

Přílohy

Příloha A

Automatizovaná laboratorní úloha

Analogová násobička – Filtr typu dolní a horní propust řízený kladným stejnosměrným napětím

1.) Zadání úlohy

1. Dle Obr. 1 zapojte napětím řízený filtr typu dolní propust pro vybranou velikost RC členu. Pomocí programu proměřte kmitočtovou charakteristiku, a to pro několik hodnot kladného řídicího napětí v rozsahu 100 mV až 10 V.
2. Dle Obr. 2 zapojte napětím řízený filtr typu horní propust pro vybranou velikost RC členu. Pomocí programu proměřte kmitočtovou charakteristiku, a to pro několik hodnot kladného řídicího napětí v rozsahu 100 mV až 10 V.
3. Výsledky měření zpracujte do přehledné zprávy o měření.

2.) Zpracování výsledků měření

Měření je uskutečněno pro hodnoty RC členu $R = 4,7 \text{ k}\Omega$ a $C = 12 \text{ nF}$. Vstupní efektivní napětí má velikost 3V. Řídicí stejnosměrné napětí má následující velikosti 2, 4, 6, 8 a 10 V. Všechny uvedené hodnoty platí jak pro dolní tak i pro horní propust.

Tabulka č.1: Dolní propust

napětí ss zdroje [V]	2		4		6		8		10	
zadaná frekvence [Hz]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]
100	2,637	-1,1	2,822	-0,5	2,883	-0,3	2,913	-0,3	2,931	-0,2
300	2,294	-2,3	2,693	-0,9	2,816	-0,5	2,872	-0,4	2,902	-0,3
500	1,903	-4,0	2,496	-1,6	2,706	-0,9	2,802	-0,6	2,855	-0,4
800	1,447	-6,3	2,167	-2,8	2,495	-1,6	2,661	-1,0	2,755	-0,7
850	1,388	-6,7	2,114	-3,0	2,458	-1,7	2,635	-1,1	2,735	-0,8
900	1,333	-7,0	2,062	-3,3	2,42	-1,9	2,608	-1,2	2,715	-0,9
950	1,281	-7,4	2,011	-3,5	2,382	-2,0	2,58	-1,3	2,695	-0,9
1000	1,233	-7,7	1,961	-3,7	2,344	-2,1	2,552	-1,4	2,674	-1,0
1100	1,145	-8,4	1,867	-4,1	2,268	-2,4	2,495	-1,6	2,631	-1,1
1200	1,068	-9,0	1,778	-4,5	2,194	-2,7	2,437	-1,8	2,586	-1,3
1300	1	-9,5	1,695	-5,0	2,121	-3,0	2,379	-2,0	2,541	-1,4
1500	0,885	-10,6	1,545	-5,8	1,983	-3,6	2,264	-2,4	2,448	-1,8
1800	0,753	-12,0	1,358	-6,9	1,795	-4,5	2,098	-3,1	2,308	-2,3
1900	0,718	-12,4	1,304	-7,2	1,738	-4,7	2,046	-3,3	2,262	-2,5
3000	0,469	-16,1	0,896	-10,5	1,262	-7,5	1,565	-5,7	1,81	-4,4
5000	0,286	-20,4	0,562	-14,5	0,82	-11,3	1,057	-9,1	1,271	-7,5
8000	0,181	-24,4	0,359	-18,4	0,531	-15,0	0,697	-12,7	0,856	-10,9
10000	0,145	-26,3	0,289	-20,3	0,429	-16,9	0,566	-14,5	0,699	-12,7
30000	0,049	-35,7	0,098	-29,7	0,147	-26,2	0,195	-23,7	0,244	-21,8
50000	0,029	-40,3	0,059	-34,1	0,089	-30,6	0,118	-28,1	0,147	-26,2

