

2229879
numer albumu

Michał Gebel
imię i nazwisko

229908
numer albumu

Antoni Karwowski
imię i nazwisko

kierunek Informatyka Stosowana

semestr III

rok akademicki 2020/21

czwartek

dzień tygodnia

14:00-15:30

godziny zajęć

4

numer zespołu

Laboratorium elektroniki

Ćwiczenie E-05 Filtry pasywne

19.11.2020r.

data wykonania pomiarów

26.11.2020r.

data oddania raportu

ocena ____

1. Cel ćwiczenia

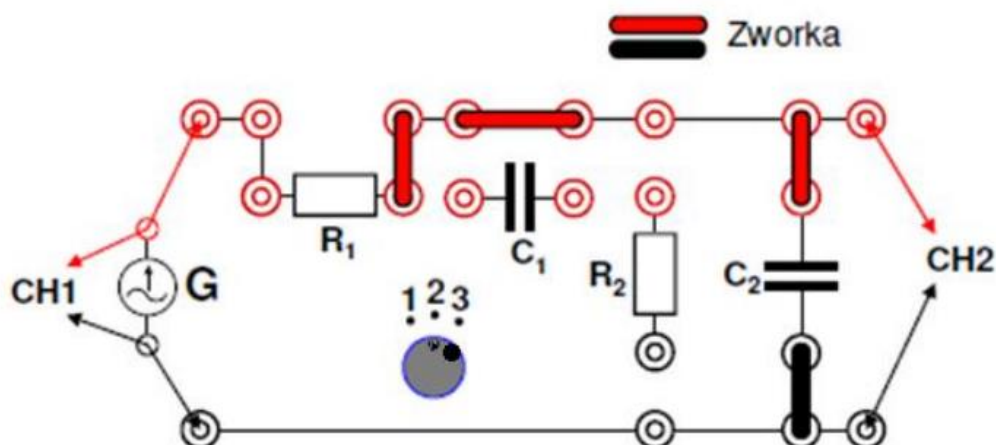
Celem ćwiczenia jest wykonanie i analiza charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych i fazowo-częstotliwościowych następujących filtrów pasywnych:

- 1) filtra dolnoprzepustowego RC i LC,
- 2) filtra górnoprzepustowego RC i LC,
- 3) filtra Wiena RC i LC.

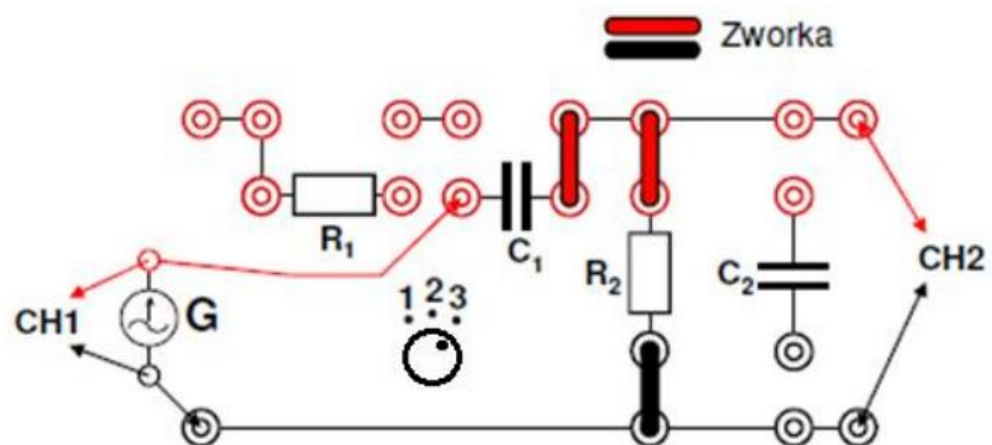
2. Schematy układów pomiarowych

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

f		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$	φ_{WY-WE}	$\frac{U_{WY}}{U_{WE}}$	$\Delta(\frac{U_{WY}}{U_{WE}})$	k	Δk
[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

								ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$	φ_{WY-WE}	$\frac{U_{WY}}{U_{WE}}$	$\Delta(\frac{U_{WY}}{U_{WE}})$	k	Δk
f		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}								
[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

f		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$	φ_{WY-WE}	$\frac{U_{WY}}{U_{WE}}$	$\Delta(\frac{U_{WY}}{U_{WE}})$	k	Δk
[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 Wienera przy przełączniku PŁ 1 ustawionym w pozycji 3

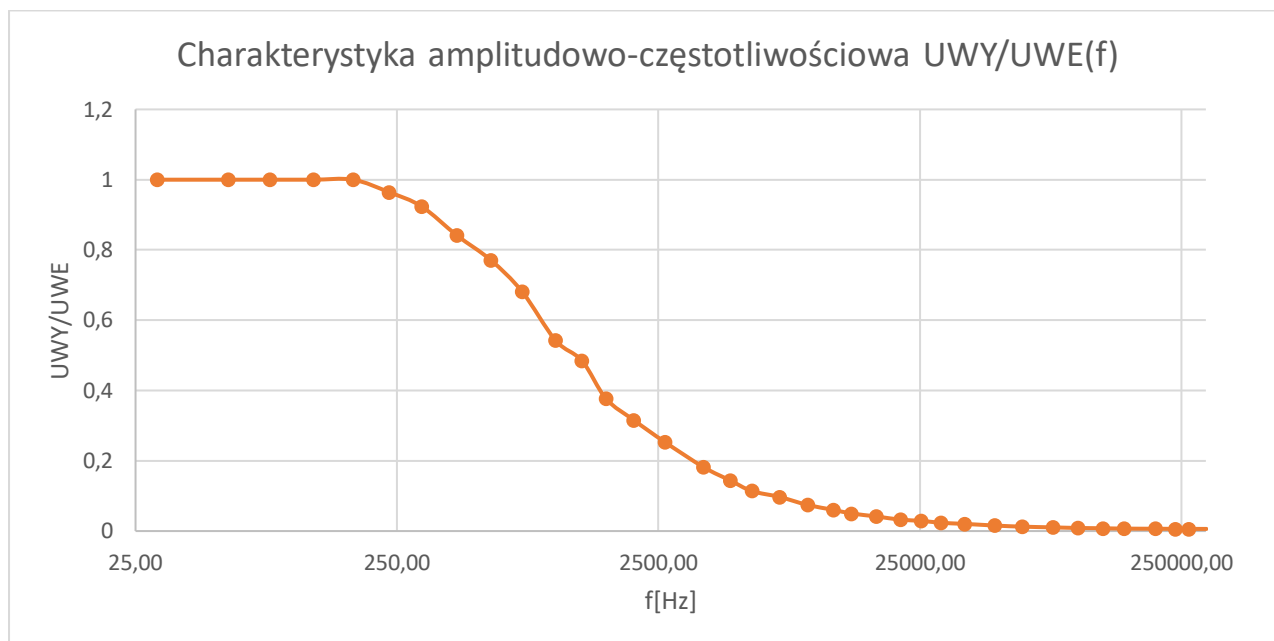
f		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$	φ_{WY-WE}	$\frac{U_{WY}}{U_{WE}}$	$\Delta(\frac{U_{WY}}{U_{WE}})$	k	Δk
[Hz]	[kHz]	[kHz]	[V/DIV]	[V]	[V]	[V/DIV]	[V]	[V]	[°]	[°]			[dB]	[dB]
30,01		0,01	2,6	6,24	0,26	2,6	6,24	0,26	0,00	0,00	1	0,0833	0	0,7
47,64		0,01	2,6	6,14	0,25	2,6	6,14	0,25	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

