

G3	Frekvenční filtr	3D2
19. 2. 2018		Meinlschmidt

ZADÁNÍ:

1. Vysvětlíte, co jsou frekvenční filtry. Jaký je rozdíl mezi pasivním a aktivním filtrem?
2. Načrtněte frekvenční charakteristiky jednotlivých filtrů: *horní propust, dolní propust, pásmová propust, pásmová zadrž*
3. Z mezních frekvencí zadaných vyučujícím a předložených součástek navrhnete parametry dvou zadaných frekvenčních filtrů
4. Sestavte navržené filtry a změřte jejich frekvenční charakteristiku. Během měření udržujte konstantní vstupní napětí, frekvence volte v rozsahu 1,8 kHz až 91 kHz, jednotlivé hodnoty uvádí tabulka v pracovním listu
5. Z naměřených hodnot sestrojte frekvenční charakteristiky $U_2 = f(f)$ obou změřených filtrů. Na vodorovnou osu použijte logaritmické měřítko

ODPOVĚDI NA OTÁZKY:

Frekvenční filtr

Je elektronický obvod (dvojbran) navržený tak, aby propouštěl signály určitého pásma frekvencí, zatímco signály ostatních frekvencí potlačoval. Pomocí frekvenčního filtru lze z celého kmitočtového spektra odstranit nežádoucí (rušivé) signály.

Pasivní filtr

Je realizován pomocí pasivních součástek (*rezistory, kondenzátory, cívky*).

Aktivní filtr

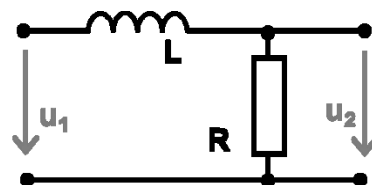
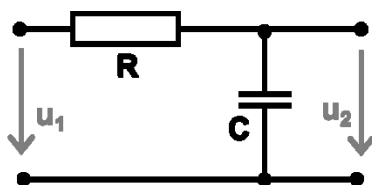
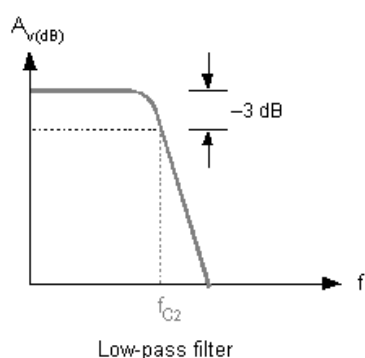
Mimo pasivní součástky obsahuje i zesilovací prvek (*tranzistor, operační zesilovač atd.*)

TEORIE:

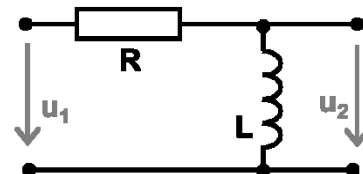
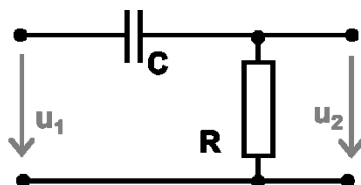
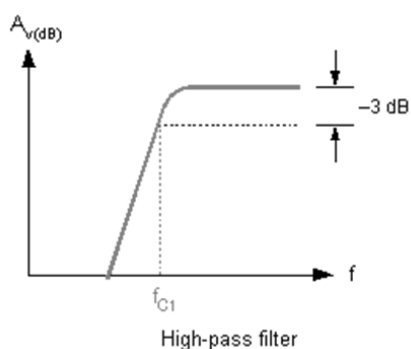
Frekvenční filtry využívají závislost impedance pasivních součástek na frekvenci. Např. induktivní reaktance X_L cívky se s rostoucí frekvencí zvyšuje. $X_L = \omega \cdot L$; O souvislosti pojednává tzv. Lenzův zákon, zjednodušeně – magnetické pole kolem vodiče působí proti změně magnetického indukčního toku.

Naopak kapacitní reaktance X_C kondenzátoru s rostoucí frekvencí klesá $X_C = (\omega \cdot C)^{-1}$. Frekvenční filtry můžeme rozdělit podle frekvencí, které propouští.