Tabulka č.2: Horní propust

napětí ss zdroje [V]	2		4		6		8		10	
zadaná frekvence [Hz]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]	výstupní napětí [V]	Ku [dB]
100	0,025	-41,6	0,05	-35,5	0,076	-31,9	0,102	-29,4	0,128	-27,4
300	0,074	-32,2	0,149	-26,1	0,224	-22,5	0,3	-20,0	0,377	-18,0
500	0,123	-27,7	0,246	-21,7	0,369	-18,2	0,492	-15,7	0,613	-13,7
800	0,195	-23,7	0,389	-17,7	0,579	-14,2	0,764	-11,8	0,94	-10,0
850	0,207	-23,2	0,412	-17,2	0,613	-13,7	0,807	-11,4	0,991	-9,62
900	0,219	-22,7	0,435	-16,7	0,646	-13,3	0,849	-10,9	1,041	-9,19
950	0,231	-22,2	0,459	-16,3	0,68	-12,8	0,891	-10,5	1,089	-8,80
1000	0,243	-21,8	0,482	-15,8	0,713	-12,4	0,932	-10,1	1,137	-8,43
1100	0,267	-21,0	0,527	-15,1	0,778	-11,7	1,013	-9,43	1,228	-7,76
1200	0,291	-20,2	0,573	-14,3	0,841	-11,0	1,09	-8,79	1,315	-7,16
1300	0,314	-19,6	0,618	-13,7	0,903	-10,4	1,165	-8,22	1,398	-6,63
1500	0,361	-18,3	0,705	-12,5	1,023	-9,34	1,306	-7,22	1,55	-5,74
1800	0,431	-16,8	0,833	-11,1	1,191	-8,02	1,496	-6,04	1,748	-4,69
1900	0,454	-16,4	0,874	-10,7	1,244	-7,65	1,554	-5,71	1,806	-4,41
2000	0,476	-15,9	0,915	-10,3	1,295	-7,30	1,61	-5,41	1,861	-4,15
3000	0,698	-12,6	1,284	-7,37	1,726	-4,80	2,041	-3,35	2,262	-2,45
4000	0,832	-11,1	1,564	-5,66	1,932	-3,82	2,302	-2,30	2,432	-1,82
5000	1,097	-8,74	1,824	-4,32	2,239	-2,54	2,475	-1,67	2,617	-1,19
7000	1,321	-7,12	2,032	-3,38	2,432	-1,82	2,602	-1,24	2,71	-0,88
8000	1,57	-5,62	2,275	-2,40	2,571	-1,34	2,714	-0,87	2,793	-0,62
10000	1,807	-4,40	2,44	-1,79	2,674	-1,00	2,781	-0,66	2,84	-0,48
15000	2,01	-3,48	2,532	-1,47	2,71	-0,88	2,802	-0,59	2,89	-0,32
20000	2,29	-2,35	2,675	-1,00	2,749	-0,76	2,843	-0,47	2,901	-0,29
30000	2,61	-1,21	2,809	-0,57	2,874	-0,37	2,905	-0,28	2,924	-0,22
50000	2,712	-0,88	2,846	-0,46	2,894	-0,31	2,919	-0,24	2,934	-0,19

Tabulka č.3: Mezní frekvence pro pokles o 3dB

Typ filtru	Dolní propust		Horní propust	
	f Teoretická hodnota	f naměřená	f Teoretická hodnoty	f naměřená
ss napětí [V]	[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]
2	565	400	14117	17000
4	1129	850	7058	7500
6	1694	1300	4705	4500
8	2258	1700	3529	3500
10	2832	2200	2832	2300

Příklad výpočtu teoretické hodnoty:

Dolní propust

$$f_m = \frac{X_1}{10} \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_m = \frac{10}{10} \frac{1}{2\pi \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-9}}$$