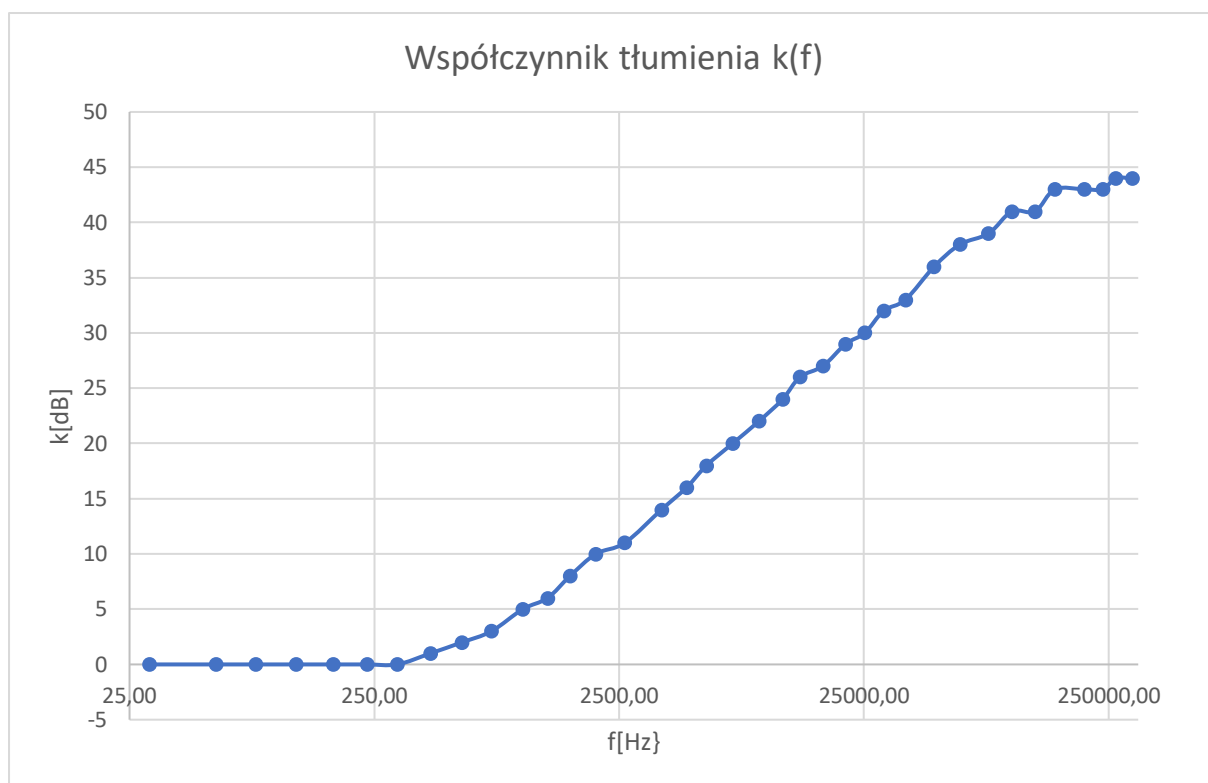
5.1 Filtr dolnoprzepustowy RC



Wykres 1. wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej $\frac{U_{WY}}{U_{WE}}(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego RC

