



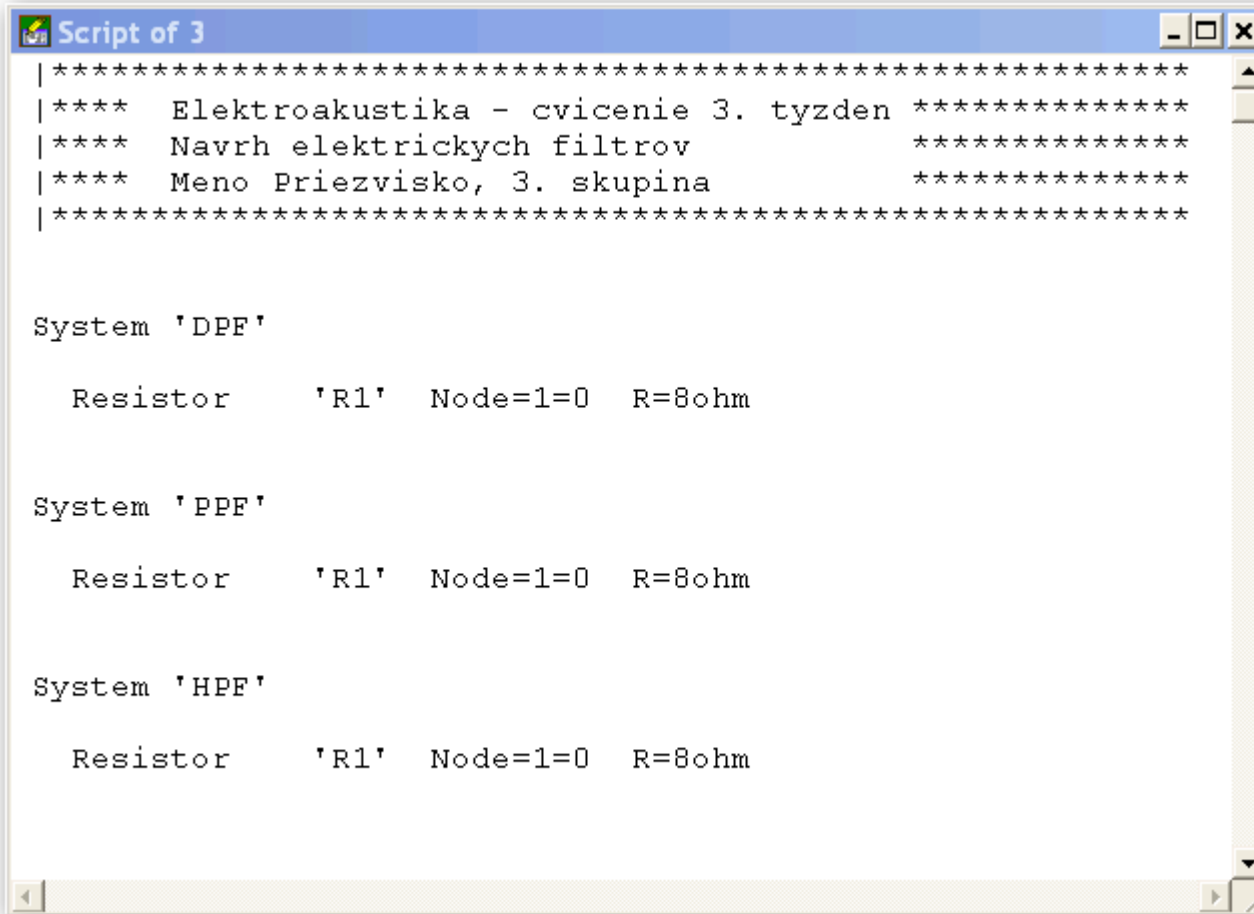
Elektroakustika

CV02: Akabak/Filter

doc. Ing. Jozef Juhár, PhD.

<http://voice.kemt.fei.tuke.sk>

1. Vytvoríme skript podľa nasledovného vzoru



```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

System 'DPF'

  Resistor    'R1'  Node=1=0  R=8ohm

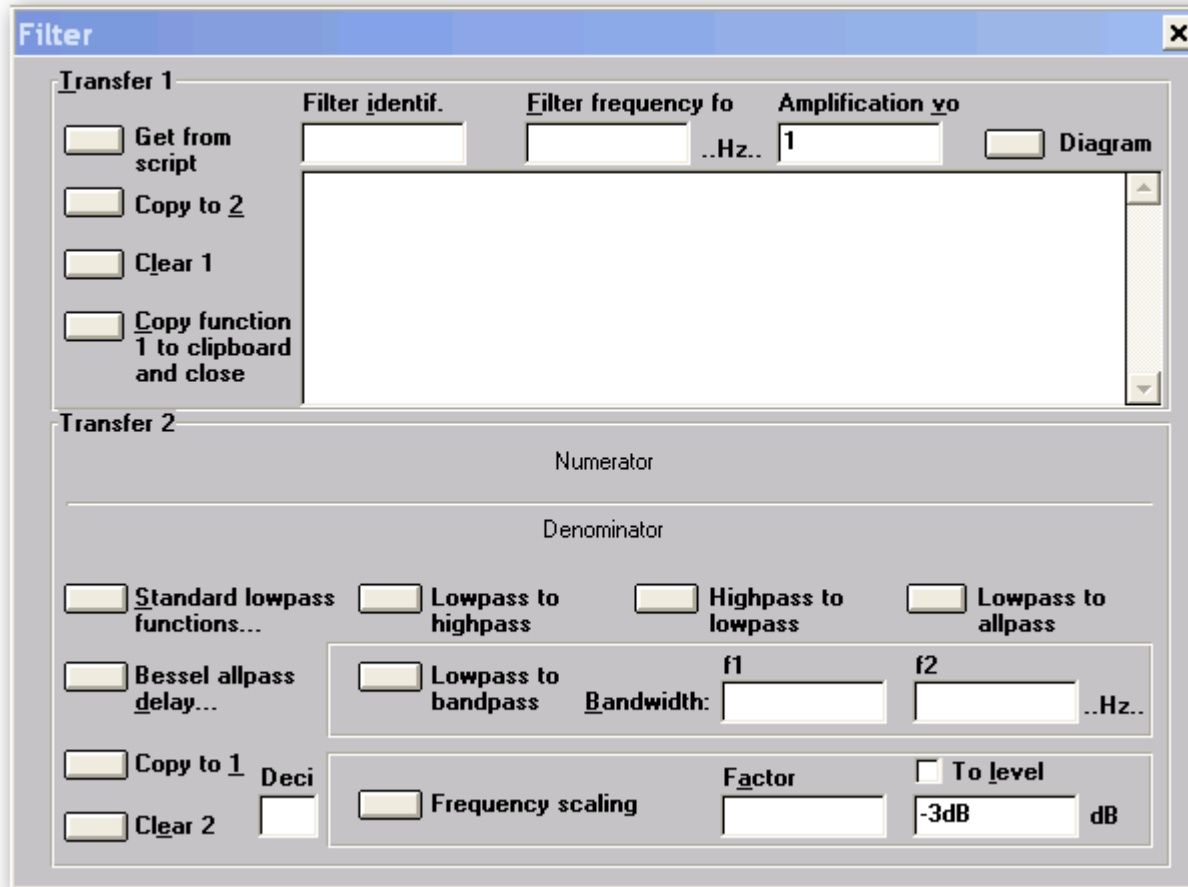
System 'PPF'

  Resistor    'R1'  Node=1=0  R=8ohm

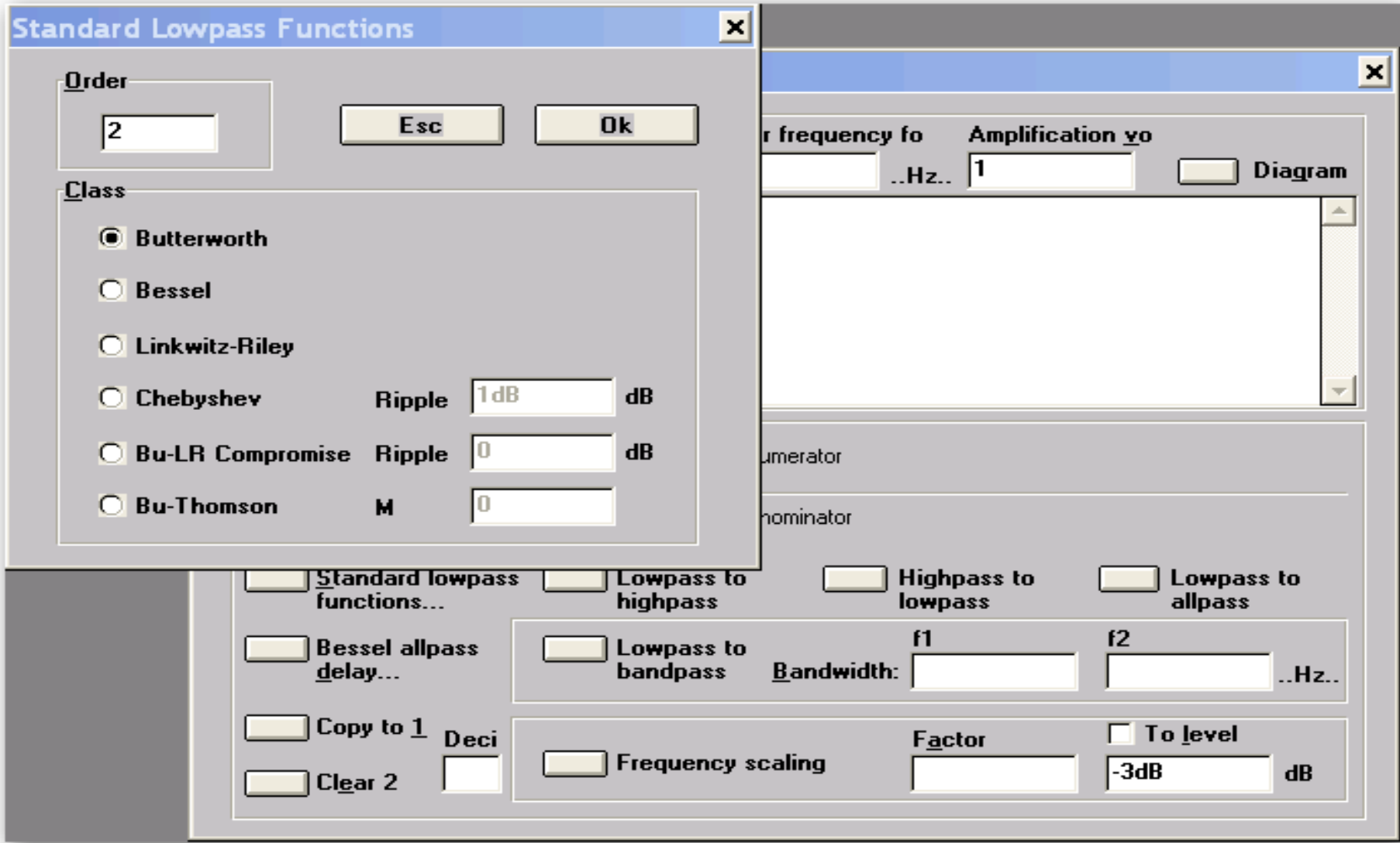
System 'HPF'

  Resistor    'R1'  Node=1=0  R=8ohm
```

