**6.3 Filtr Wiena RC**

Sytuacja dla tego filtra wygląda inaczej.

Odczytujemy .

Wyznaczono częstotliwości graniczne oraz , a następnie częstotliwość rezonansową

i pokrywa się ona z zakresem częstotliwości, dla których występuje .

Następnie obliczono dobroć filtra na podstawie danych z wykresu .

Wartości teoretyczne , ,

**6.4 Filtr dolnoprzepustowy LC**

Dla tego filtra odczytujemy . Wartość dobroci wynosi zaś .

Ponadto teoretyczna wartość dobroci wynosi

**7. Wnioski**

Widzimy spore rozbieżności dotyczące niektórych wartości teoretycznych parametrów, względem obliczonych/wyznaczonych na podstawie danych i wykresu. Są nimi: częstotliwość graniczna dla filtru dolnoprzepustowego RC, dobroć i częstotliwość rezonansowa filtru Wiena RC. Stąd wniosek, że dla tych elementów pomiary nie zostały przeprowadzone w właściwy sposób. Niemniej jednak cel ćwiczenia został w znacznej większości zrealizowany. Otrzymane charakterystyki przypominają te, które znajdziemy w literaturze.

**8. Literatura**

[1] R. Śledziewski, „Elektronika dla Fizyków”, PWN, W-wa 1984.

[2] T. Stacewicz, A. Kotlicki, „Elektronika w laboratorium naukowym”, PWN, W-wa 1994.

[3] E. Koziej, B. Sochoń, „Elektrotechnika i elektronika”, PWN, W-wa 1980.

[4] R. Resnick, D. Halliday, „Fizyka”, tom. II, PWN, W-wa 1998. <http://han.p.lodz.pl/han/ibuk-libra/https/libra.ibuk.pl/book/146326>

[5] A. Hennel, W. Szuszkiewicz, „Zadania i problemy z Fizyki”, tom II, PWN, W-wa 1993.

[6] A. Januszajtis, „Fizyka dla Politechnik – Fale”, tom III, PWN, W-wa 1991.