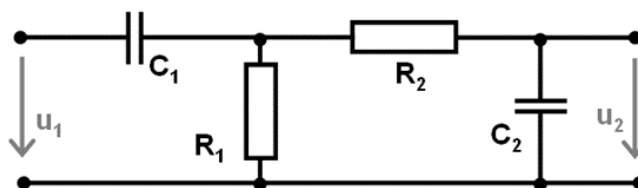
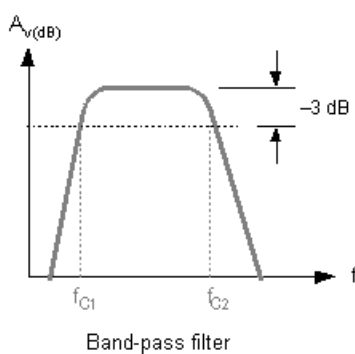
Dolní propust:



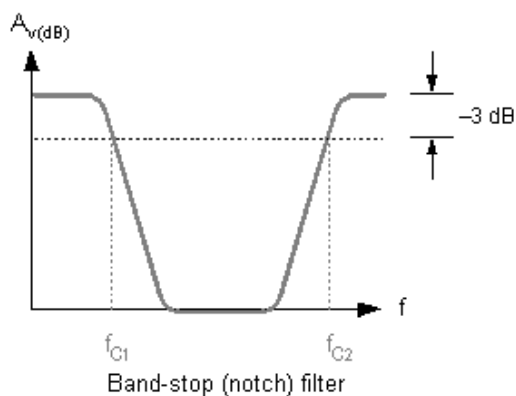
Horní propust:



Pásmová propust:

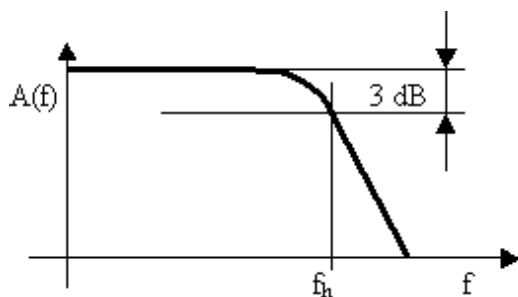


Pásmová zadrž



Mezní frekvence

Je frekvence, při níž se vyrovná impedance sériově a paralelně zapojených prvků (RC, RL). Při dosažení této frekvence dochází k útlumu přibližně kolem 3 dB.



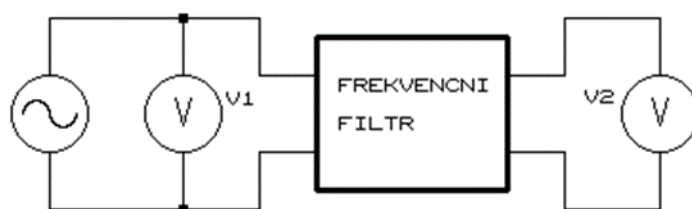
Je nutno dbát na to, že decibel není jednotka SI a že na rozdíl od ostatních jednotek, je decibel jednotka logaritmická. Tudiž **útlum o 3 dB se rovná** $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 = 70,7\%$. Impedance jednotlivých prvků se rovnají:

$$R = X_C; R = X_L; X_C = X_L$$

Mezní frekvence f_c u RC filtru:

$$f_c = (2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)^{-1}$$

SCHÉMA ZAPOJENÍ:



POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY:

Název	Typové označení	Inventární číslo
Generátor	UNIT-T UTG9005C	947/21
Voltmetr 1	UNI-T UT803	947/17
Voltmetr 2	UNI-T UT804	975/12
Demonstrační panel	PANEL 18	
Odporová dekáda	METRA XL6	4491/01
Odporová dekáda 2		62013661

POPIS PRÁCE:

Před samotným měřením jsme si připravili potřebné pomůcky a součástky – například zdroj elektrické energie, panel s diodami, voltmetr atd. Jejich typové značky, evidenční čísla a jiné nutné údaje jsme řádně zapsali do záznamu o měření.

Nejdříve jsme spočítal velikost elektrického odporu pomocí vzorce, který jsme si odvodil. Jednotlivé velikosti elektrického odporu se odvíjely od zadané mezní frekvence a kapacitou kondenzátoru učitelem.

Následně jsme sestrojili obvod pro dolní propust. Na odporové dekádě jsme nastavili spočítaný odpor pro jednotlivé filtry. Na generátoru jsme nastavili danou frekvenci a museli jsme při každé změně upravit i napětí na 2 V. To je potřeba dorovnat z toho důvodu, že zdroj není ideální napěťový zdroj a s každou změnou zátěže jeho napětí poklesne, což by se projevilo v chybách na měření.