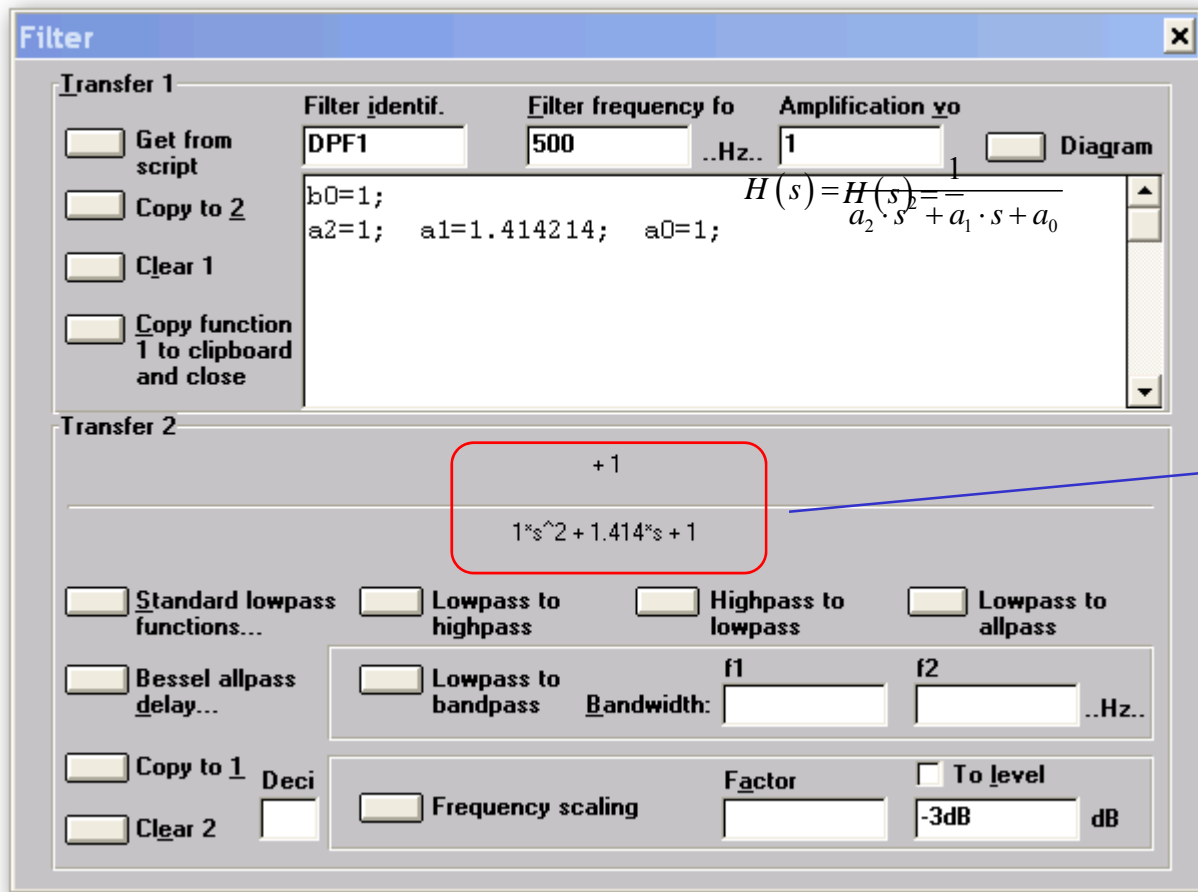
2. Kliknutím na ponuku Filter/Filter Dialog otvoríme dialógové okno Filter:



3. Klikneme na tlačidlo „Standard Lowpass Function“ a v rovnomennom dialógovom okne potvrdíme predvolený výber triedy filtra (Butterworth) a rádu filtra (2. rád):



Kliknutím na tlačidlo „Copy to 1“ skopírujeme koeficienty prenosovej funkcie filtra do časti „Transfer 1“ dialógového okna „Filter“. Vyplníme bunky „Filter identification“, „Filter frequency fo“ a „Amplification vo“.