**9. Otrzymany dokument z wynikami**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
| Pomiary z dnia 16.01.2017 do ćw. E05IS „Filtry pasywne”. | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Wykorzystany sprzęt: |  |  |  |  |  |
| nazwa | model | numer inw. | numer WD |  |  |
| generator funkcyjny NDN | DF1641B | brak | WD045.01-006-203 | |  |
| oscyloskop cyfrowy SIGLENT | SDS1052DL | I3/RPO/011/T6/137 | WD046.01-007-203 | |  |
| moduł z filtrami |  | F1-03 |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wyniki pomiarów dla filtra dolnoprzepustowego RC przy przełączniku Pł.1 ustawionym w pozycji 2. | | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *f* | | Δ*f* | *U*WE | | Δ*U*WE | *U*WY | | Δ*U*WY | φCH1-CH2 |
| [Hz] | [kHz] |  | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] | [stopnie] |
| 30,16 |  |  | 5 | 6,00 |  | 5 | 6,00 |  | 2,52 |
| 56,38 |  |  | 5 | 6,00 |  | 5 | 6,00 |  | 4,71 |
| 81,72 |  |  | 5 | 6,20 |  | 5 | 6,20 |  | 6,36 |
| 120,0 |  |  | 5 | 5,80 |  | 5 | 5,80 |  | 11,07 |
| 169,9 |  |  | 5 | 5,80 |  | 5 | 5,80 |  | 12,35 |
| 233,4 |  |  | 5 | 5,60 |  | 5 | 5,40 |  | 19,85 |
| 310,1 |  |  | 5 | 5,80 |  | 2 | 5,36 |  | 25,63 |
| 423,8 |  |  | 5 | 5,80 |  | 2 | 4,88 |  | 33,79 |
| 570,4 |  |  | 5 | 5,60 |  | 2 | 4,32 |  | 42,04 |
| 752,0 |  |  | 5 | 5,40 |  | 2 | 3,68 |  | 48,19 |
|  | 1,009 |  | 5 | 5,60 |  | 2 | 3,04 |  | 53,76 |
|  | 1,274 |  | 2 | 5,28 |  | 1 | 2,56 |  | 61,57 |
|  | 1,575 |  | 2 | 5,52 |  | 1 | 2,08 |  | 66,49 |
|  | 2,007 |  | 2 | 5,44 |  | 1 | 1,72 |  | 70,06 |
|  | 2,638 |  | 2 | 5,28 |  | 0,5 | 1,34 |  | 74,28 |
|  | 3,720 |  | 2 | 5,28 |  | 0,5 | 0,960 |  | 76,20 |
|  | 4,707 |  | 2 | 5,28 |  | 0,5 | 0,760 |  | 78,92 |
|  | 5,683 |  | 2 | 5,44 |  | 0,5 | 0,620 |  | 78,12 |
|  | 7,274 |  | 2 | 5,20 |  | 0,2 | 0,504 |  | 78,45 |
|  | 9,302 |  | 2 | 5,28 |  | 0,2 | 0,392 |  | 79,02 |
|  | 11,64 |  | 2 | 5,28 |  | 0,2 | 0,320 |  | 78,32 |
|  | 13,68 |  | 2 | 5,36 |  | 0,1 | 0,268 |  | 76,24 |
|  | 17,00 |  | 2 | 5,28 |  | 0,1 | 0,220 |  | 73,91 |
|  | 21,04 |  | 2 | 5,44 |  | 0,1 | 0,176 |  | 72,91 |
|  | 25,22 |  | 2 | 5,20 |  | 0,1 | 0,152 |  | 70,57 |
|  | 30,09 |  | 2 | 5,36 |  | 0,05 | 0,126 |  | 67,80 |
|  | 36,93 |  | 2 | 5,28 |  | 0,05 | 0,108 |  | 63,44 |
|  | 48,37 |  | 2 | 5,36 |  | 0,05 | 0,084 |  | 58,52 |
|  | 61,64 |  | 2 | 5,44 |  | 0,05 | 0,068 |  | 53,68 |
|  | 80,76 |  | 2 | 5,52 |  | 0,05 | 0,058 |  | 43,91 |
|  | 100,5 |  | 2 | 5,52 |  | 0,02 | 0,0488 |  | 40,56 |
|  | 125,1 |  | 2 | 5,28 |  | 0,02 | 0,0424 |  | 27,75 |
|  | 150,7 |  | 2 | 5,68 |  | 0,02 | 0,0400 |  | 16,69 |
|  | 198,7 |  | 2 | 5,60 |  | 0,02 | 0,0368 |  | 12,02 |
|  | 236,6 |  | 2 | 5,44 |  | 0,02 | 0,0344 |  | 8,86 |
|  | 266,8 |  | 2 | 5,44 |  | 0,02 | 0,0336 |  | 6,63 |
|  | 311,6 |  | 2 | 5,68 |  | 0,02 | 0,0344 |  | 3,14 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wyniki pomiarów dla filtra górnoprzepustowego RC przy przełączniku Pł.1 ustawionym w pozycji 2. | | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *f* | | Δ*f* | *U*WE | | Δ*U*WE | *U*WY | | Δ*U*WY | φCH1-CH2 |
| [Hz] | [kHz] |  | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] | [stopnie] |