Při spouštění voltmetru bylo potřeba držet tlačítko **RS 232**, jinak by došlo k jeho vypnutí po určitém čase. Zároveň bylo potřeba stisknout tlačítko **SELECT** a voltmetr přepnout do režimu AC (střídavý proud).

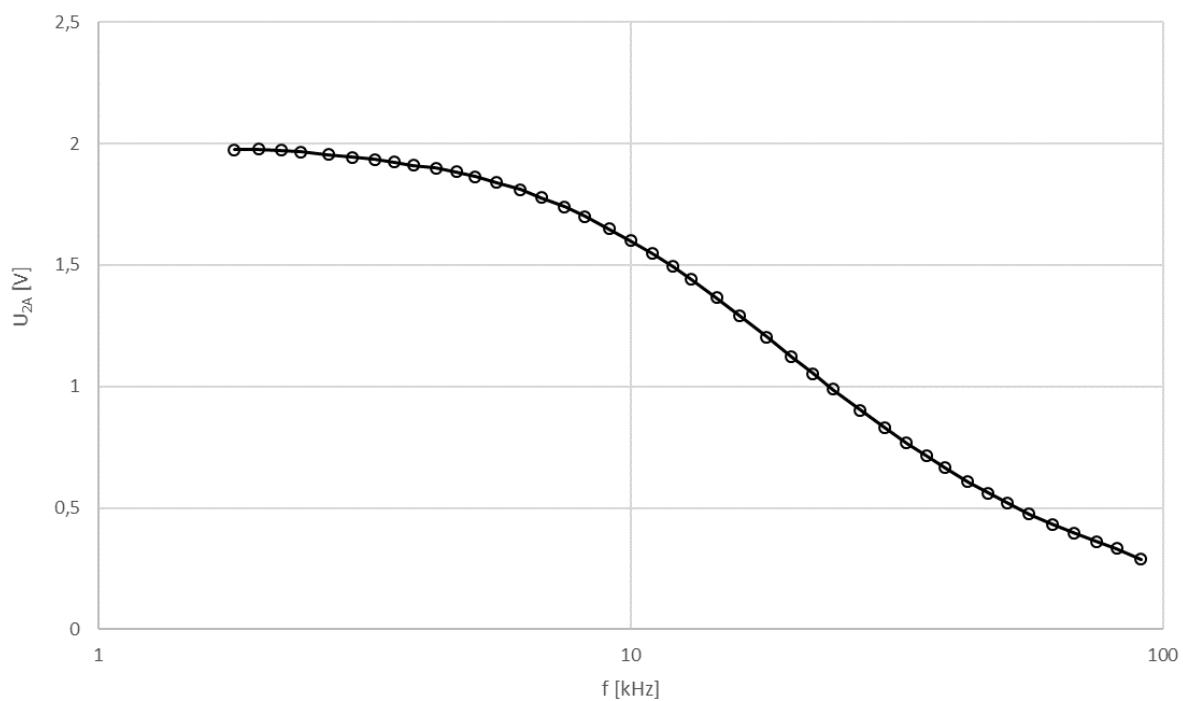
TABULKY:

U₁ [V]	2,000	Horní propust	Dolní propust	Pásmová propust	
Mezní frekvence [kHz]		5	14	8	16
R [Ω]		31 830,99	3 444,91	1 989,43	301,43
C [nF]		1	3,3	10	33