$$H(s) = \frac{b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}$$

Klikneme na tlačidlo „Copy function 1 to clipboard and close“ a vložíme prenosovú funkciu filtra do skriptu ako na obrázku:

```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

System 'DPF'
Filter 'DPF1'
  fo=500Hz  vo=1
  {b0=1;
   a2=1;  a1=1.414214;  a0=1; }
Resistor 'R1' Node=1=0 R=8ohm

System 'PPF'

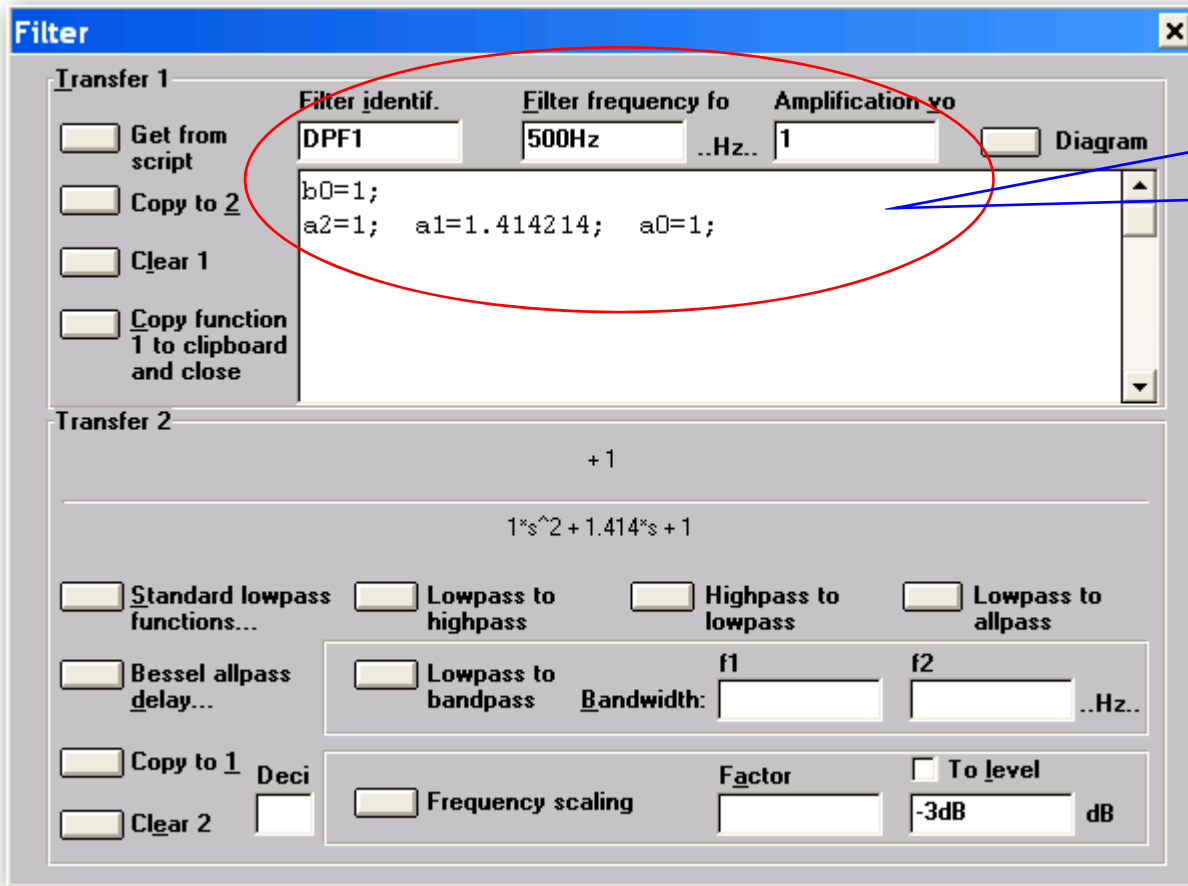
Resistor 'R1' Node=1=0 R=8ohm

System 'HPF'

Resistor 'R1' Node=1=0 R=8ohm
```

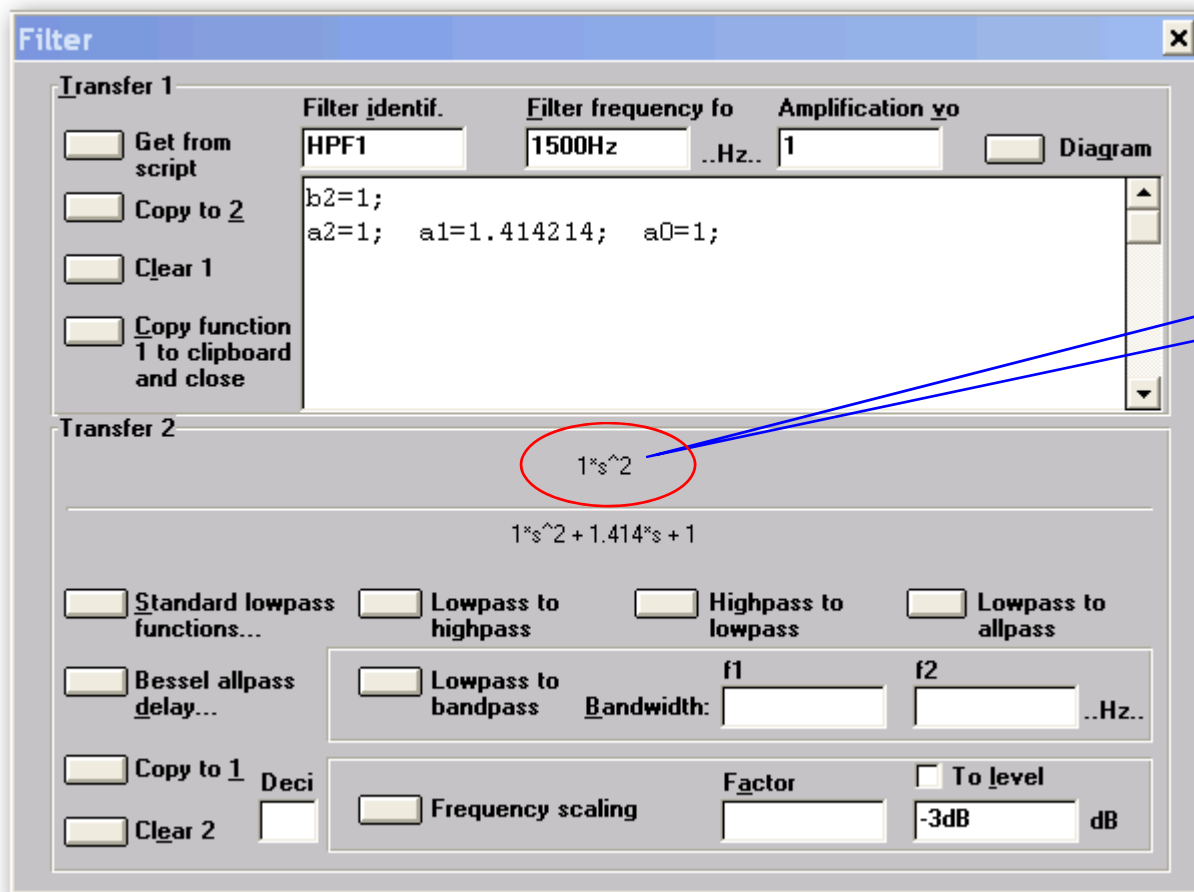
Funkcia, ktorou je násobené vstupné napätie.

Zopakujeme kroky 2 a 3, čím v „Transfer 2“ dostaneme opäť prenosovú funkciu Butterworthovho dolnopriepustného filtra 2. rádu:



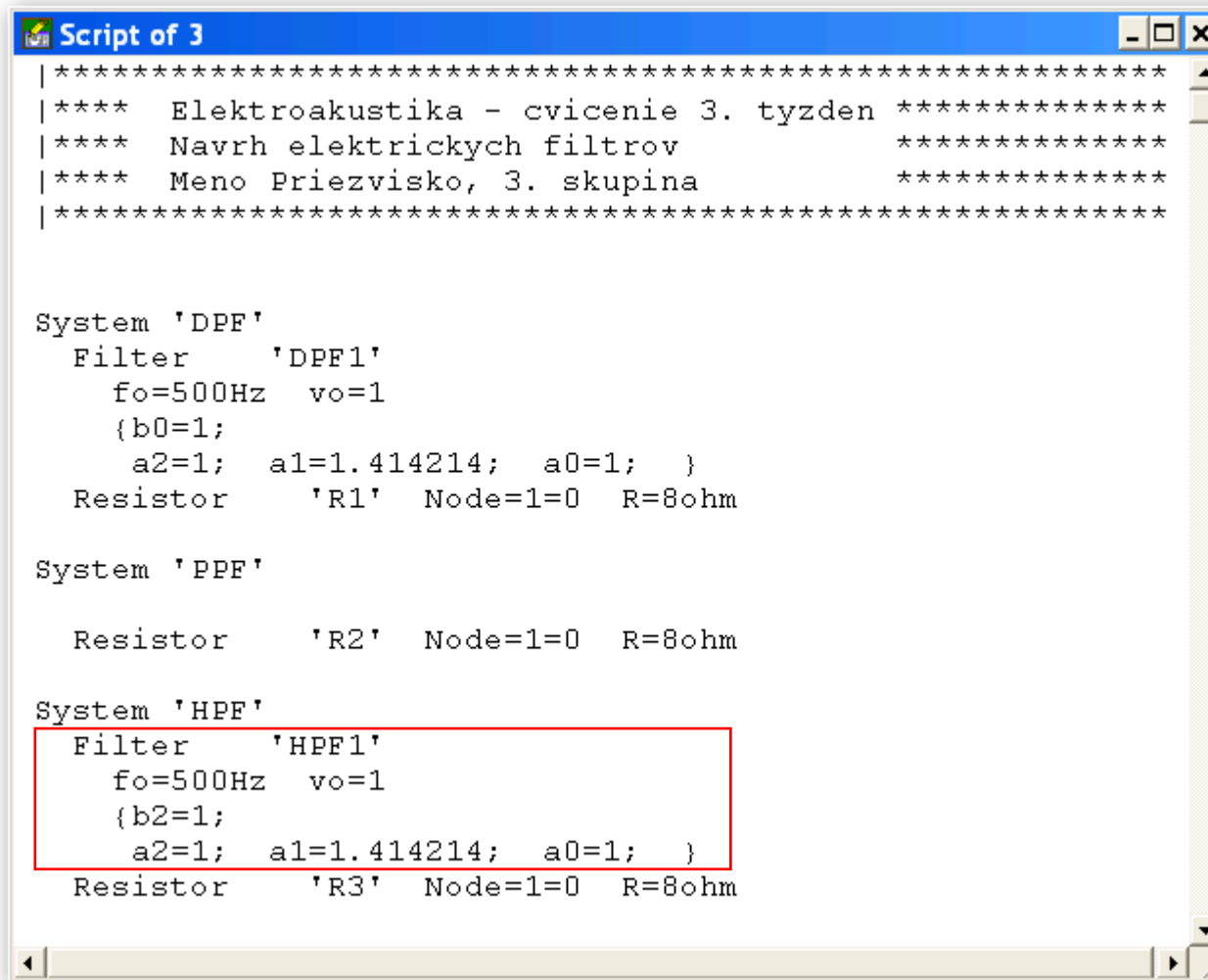
Pri otvorení okna môže byť v tejto časti „pozostatok“ z prechádzajúcej činnosti. Možno to zmazať tlačidlom „Clear 1“.