| 28,14 |  |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,2 | 0,528 |  | 278,3 |
| 38,34 |  |  | 2,6 | 6,34 |  | 0,5 | 0,720 |  | 280,4 |
| 48,44 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 0,5 | 0,920 |  | 280,9 |
| 59,43 |  |  | 2,6 | 6,34 |  | 0,5 | 1,14 |  | 283,1 |
| 70,20 |  |  | 2,6 | 6,34 |  | 0,5 | 1,36 |  | 283,9 |
| 82,40 |  |  | 2,6 | 6,66 |  | 1 | 1,52 |  | 286,8 |
| 94,63 |  |  | 2,6 | 6,34 |  | 1 | 1,84 |  | 287,0 |
| 111,0 |  |  | 2,6 | 6,45 |  | 1 | 2,04 |  | 289,6 |
| 127,1 |  |  | 2,6 | 6,14 |  | 1 | 2,36 |  | 290,1 |
| 147,4 |  |  | 2,6 | 6,45 |  | 1 | 2,52 |  | 294,3 |
| 166,4 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 1 | 2,80 |  | 296,8 |
| 194,8 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 2 | 3,12 |  | 300,7 |
| 230,3 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2 | 3,52 |  | 305,5 |
| 267,2 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 2 | 3,84 |  | 308,6 |
| 301,5 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 2 | 4,08 |  | 310,4 |
| 335,3 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2 | 4,32 |  | 314,7 |
| 380,7 |  |  | 2,6 | 5,93 |  | 2 | 4,56 |  | 319,5 |
| 453,9 |  |  | 2,6 | 5,93 |  | 2 | 4,88 |  | 323,8 |
| 550,0 |  |  | 2,6 | 5,93 |  | 2 | 5,12 |  | 329,7 |
| 672,3 |  |  | 2,6 | 5,93 |  | 2 | 5,36 |  | 333,9 |
| 809,5 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 5,62 |  | 338,3 |
| 949,7 |  |  | 2,6 | 5,82 |  | 2,6 | 5,62 |  | 341,5 |
|  | 1,120 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,72 |  | 343,5 |
|  | 1,346 |  | 2,6 | 5,82 |  | 2,6 | 5,72 |  | 345,0 |
|  | 1,551 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 5,93 |  | 348,5 |
|  | 1,755 |  | 2,6 | 5,72 |  | 2,6 | 5,72 |  | 350,5 |
|  | 2,001 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,93 |  | 351,3 |
|  | 2,576 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,93 |  | 353,8 |
|  | 3,244 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,93 |  | 355,5 |
|  | 4,726 |  | 2,6 | 5,82 |  | 2,6 | 5,82 |  | 358,6 |
|  | 5,755 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,00 |
|  | 7,446 |  | 2,6 | 5,82 |  | 2,6 | 5,82 |  | 0,00 |
|  | 10,28 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,30 |
|  | 15,09 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,87 |
|  | 22,39 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,93 |  | 1,45 |
|  | 38,34 |  | 2,6 | 5,93 |  | 2,6 | 5,93 |  | 1,93 |
|  | 57,88 |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,14 |  | 1,04 |
|  | 90,02 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,65 |
|  | 133,60 |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,03 |  | 1,73 |
|  | 193,50 |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,14 |  | 1,12 |
|  | 299,7 |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,03 |  | 1,29 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wyniki pomiarów dla filtra Wiena RC przy przełączniku Pł.1 ustawionym w pozycji 2. | | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *f* | | Δ*f* | *U*WE | | Δ*U*WE | *U*WY | | Δ*U*WY | φCH1-CH2 |
| [Hz] | [kHz] |  | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] | [stopnie] |
| 27,74 |  |  | 2,54 | 6,10 |  | 0,2 | 0,496 |  | 281,7 |