$$f_m = 2823 \text{ Hz}$$

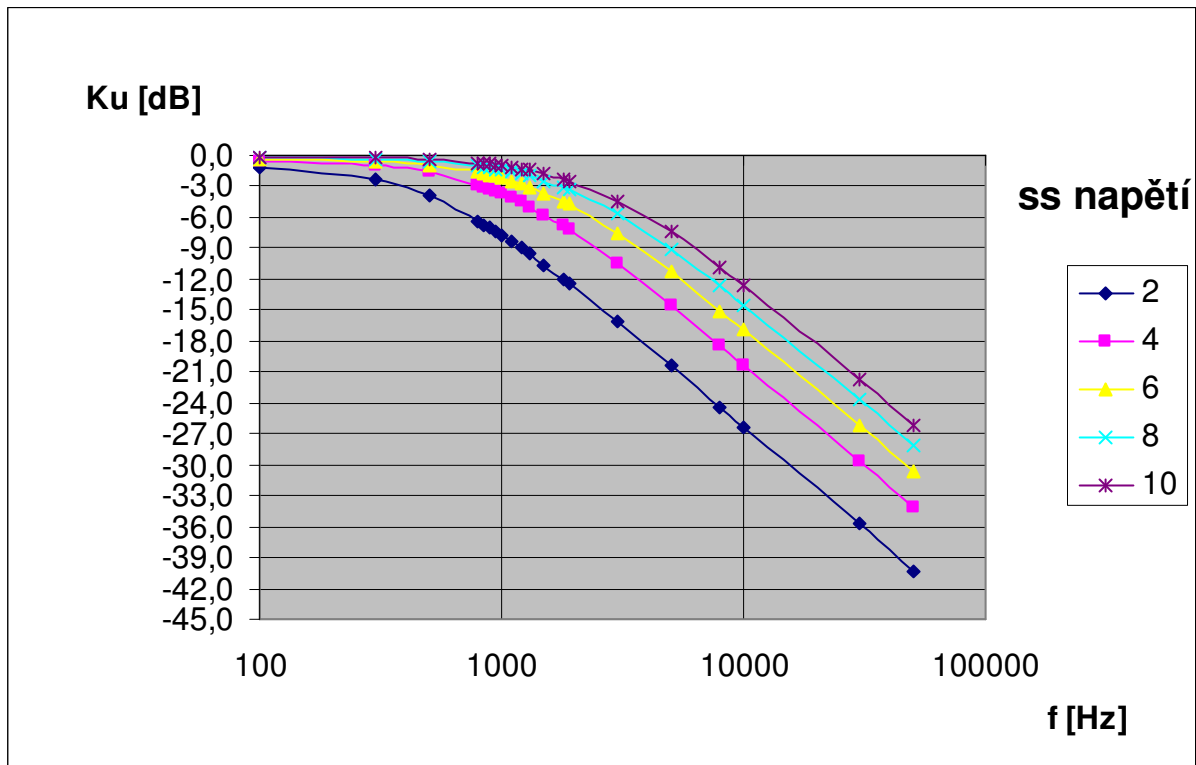
Horní propust

$$f_m = \frac{10}{X_1} \frac{1}{2\pi RC}$$

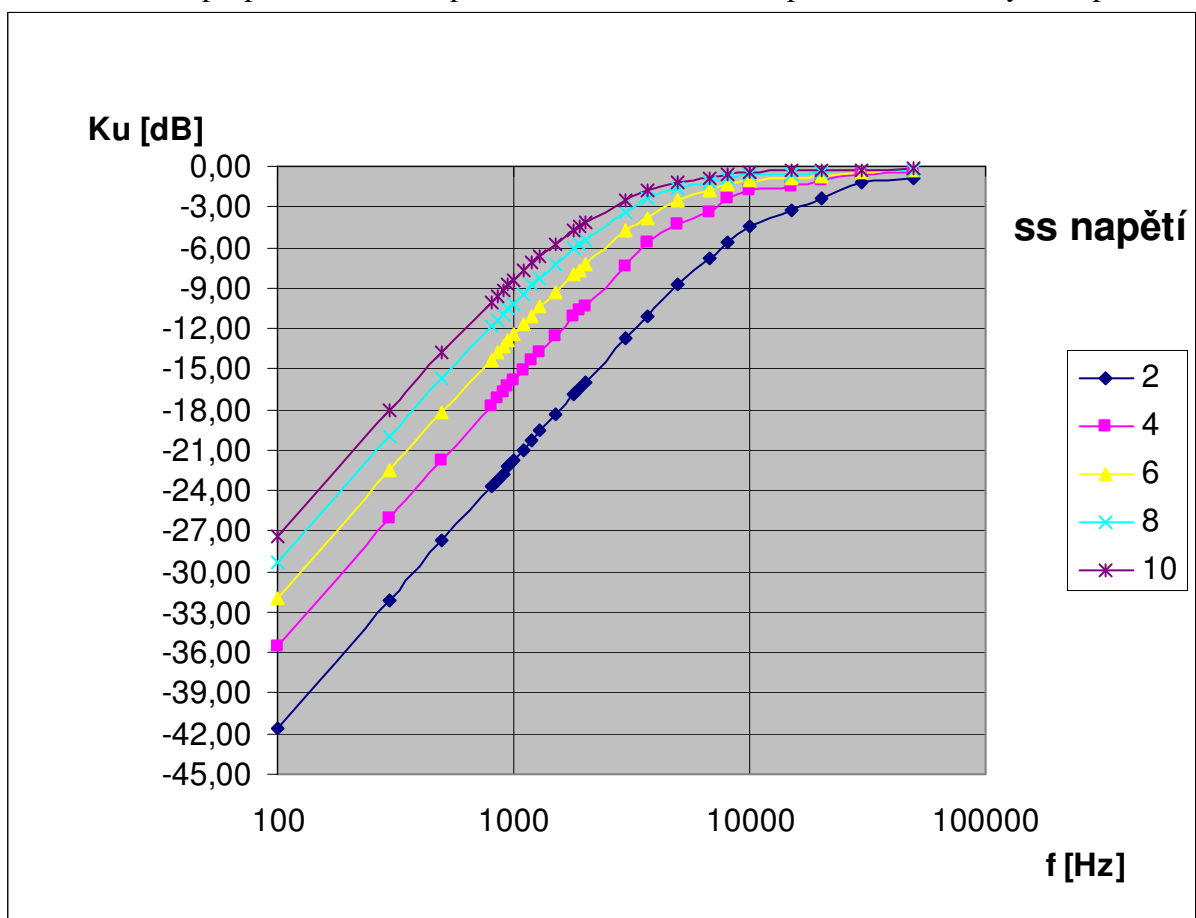
$$f_m = \frac{10}{2} \frac{1}{2\pi \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-9}}$$