Klikneme na tlačidlo „Lowpass to highpass“ (všimnite si okamžitú zmenu prenosovej funkcie), skopírujeme koeficienty prenosovej funkcie (tlačidlo „copy to 1“) a zeditujeme buňky, obsahujúce identifikátor filtra, charakteristickú frekvenciu a zosilnenie.



Tu je zmena v prenosovej funkcii

Skopírujeme špecifikáciu filtra do pamäte a vložime do skriptu (do systému 'HPF')



```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

System 'DPF'
  Filter    'DPF1'
    fo=500Hz  vo=1
    {b0=1;
      a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }
  Resistor  'R1'  Node=1=0  R=8ohm

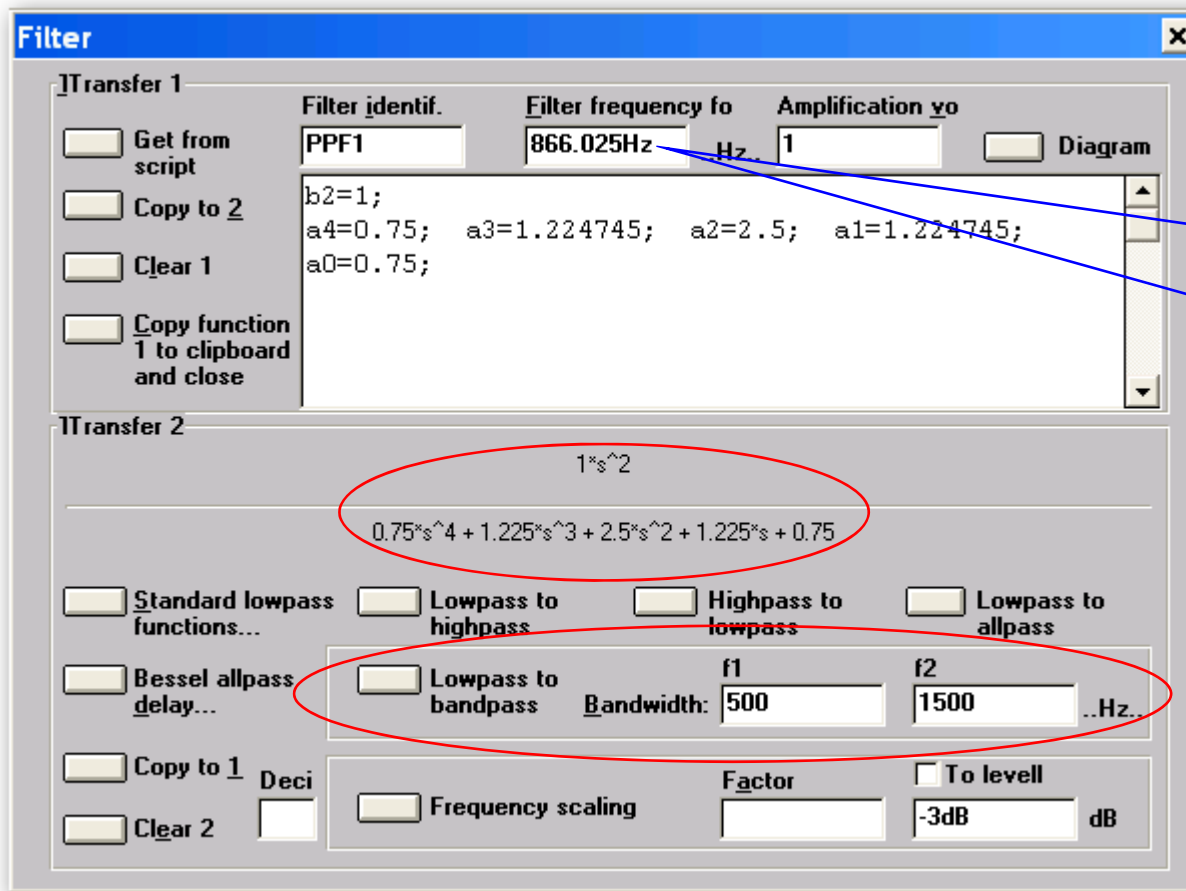
System 'PPF'

  Resistor  'R2'  Node=1=0  R=8ohm

System 'HPF'
  Filter    'HPF1'
    fo=500Hz  vo=1
    {b2=1;
      a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }
  Resistor  'R3'  Node=1=0  R=8ohm
```

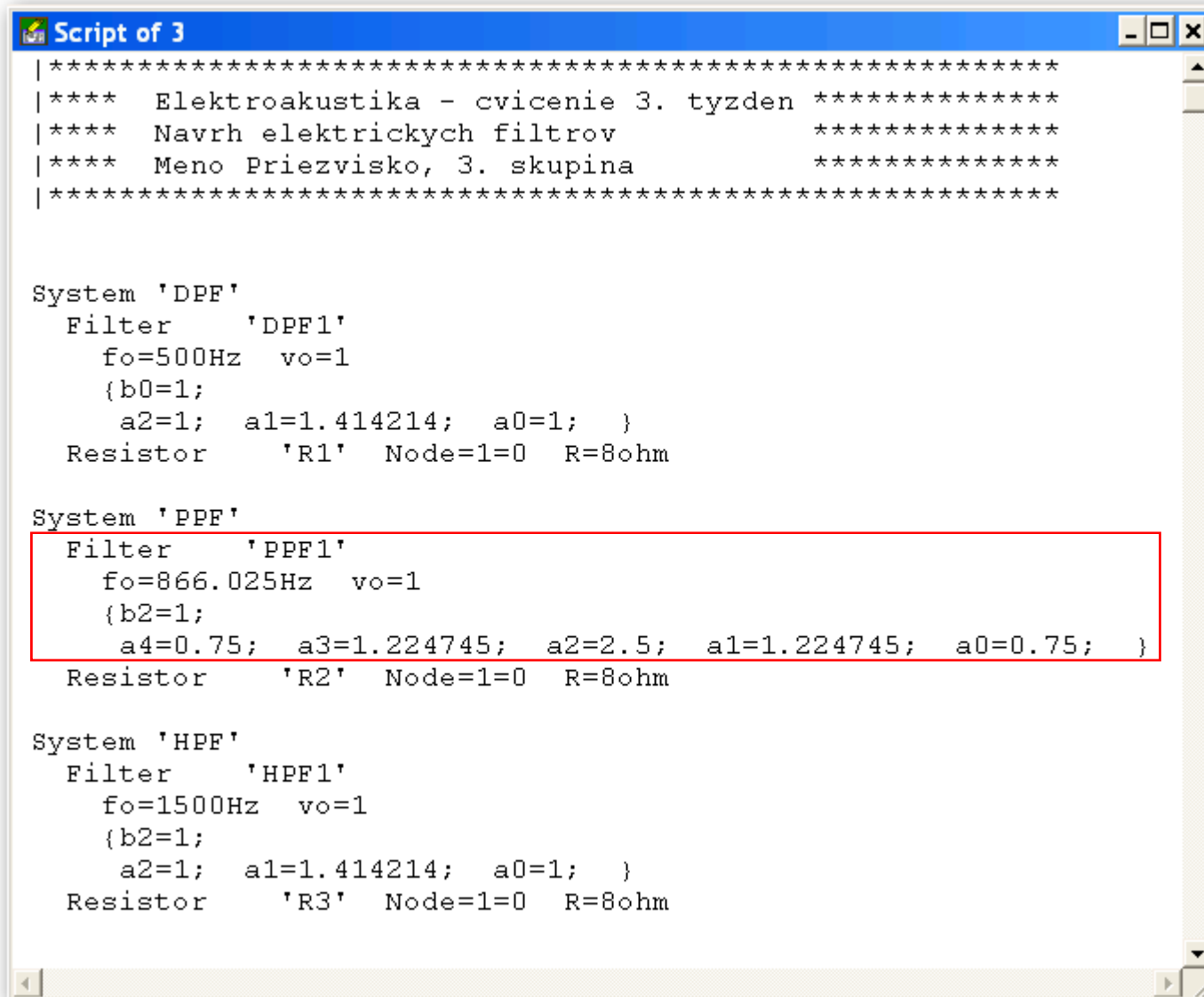
Zopakujeme kroky 3 a 4, pomocou ktorých dostaneme v časti „Transfer 2“ prenosovú funkciu dolnopriepustného filtra; vložíme zvolene frekvencie pásmového priepustu a tlačidlom „Lowpas to bandpass“ konvertujeme prenosovú funkciu dolného priepustu na pásmový priepust; skopírujeme koeficienty prenosovej funkcie do „Transfer 1“ a zeditujeme identifikátor filtra;