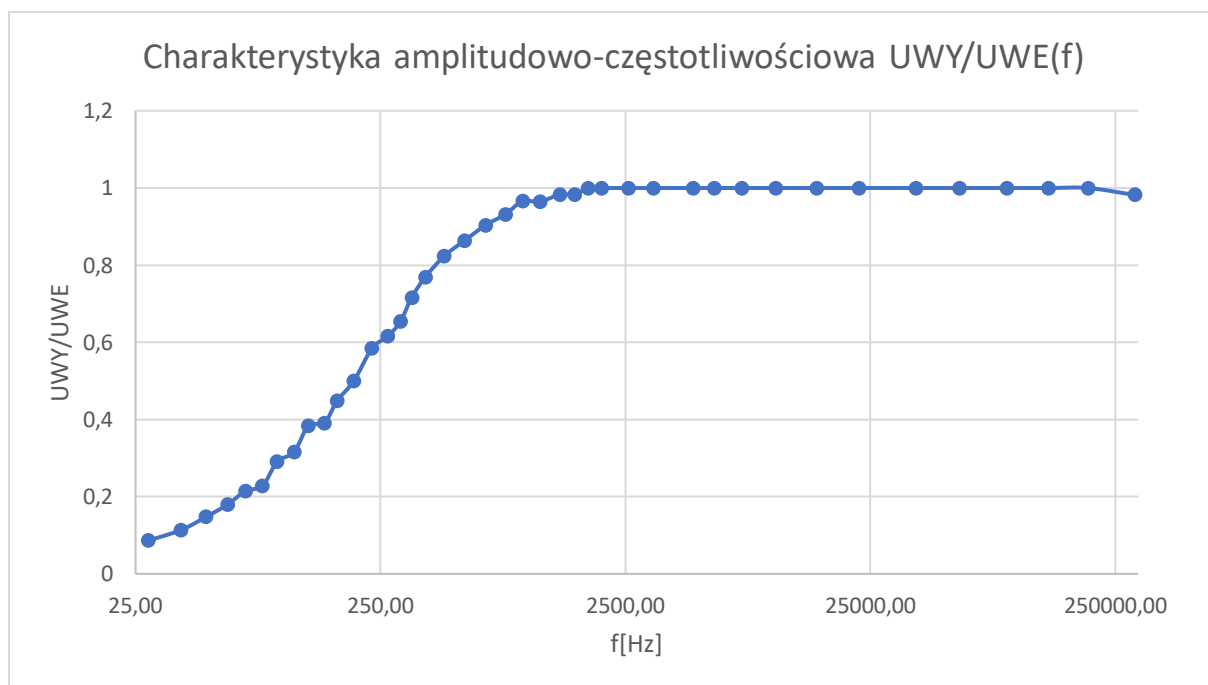


Wykres 2. wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej $\phi_{WY-WE}(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego RC



Wykres 3. wykres współczynnika tłumienia $k(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego RC