| 35,05 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 0,5 | 0,640 |  | 286,1 |
| 45,88 |  |  | 2,54 | 6,10 |  | 0,5 | 0,820 |  | 292,7 |
| 59,67 |  |  | 2,54 | 6,40 |  | 0,5 | 1,02 |  | 295,1 |
| 74,61 |  |  | 2,54 | 6,20 |  | 0,5 | 1,26 |  | 300,7 |
| 93,53 |  |  | 2,54 | 6,20 |  | 1 | 1,52 |  | 306,9 |
| 127,0 |  |  | 2,54 | 6,10 |  | 1 | 1,84 |  | 315,9 |
| 167,5 |  |  | 2,54 | 6,10 |  | 1 | 2,04 |  | 325,8 |
| 207,1 |  |  | 2,54 | 6,20 |  | 1 | 2,20 |  | 331,5 |
| 264,7 |  |  | 2,54 | 6,10 |  | 1 | 2,32 |  | 340,1 |
| 335,0 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 1 | 2,36 |  | 347,9 |
| 386,9 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 1 | 2,40 |  | 354,4 |
| 456,7 |  |  | 2,54 | 5,89 |  | 1 | 2,36 |  | 0,00 |
| 558,1 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 1 | 2,40 |  | 5,55 |
| 650,4 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 1 | 2,36 |  | 10,95 |
| 837,0 |  |  | 2,54 | 5,99 |  | 1 | 2,28 |  | 17,72 |
|  | 1,002 |  | 2,54 | 5,89 |  | 1 | 2,12 |  | 25,01 |
|  | 1,242 |  | 2,54 | 5,79 |  | 1 | 1,96 |  | 32,76 |
|  | 1,555 |  | 2,54 | 5,89 |  | 1 | 1,76 |  | 35,21 |
|  | 1,774 |  | 2,54 | 5,59 |  | 1 | 1,60 |  | 41,14 |
|  | 2,271 |  | 2,54 | 5,59 |  | 1 | 1,36 |  | 48,93 |
|  | 2,824 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,5 | 1,14 |  | 52,22 |
|  | 3,603 |  | 2,54 | 5,49 |  | 0,5 | 0,980 |  | 62,01 |
|  | 4,843 |  | 2,54 | 5,49 |  | 0,5 | 0,740 |  | 68,79 |
|  | 6,546 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,2 | 0,552 |  | 71,45 |
|  | 8,320 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,2 | 0,440 |  | 75,09 |
|  | 10,46 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,2 | 0,352 |  | 80,74 |
|  | 13,71 |  | 2,54 | 5,49 |  | 0,2 | 0,272 |  | 81,81 |
|  | 17,98 |  | 2,54 | 5,38 |  | 0,1 | 0,216 |  | 79,58 |
|  | 21,33 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,1 | 0,176 |  | 80,05 |
|  | 25,61 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,1 | 0,144 |  | 80,49 |
|  | 31,96 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,1 | 0,118 |  | 80,05 |
|  | 41,51 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,05 | 0,0900 |  | 78,94 |
|  | 55,94 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,05 | 0,0680 |  | 80,78 |
|  | 76,82 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,02 | 0,0496 |  | 73,82 |
|  | 100,9 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,02 | 0,0376 |  | 67,54 |
|  | 128,6 |  | 2,54 | 5,79 |  | 0,02 | 0,0288 |  | 47,73 |
|  | 160,2 |  | 2,54 | 5,89 |  | 0,02 | 0,0232 |  | 38,54 |
|  | 185,1 |  | 2,54 | 5,59 |  | 0,01 | 0,0196 |  | 23,75 |
|  | 226,3 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,01 | 0,0164 |  | brak wyniku |
|  | 300,7 |  | 2,54 | 5,69 |  | 0,01 | 0,0128 |  | brak wyniku |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wyniki pomiarów dla filtra dolnoprzepustowego LC przy przełączniku Pł.1 ustawionym w pozycji 2. | | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *f* | | Δ*f* | *U*WE | | Δ*U*WE | *U*WY | | Δ*U*WY | φCH1-CH2 |
| [Hz] | [kHz] |  | [V/DIV] | [V] | [V] | [V/DIV] | [V] | [V] | [stopnie] |