Nemeníme charakteristickú frekvenciu – tentokrát je to frekvencia, ktorá je geometrickým stredom frekvencií f_1 a f_2 – AkAbak ju z nich vypočítal !



Charakteristická frekvencia pásmového priepustu – geometrický stred frekvencií f_1 a f_2

Skopírujeme špecifikáciu filtra (pásmového priepustu) do pamäte a vložime do skriptu.



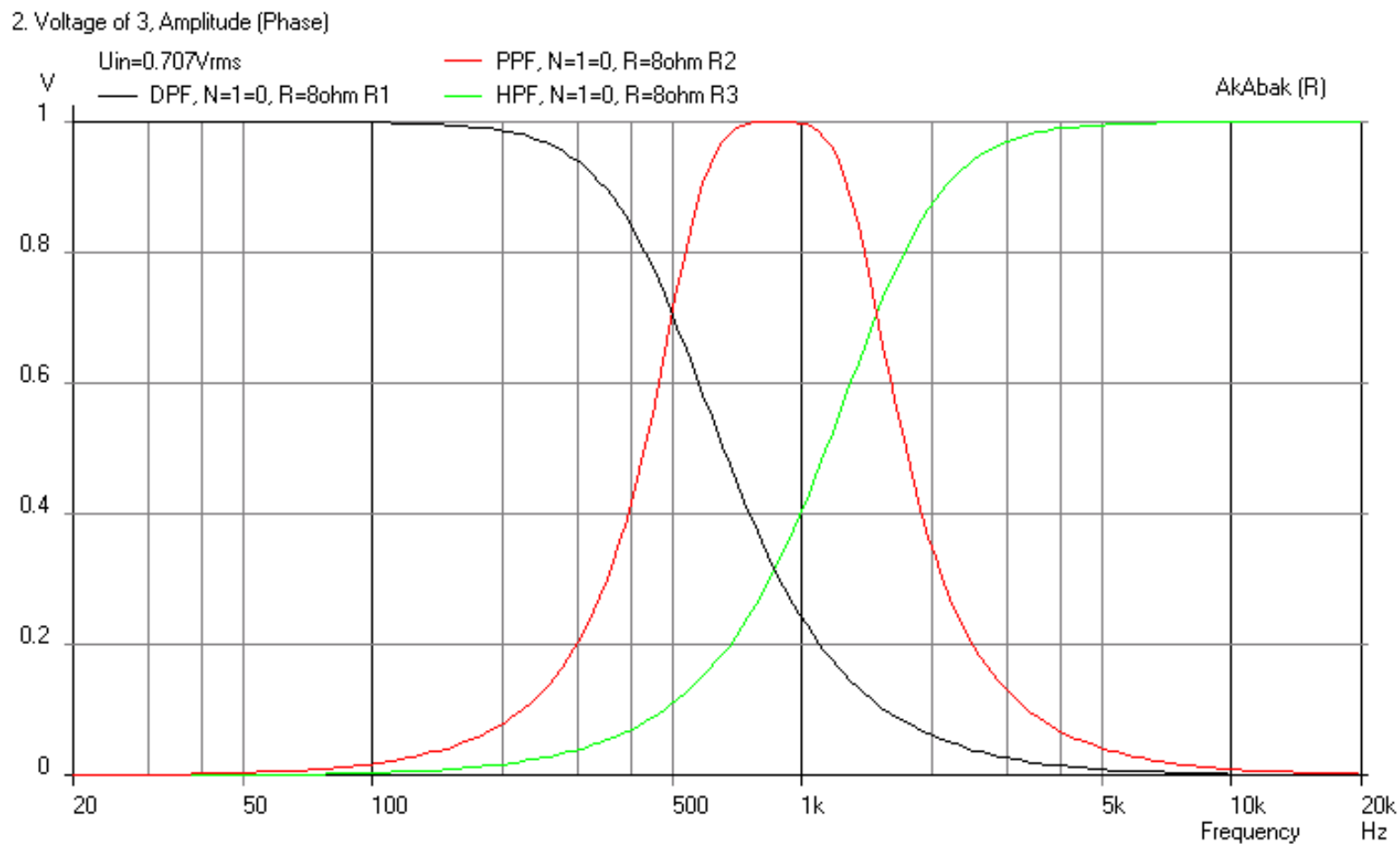
```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

System 'DPF'
  Filter    'DPF1'
    fo=500Hz  vo=1
    {b0=1;
     a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Resistor  'R1'  Node=1=0  R=8ohm

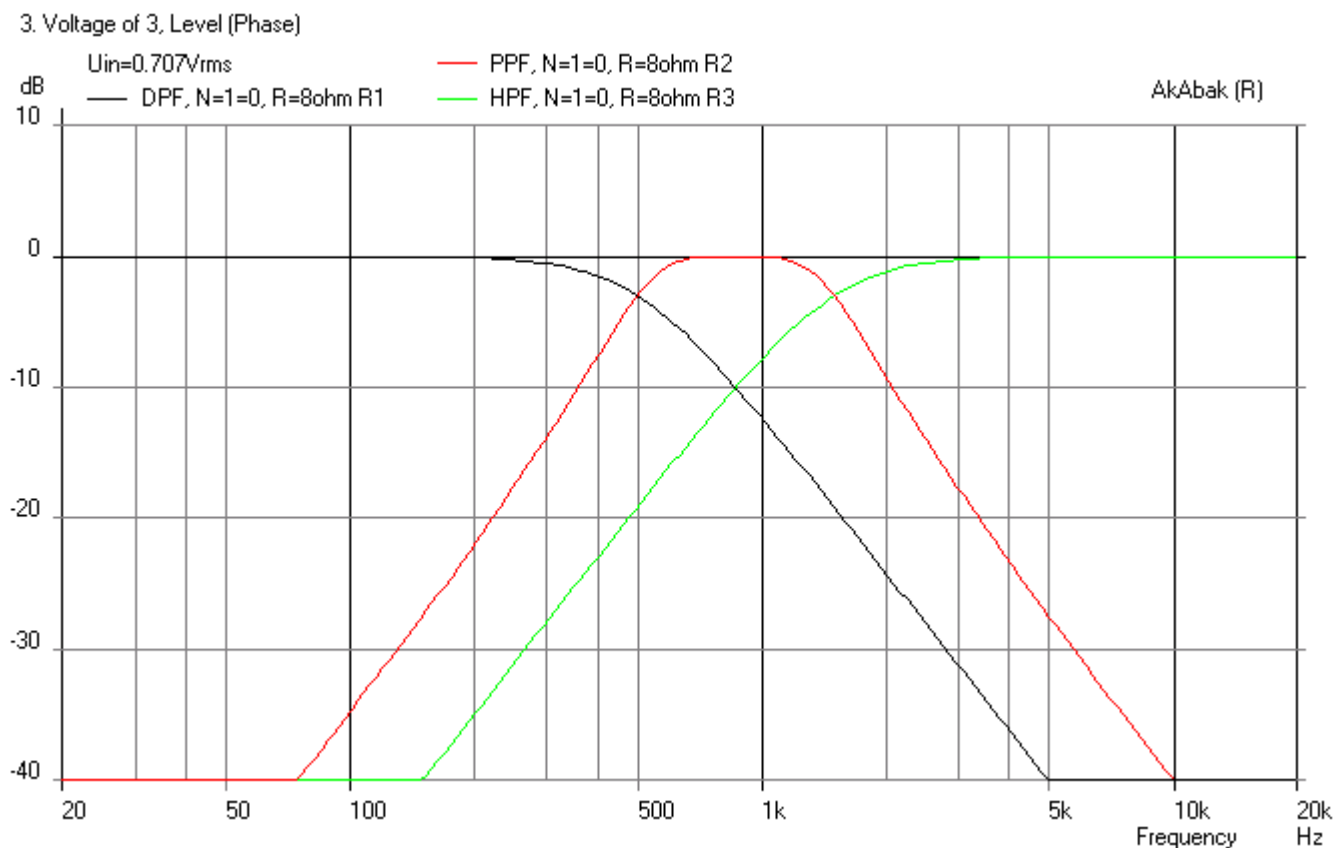
System 'PPF'
  Filter    'PPF1'
    fo=866.025Hz  vo=1
    {b2=1;
     a4=0.75; a3=1.224745; a2=2.5; a1=1.224745; a0=0.75; }
  Resistor  'R2'  Node=1=0  R=8ohm

System 'HPF'
  Filter    'HPF1'
    fo=1500Hz  vo=1
    {b2=1;
     a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Resistor  'R3'  Node=1=0  R=8ohm
```