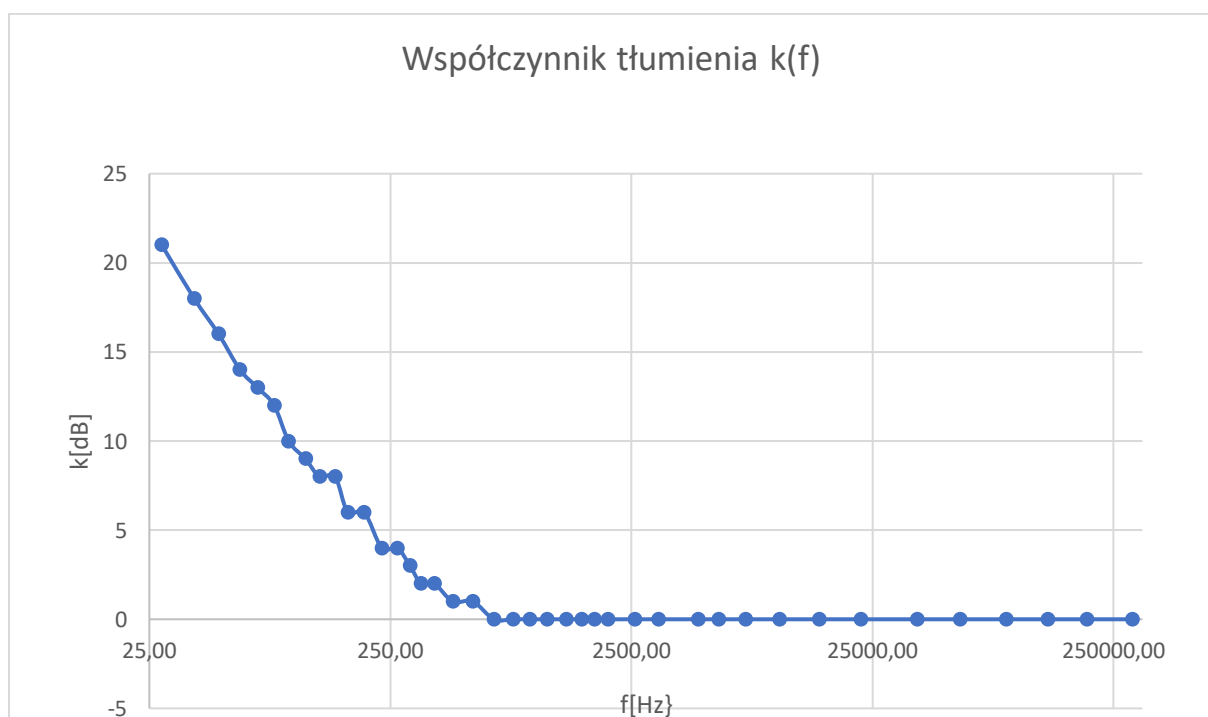
5.2 Filtr górnoprzepustowy RC



Wykres 4. wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej $\frac{U_{WY}}{U_{WE}}(f)$ dla filtra górnoprzepustowego RC

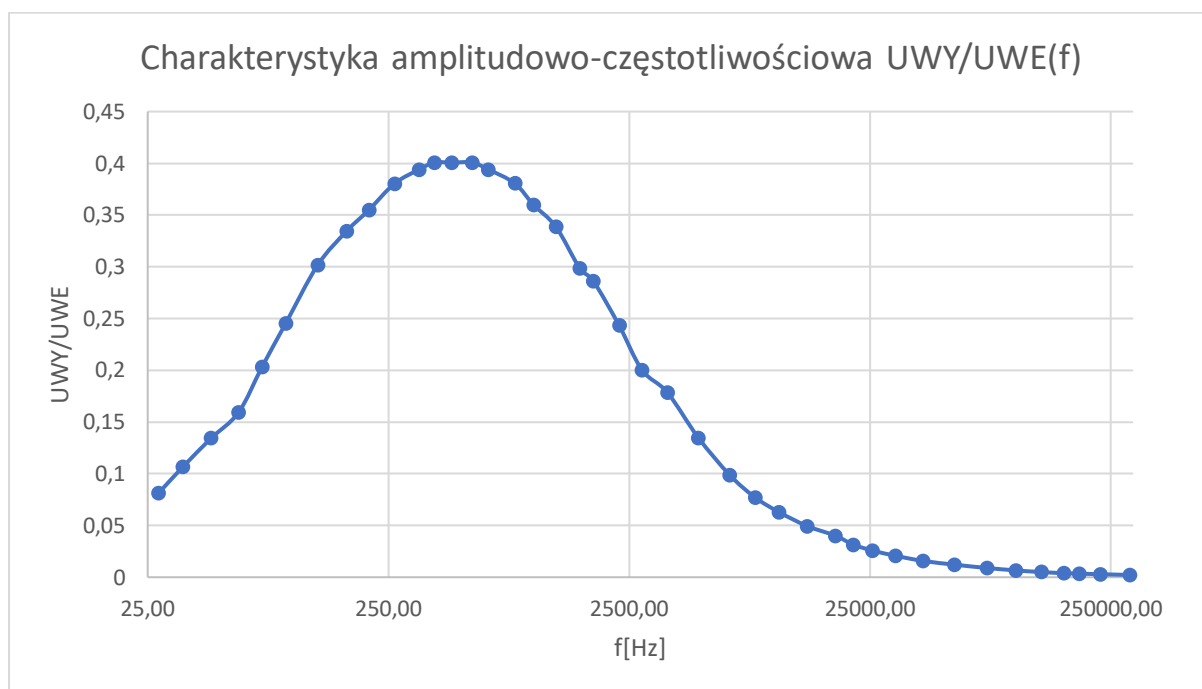


Wykres 5. wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej $\phi_{WY-WE}(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego RC