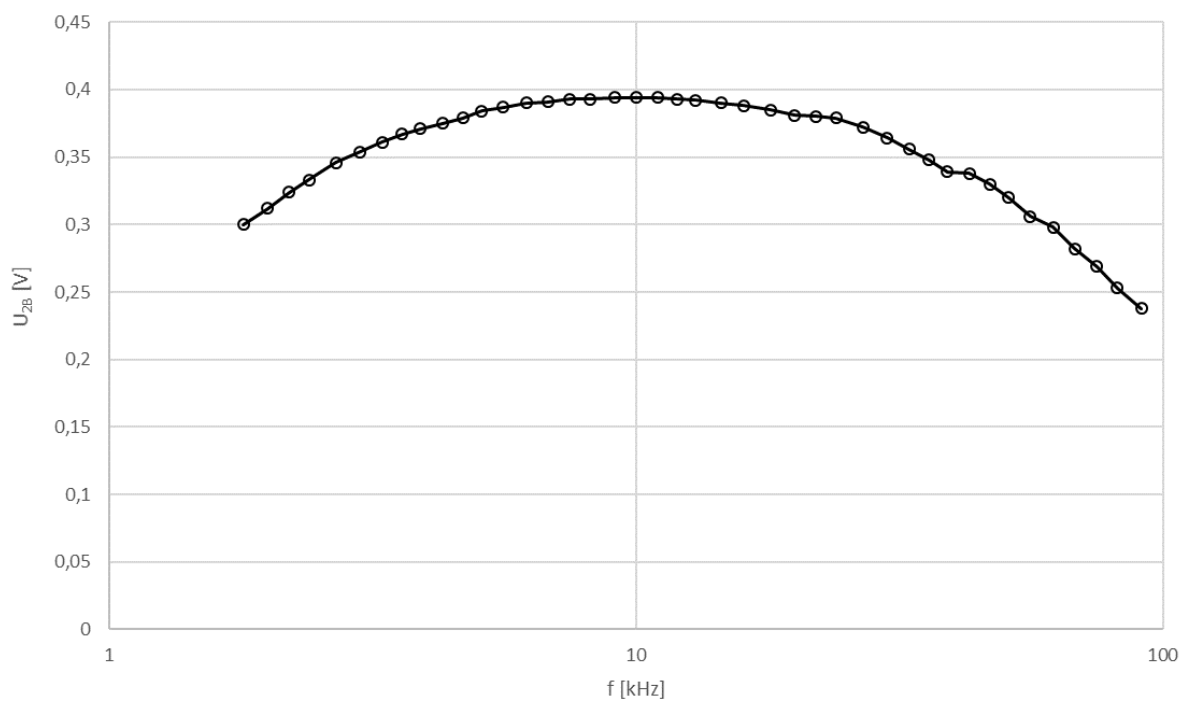
f [kHz]	U_{2A} [V]	U_{2B} [V]	f [kHz]	U_{2A} [V]	U_{2B} [V]
1,8	1,975	0,300	13	1,441	0,392
2	1,977	0,312	14,5	1,365	0,390
2,2	1,972	0,324	16	1,293	0,388
2,4	1,966	0,333	18	1,203	0,385
2,7	1,955	0,346	20	1,125	0,381
3	1,944	0,354	22	1,054	0,380
3,3	1,934	0,361	24	0,989	0,379
3,6	1,923	0,367	27	0,903	0,372
3,9	1,911	0,371	30	0,831	0,364
4,3	1,900	0,375	33	0,767	0,356
4,7	1,883	0,379	36	0,715	0,348
5,1	1,864	0,384	39	0,665	0,339
5,6	1,840	0,387	43	0,609	0,338
6,2	1,810	0,390	47	0,562	0,330
6,8	1,778	0,391	51	0,521	0,320
7,5	1,740	0,393	56	0,476	0,306
8,2	1,701	0,393	62	0,432	0,298
9,1	1,649	0,394	68	0,398	0,282
10	1,600	0,394	75	0,361	0,269
11	1,548	0,394	82	0,333	0,253
12	1,495	0,393	91	0,289	0,238

GRAFY

Frekvenční filtr s dolní propustí



Frekvenční filtr s pásmovou propustí



VÝPOČTY:

Výpočet odporu R [Ω] dle požadované mezní frekvence f_c [Hz]:

$$f_c = (2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)^{-1}$$

$$R = (2 \cdot \pi \cdot f_c \cdot C)^{-1}$$

$$R = (2 \cdot \pi \cdot 14 \cdot 10^3 \cdot 3,300 \cdot 10^{-9})^{-1}$$

$$R = 3\,444,91\,\Omega$$

SPOLUPRACOVALI:

Kotek Lubomír

ZÁVĚR:

Všechny úkoly se zadání byly splněny, během měření jsem si nevšiml žádných chyb nebo logických nesrovnalostí. Charakteristiky odpovídají očekávaným průběhům. Jedinou chybou bylo neposlechnutí vyučujícího, a nezvolení kondenzátorů s nejvyšší možnou kapacitou.