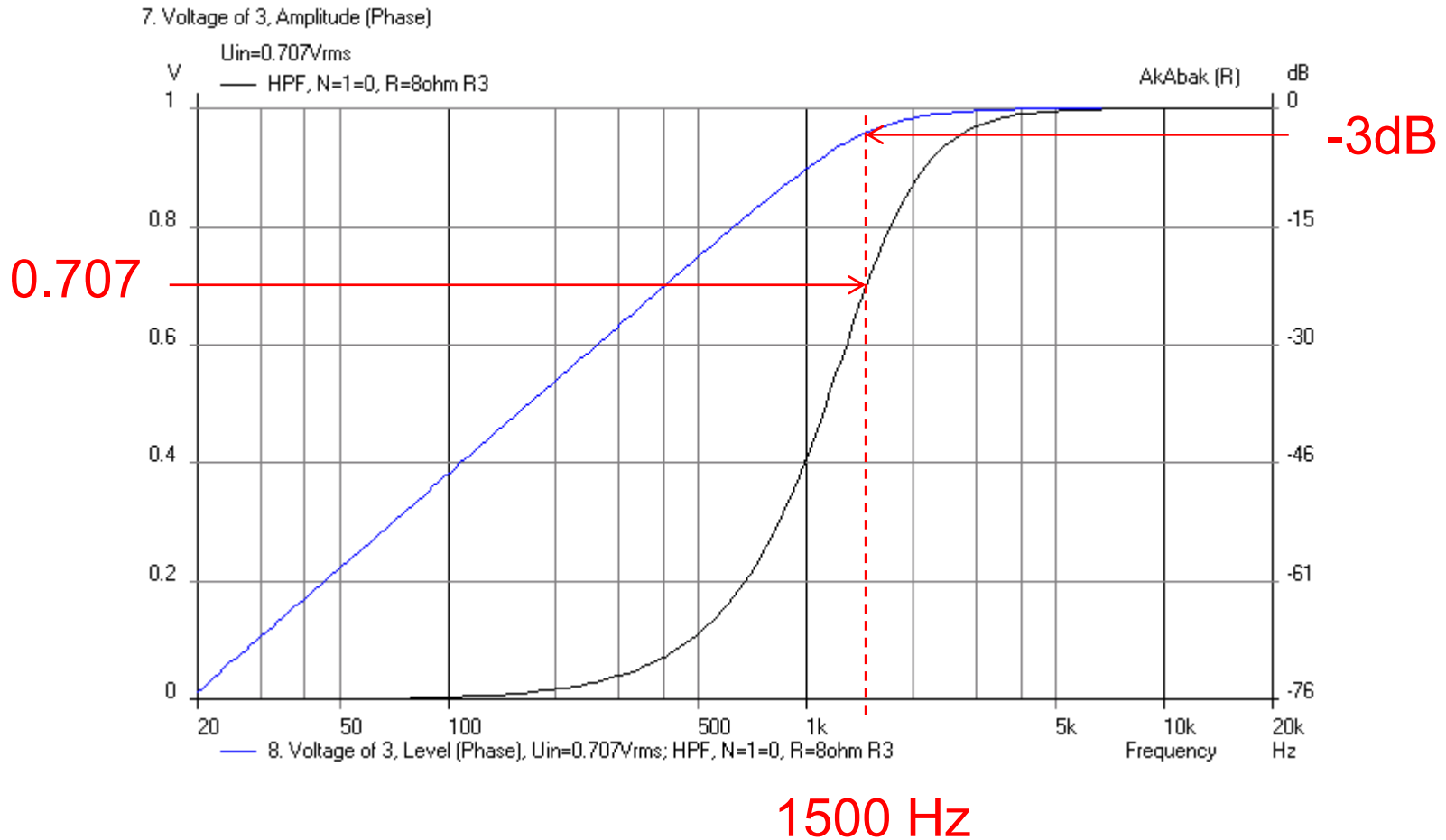
Zobrazíme si napätia na zaťažovacích odporoch – ponuka Inspect/Voltage –
Lineárna škála na zvislej osi (Amplitude)



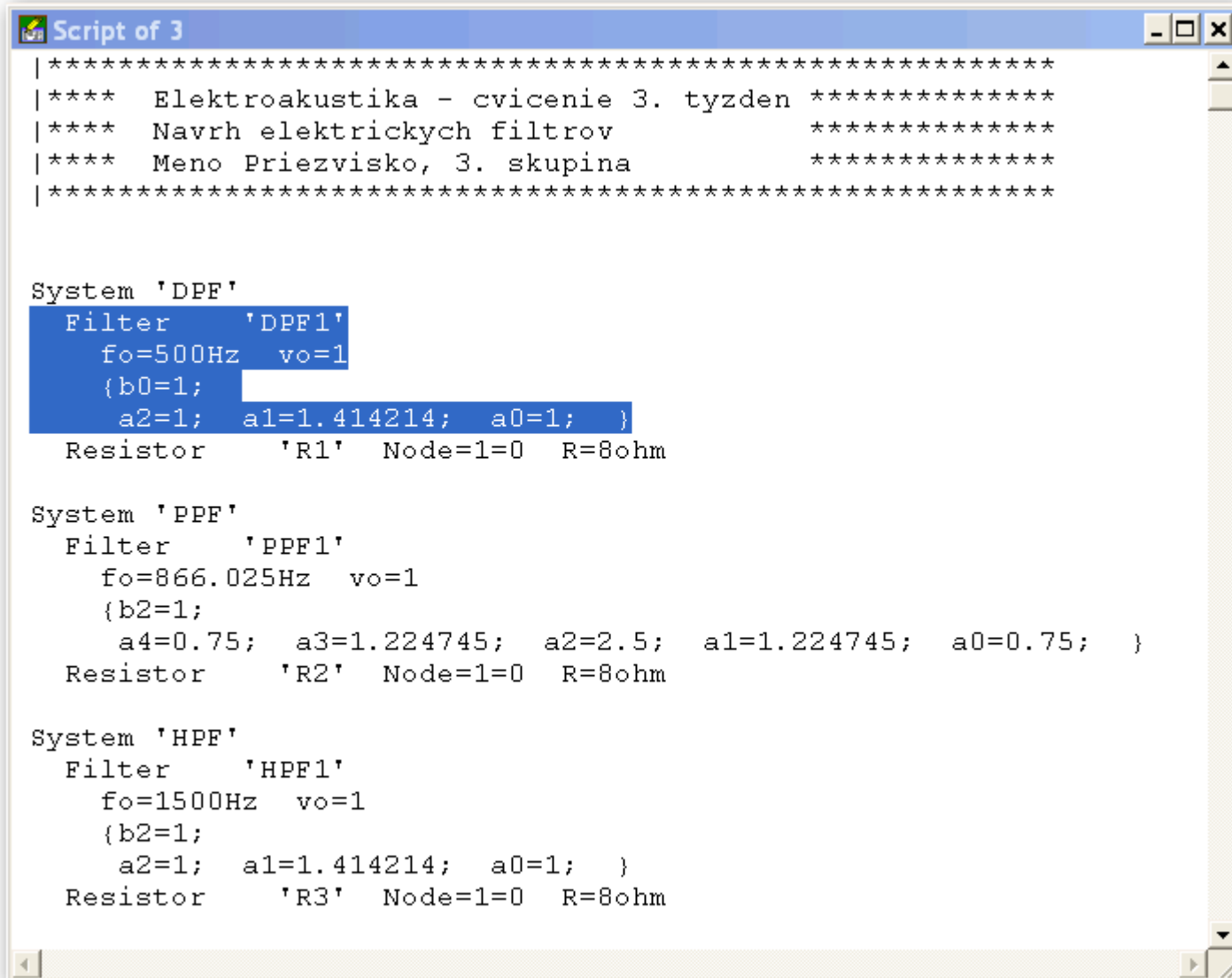
Zobrazíme si napätia na zaťažovacích odporoch – ponuka Inspect/Voltage –
nelineárna škála na zvislej osi (Level)