$$f_m = 14117 \text{ Hz}$$

Graf č.1: Dolní propust - Závislost přenosu K_u na frekvenci f pro různé hodnoty ss napětí



Graf č.2: Horní propust - Závislost přenosu K_u na frekvenci f pro různé hodnoty ss napětí



3.) Použité přístroje

Generátor Agilent 33120A

Multimetr Agilent 34411A

Stejnoseměrný zdroj Agilent E3631A

GPIO/USB interface Agilent 82357A

Zdroj $\pm 15V$

PC + Agilent IO Libraries a program Automatizované měření s multimetrem

4.) Závěr:

Naměřené výsledky jsou zpracovány do grafů pro hodnoty RC členů $R = 4,7 \text{ nF}$ a $C = 12 \text{ nF}$, a to pro horní a dolní propust zvlášť. Přenos napětí má pro oba filtry směrnici 6 dB na oktávu. Dolní propust vykazuje pro větší hodnotu stejnosměrného napětí vyšší kmitočet pro pokles o 3dB. Horní propust naopak s rostoucím stejnosměrným napětím vykazuje nižší hodnotu kmitočtu pro pokles o 3dB. Při porovnání naměřených výsledků s teoretickou hodnotou, jak je uvedeno v tabulce č.3, jsou hodnoty velmi podobné. Nepatrné rozdíly například pro horní propust a stejnosměrné napětí 2V f naměřená = 17000 Hz a teoretická hodnota = 14117 Hz je dán zřejmě odchylkami reálných parametrů od nominálních hodnot.

Příloha B

Zdrojový kód

Zdrojový kód cyklu měření pro program Automatizované měření s multimetrem

```
// funkce přijímá proměnou typu integer, která udává pozici řádku v tabulce, a navrací
// proměnou typu integer, která udává jestli měření bylo úspěšné
int mereni(int vstup) //GENERATOR
{
    String nacteni=Form1->StrG->Cells[0][vstup]; //načtení hodnoty z tabulky
    for(int o=1;o<nacteni.Length()+1;o++) //cyklus měnící desetinou čárku
    { //za desetinou tečku
        if(nacteni[o]==',')
            nacteni[o]='.';
    }
    nacteni="FREQ "+nacteni; //vytvoření příkazu
    //zaslání příkazu
    status=viWrite(instr,(nacteni+"\n").c_str(),nacteni.Length()+1,&retCount);
    if(status<VI_SUCCESS) //kontrola vykonání funkce
    {
        return 1; //pokud se funkce nevykonala
    } //dochází k ukončení funkce

    int op=0; //kontrola OPC registru
    while(1) //cyklus zajišťující případný
    { //proces přístroje
        if(0==op)
            op=opc();
        else
            break;
    }
    status=viWrite(instr,"SYST:ERR?\n",10,&retCount); // dotaz přístroje na chyby
    status= viRead(instr, buffer,250, &retCount); // přijetí odpovědi
    buffer[retCount-1]=0; //odstranění posledního znaku
    String maxhodnota=buffer; //převod na typ string
    if(maxhodnota=="-222,\"Data out of range\"") //pokud přijatá chyba je
    { //následující
        return 10; //funkce se ukončí
    }
    //ve funkci jsou uvedeny kontroly správnosti jen jednou spolu kontrolou OPC registru
    //MULTIMETR
    //definování délky času pro synchronizaci
    viSetAttribute(mult, VI_ATTR_TMO_VALUE,5000);
    status= viWrite(mult,"MEAS:AC?\n",8,&ret); //dotaz na napětí
    //kontrola chyb
    status= viRead(mult, buffer,250, &ret); //přijetí odpovědi
    //odstranění posledního znaku, úprava přijaté hodnoty zaokrouhlením s desetinou
    //čárkou
    Form1->StrG->Cells[cyklmereni][vstup]=vypsati; //vypsání do tabulky
    //následuje případný dotaz na hodnotu frekvence
    return 0;
}
```