| 30,01 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 2,6 | 6,24 |  | 0,00 |
| 47,64 |  |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,00 |
| 74,79 |  |  | 2,6 | 6,24 |  | 2,6 | 6,24 |  | 0,00 |
| 99,45 |  |  | 2,6 | 6,66 |  | 2,6 | 6,66 |  | 1,08 |
| 141,8 |  |  | 2,6 | 6,34 |  | 2,6 | 6,34 |  | 0,61 |
| 192,9 |  |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,14 |
| 258,5 |  |  | 2,6 | 5,82 |  | 2,6 | 5,93 |  | 0,22 |
| 336,1 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,29 |
| 444,1 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,24 |  | 1,02 |
| 606,8 |  |  | 2,6 | 6,14 |  | 2,6 | 6,45 |  | 3,84 |
| 817,6 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,45 |  | 5,53 |
| 995,7 |  |  | 2,6 | 6,03 |  | 2,6 | 6,66 |  | 8,10 |
|  | 1,203 |  | 2,6 | 5,62 |  | 2,6 | 6,24 |  | 9,84 |
|  | 1,472 |  | 2,6 | 5,72 |  | 2,6 | 6,76 |  | 13,05 |
|  | 1,712 |  | 2 | 5,36 |  | 2,6 | 6,55 |  | 14,05 |
|  | 1,931 |  | 2 | 5,12 |  | 2,6 | 6,76 |  | 17,11 |
|  | 2,202 |  | 2 | 4,80 |  | 2,6 | 6,86 |  | 23,29 |
|  | 2,452 |  | 2 | 4,24 |  | 2,6 | 6,66 |  | 20,23 |
|  | 2,700 |  | 2 | 4,00 |  | 2,6 | 6,76 |  | 37,54 |
|  | 2,906 |  | 2 | 3,76 |  | 2,6 | 6,66 |  | 45,97 |
|  | 3,150 |  | 2 | 3,44 |  | 2,6 | 6,45 |  | 57,34 |
|  | 3,388 |  | 2 | 3,12 |  | 2,6 | 6,24 |  | 71,57 |
|  | 3,627 |  | 2 | 2,88 |  | 2,6 | 6,03 |  | 82,46 |
|  | 3,849 |  | 2 | 2,96 |  | 2,6 | 5,51 |  | 95,37 |
|  | 4,081 |  | 2 | 3,12 |  | 2,6 | 5,10 |  | 108,1 |
|  | 4,215 |  | 2 | 3,28 |  | 2 | 4,80 |  | 114,3 |
|  | 4,403 |  | 2 | 3,44 |  | 2 | 4,56 |  | 120,7 |
|  | 4,645 |  | 2 | 3,60 |  | 2 | 4,24 |  | 129,2 |
|  | 4,844 |  | 2 | 3,84 |  | 2 | 3,92 |  | 135,6 |
|  | 5,055 |  | 2 | 4,08 |  | 2 | 3,60 |  | 140,1 |
|  | 5,231 |  | 2 | 4,32 |  | 2 | 3,36 |  | 143,1 |
|  | 5,487 |  | 2 | 4,40 |  | 2 | 3,04 |  | 147,0 |
|  | 5,785 |  | 2 | 4,72 |  | 1 | 2,80 |  | 151,9 |
|  | 6,123 |  | 2 | 4,96 |  | 1 | 2,52 |  | 153,8 |
|  | 6,550 |  | 2 | 5,12 |  | 1 | 2,16 |  | 157,5 |
|  | 7,011 |  | 2 | 5,12 |  | 1 | 1,84 |  | 159,1 |
|  | 7,620 |  | 2 | 5,36 |  | 1 | 1,56 |  | 160,4 |
|  | 8,301 |  | 2,6 | 5,60 |  | 1 | 1,32 |  | 163,7 |
|  | 9,501 |  | 2,6 | 5,51 |  | 0,5 | 0,960 |  | 165,1 |
|  | 10,70 |  | 2,6 | 5,82 |  | 0,5 | 0,760 |  | 166,8 |
|  | 13,06 |  | 2,6 | 5,72 |  | 0,2 | 0,488 |  | 168,9 |
|  | 15,14 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,2 | 0,384 |  | 169,7 |
|  | 17,82 |  | 2,6 | 5,82 |  | 0,1 | 0,264 |  | 168,2 |
|  | 20,38 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,1 | 0,208 |  | 169,1 |
|  | 23,87 |  | 2,6 | 5,93 |  | 0,1 | 0,148 |  | 165,7 |
|  | 28,59 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,05 | 0,104 |  | 165,3 |
|  | 33,71 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,05 | 0,0740 |  | 161,6 |
|  | 42,30 |  | 2,6 | 6,24 |  | 0,02 | 0,0488 |  | 161,3 |
|  | 55,25 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,02 | 0,0288 |  | 156,5 |
|  | 72,9 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,01 | 0,0172 |  | brak wyniku |
|  | 93,8 |  | 2,6 | 6,03 |  | 0,005 | 0,0118 |  | brak wyniku |
|  | 136,3 |  | 2,6 | 6,14 |  | 0,005 | 0,0078 |  | brak wyniku |
|  | 199,4 |  | 2,6 | 6,34 |  | 0,005 | brak wyniku |  | brak wyniku |