Porovnáme zobrazenie pomocou lineárnej a nelineárnej škály na jednom grafe



Vyberieme časť skriptu, ktorá obsahuje špecifikáciu prenosovej funkcie filtra (viď obrázok)



```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

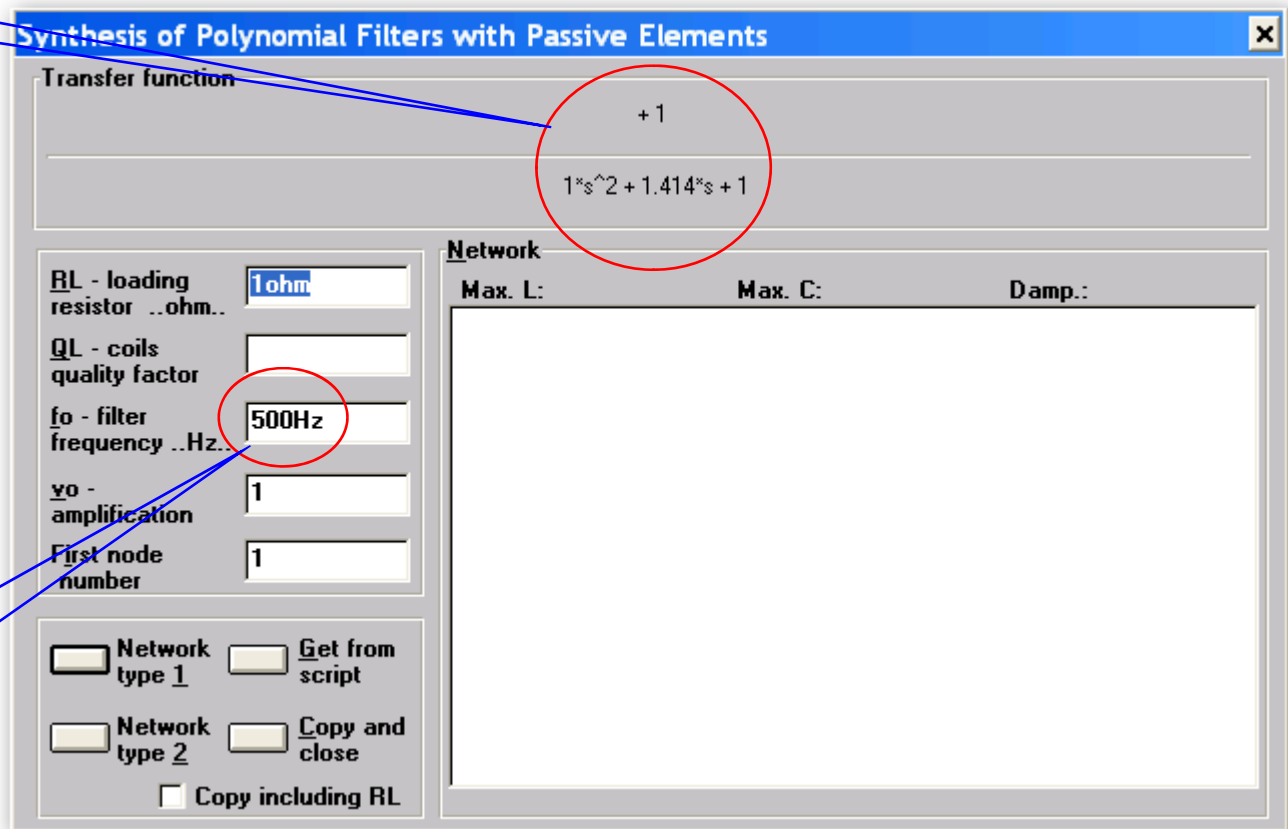
System 'DPF'
  Filter 'DPF1'
    fo=500Hz  vo=1
    {b0=1;
     a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Resistor 'R1' Node=1=0 R=8ohm

System 'PPF'
  Filter 'PPF1'
    fo=866.025Hz  vo=1
    {b2=1;
     a4=0.75; a3=1.224745; a2=2.5; a1=1.224745; a0=0.75; }
  Resistor 'R2' Node=1=0 R=8ohm

System 'HPF'
  Filter 'HPF1'
    fo=1500Hz  vo=1
    {b2=1;
     a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Resistor 'R3' Node=1=0 R=8ohm
```

Kliknutím na ponuku „Filter/LCR – synthesis otvoríme dialógové okno (vid’ obrázok)

Sem sa skopíruje prenosová funkcia



Sem sa skopíruje charakteristická frekvencia

Zvolíme zaťažovací odpor filtra;

Kliknutím na tlačidlo „Network type 1“ alebo „Network type 2“ vygenerujeme úsek skriptu, opisujúci možnú obvodovú realizáciu prenosovej funkcie (pre zvolený odpor RL)

Synthesis of Polynomial Filters with Passive Elements

Transfer function

+1

$1*s^2 + 1.414*s + 1$

Network

	Max. L:	Max. C:	Damp.:
Coil	Node=1=2	L=3.601mH	
Capacitor	Node=2=0	C=28.135uF	
Resistor	'RL' Node=2=0	R=8ohm	

RL - loading resistor ..ohm.. 8ohm

QL - coils quality factor

fo - filter frequency ..Hz.. 500Hz

yo - amplification 1

First node number 1

Network type 1 Get from script

Network type 2 Copy and close

Copy including RL

Hodnota zaťažovacieho odporu, pre ktorú bude realizovaná syntéza obvodu

Výsledok syntézy: skript obvodovej realizácie filtra

Skopírujeme skript do pamäti (Copy and close) a vložíme do skriptu – na tento účel vytvoríme samostatný systém (DPF1)

```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

System 'DPF'
  Filter    'DPF1'
    fo=500Hz  vo=1
    {b0=1;
     a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }
  Resistor  'R1'  Node=1=0  R=8ohm

System 'DPF1"
  Coil      Node=1=2  L=3.601mH
  Capacitor Node=2=0  C=28.135uF
  Resistor  'RL'  Node=2=0  R=8ohm
  SynthesisInfo
    Passive  FirstNode=1  RL=8ohm  QL=0
    fo=500Hz  vo=1
    {b0=1;
     a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }

System 'PPF'
  Filter    'PPF1'
    fo=866.025Hz  vo=1
    {b2=1;
```

Skript obvodovej realizácie dolného priepustu

Informačná časť, ktorá je nepovinná

Analogickým
(podobným) postupom
získame skripty
obvodových realizácií
pásmového a horného
priepustu