Wykres 6. wykres współczynnika tłumienia $k(f)$ dla filtra górnoprzepustowego RC

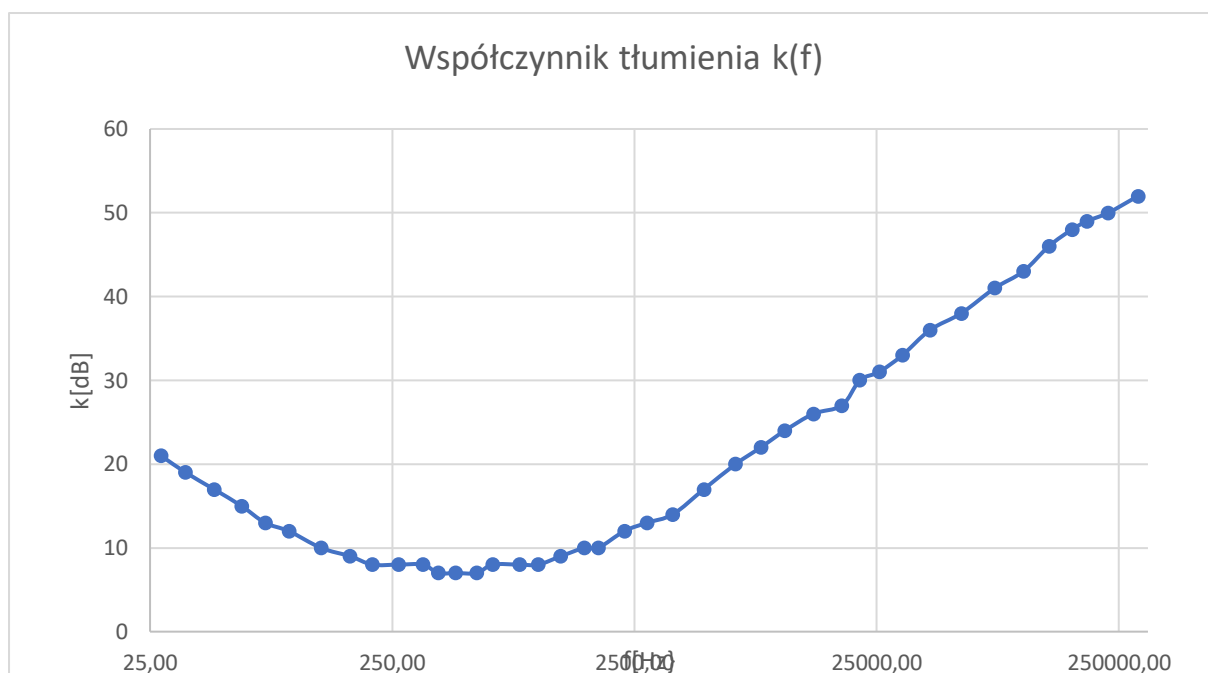
5.3 Filtr Wienera RC



Wykres 7. wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej $\frac{U_{WY}}{U_{WE}}(f)$ dla filtra Wienera RC