Pásmový priepust

Horný priepust

```
Script of 3

System 'PPF'
  Filter 'PPF1'
    fo=866.025Hz vo=1
    {b2=1;
      a4=0.75; a3=1.224745; a2=2.5; a1=1.224745; a0=0.75; }
  Resistor 'R2' Node=1=0 R=8ohm

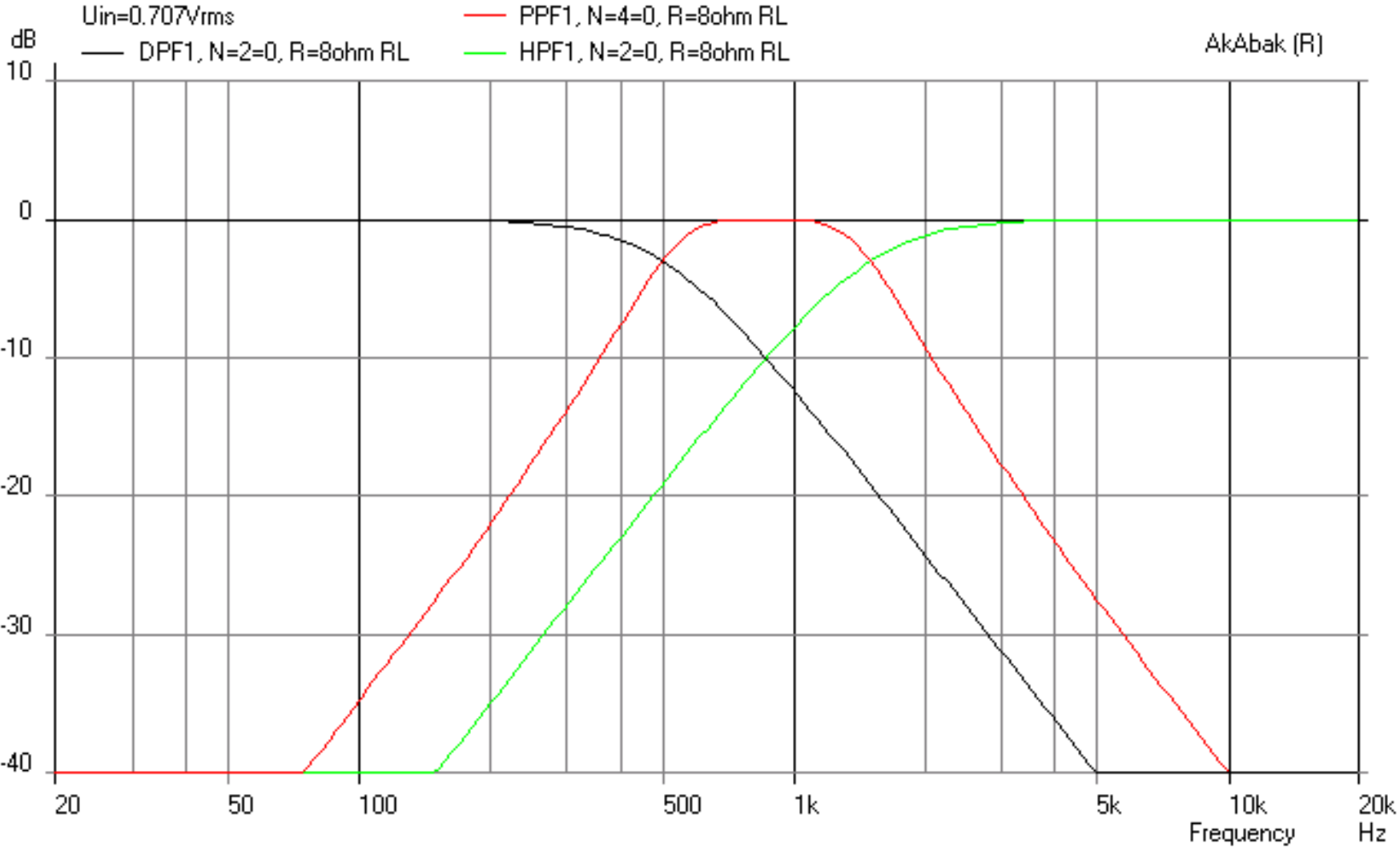
System 'PPF1'
  Coil Node=1=2 L=0.588mH
  Capacitor Node=2=0 C=24.618uF
  Capacitor Node=2=3 C=32.824uF
  Coil Node=3=0 L=2.401mH
  Resistor Node=3=4 R=3.43ohm
  Resistor Node=4=0 R=10.67ohm
  Resistor 'RL' Node=4=0 R=8ohm
  SynthesisInfo
    Passive FirstNode=1 RL=8ohm QL=0
    fo=866.02Hz vo=1
    {b2=1;
      a4=0.75; a3=1.224745; a2=2.5; a1=1.224745; a0=0.75; }

System 'HPF'
  Filter 'HPF1'
    fo=1500Hz vo=1
    {b2=1;
      a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Resistor 'R3' Node=1=0 R=8ohm

System 'HPF1'
  Capacitor Node=1=2 C=9.378uF
  Coil Node=2=0 L=1.2mH
  Resistor 'RL' Node=2=0 R=8ohm
  SynthesisInfo
    Passive FirstNode=1 RL=8ohm QL=0
    fo=1.5kHz vo=1
    {b2=1;
      a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
```

Zobrazíme AFCH filtrov:

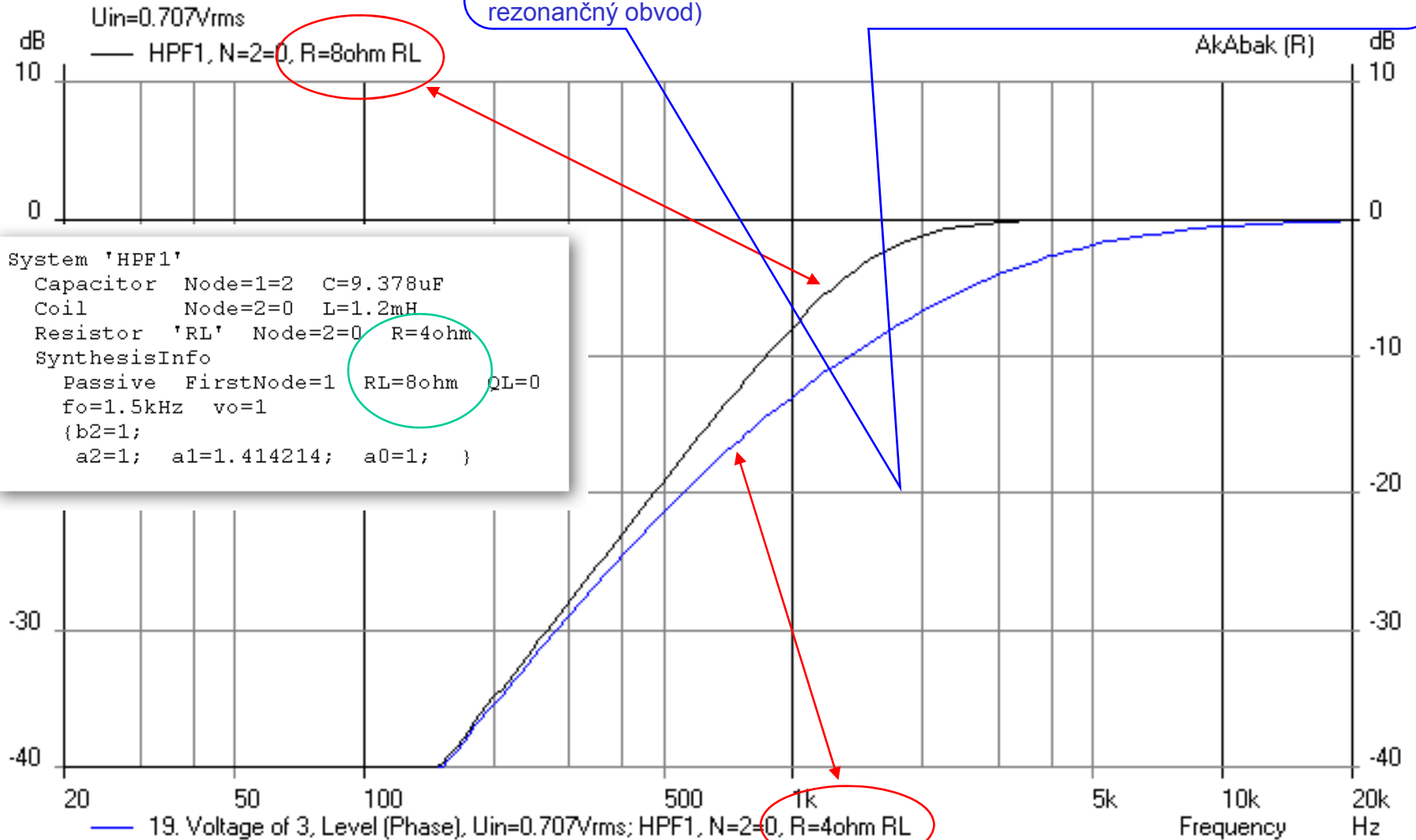
13. Voltage of 3, Level (Phase)



Impedančné neprispôsobenie na výstupe filtra – vplyv na AFCH

Ak je filter zaťažovaný na výstupe iným odporom, než pre aký bol navrhnutý, zmení sa jeho AFCH. Rozdiel medzi predpokladanou a skutočnou výstupnou impedanciou je výrazný najmä vtedy, keď sa zmení charakter impedancie, napr. keď filter je navrhnutý na odporovú záťaž a skutočná záťaž je komplexná (napr. rezonančný obvod)

16. Voltage of 3, Level (Phase)



Vplyv nepresnosti hodnôt použitých súčiastok na AFCH filtra

16. Voltage of 3, Level (Phase)

$U_{in}=0.707V_{rms}$

dB — HPF1, N=2=0, R=8ohm RL

AkAbak (R) dB