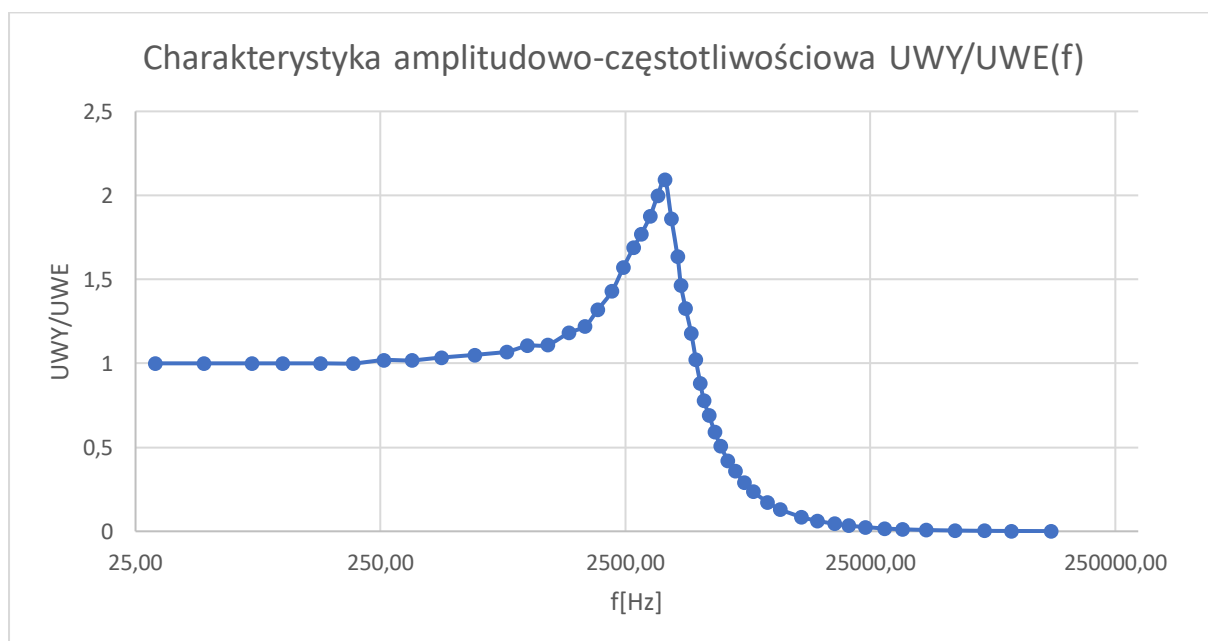


Wykres 8. wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej $\phi_{WY-WE}(f)$ dla filtra Wienera RC



Wykres 9. wykres współczynnika tłumienia $k(f)$ dla filtra Wienera RC

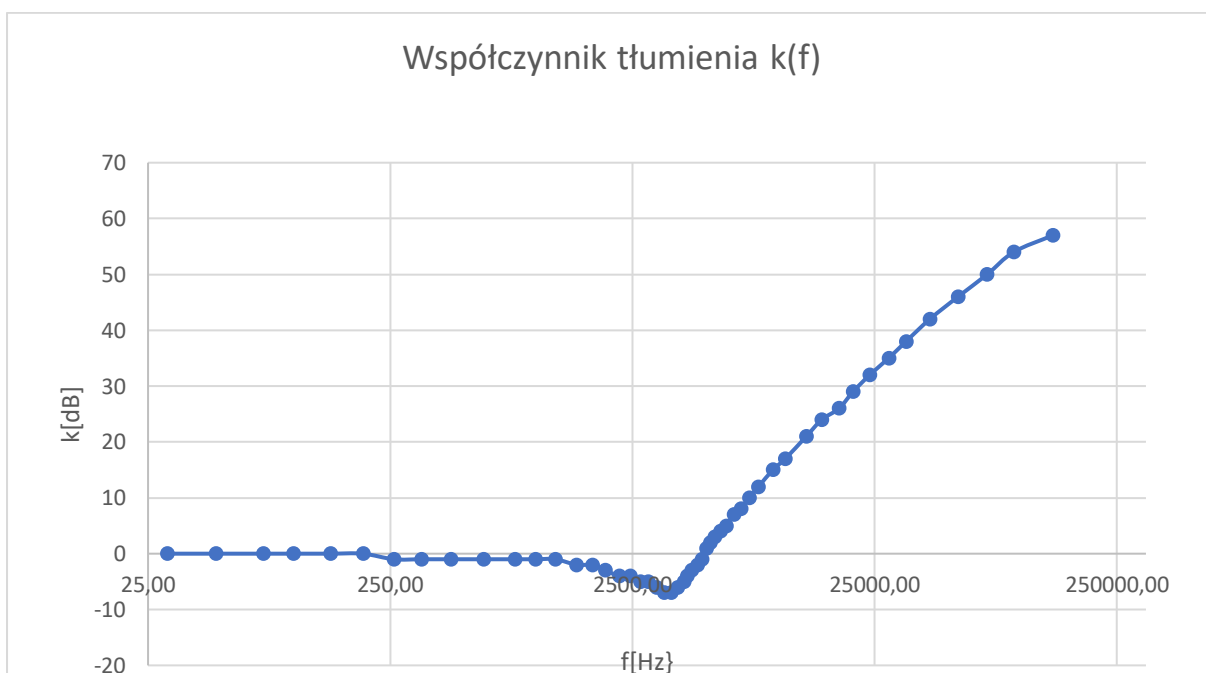
5.4 Filtr dolnoprzepustowy LC



Wykres 10. wykres charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej $\frac{U_{WY}}{U_{WE}}(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego LC



Wykres 11. wykres charakterystyki fazowo-częstotliwościowej $\phi_{WY-WE}(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego LC



Wykres 9. wykres współczynnika tłumienia $k(f)$ dla filtra dolnoprzepustowego LC

6. Analiza wyników

Dla przedstawionych filtrów wyznaczamy częstotliwość graniczną, dla której został spełniony warunek $\frac{U_{WY}}{U_{WE}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,71$. Robimy to odczytując tę wartość z wykresu.

6.1 Filtr dolnoprzepustowy RC

Dla tego filtra najbliższa temu warunkowi jest $\frac{U_{WY}}{U_{WE}} = 0,68(0,05)$ dla częstotliwości $f_g = 752(0,04)[Hz]$. Wartość teoretyczna częstotliwości granicznej wynosi $f_g = 324,23(0,001)[Hz]$

6.2 Filtr górnoprzepustowy RC

Dla tego filtra najbliższa temu warunkowi jest $\frac{U_{WY}}{U_{WE}} = 0,71(0,05)$ dla częstotliwości $f_g = 335,3(0,02)[Hz]$. Wartość teoretyczna częstotliwości granicznej wynosi $f_g = 324,23(0,001)[Hz]$

6.3 Filtr Wiena RC

Sytuacja dla tego filtra wygląda inaczej.
Odczytujemy $\left(\frac{U_{WY}}{U_{WE}}\right)_{max} = 0,33$.
Wyznaczono częstotliwości graniczne $f_{g1} = 773,16(0,001)[Hz]$ oraz $f_{g2} = 51,55(0,001)[Hz]$, a następnie częstotliwość rezonansową $f_0 = 421,91(0,001)[Hz]$ i pokrywa się ona z zakresem częstotliwości, dla których występuje $\left(\frac{U_{WY}}{U_{WE}}\right)_{max}$.
Następnie obliczono dobroć filtra na podstawie danych z wykresu $Q = 0,11$.
Wartości teoretyczne $\left(\frac{U_{WY}}{U_{WE}}\right)_{max} = 0,4$, $f_0 = 229,2[Hz]$, $Q = 0,28$

6.4 Filtr dolnoprzepustowy LC

Dla tego filtra odczytujemy $\left(\frac{U_{WY}}{U_{WE}}\right)_{max} = 2,1$. Wartość dobroci wynosi zaś $Q = 2,03$.
Ponadto teoretyczna wartość dobroci wynosi $Q = 1,6$

7. Wnioski

Widzimy spore rozbieżności dotyczące niektórych wartości teoretycznych parametrów, względem obliczonych/wyznaczonych na podstawie danych i wykresu. Są nimi: częstotliwość graniczna dla filtra dolnoprzepustowego RC, dobroć i częstotliwość rezonansowa filtra 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
oscylloskop 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		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$
[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		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$
[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 Wienera RC przy przełączniku
Pł.1 ustawionym w pozycji 2.

f		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$
[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		Δf	U_{WE}		ΔU_{WE}	U_{WY}		ΔU_{WY}	$\varphi_{CH1-CH2}$
[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