



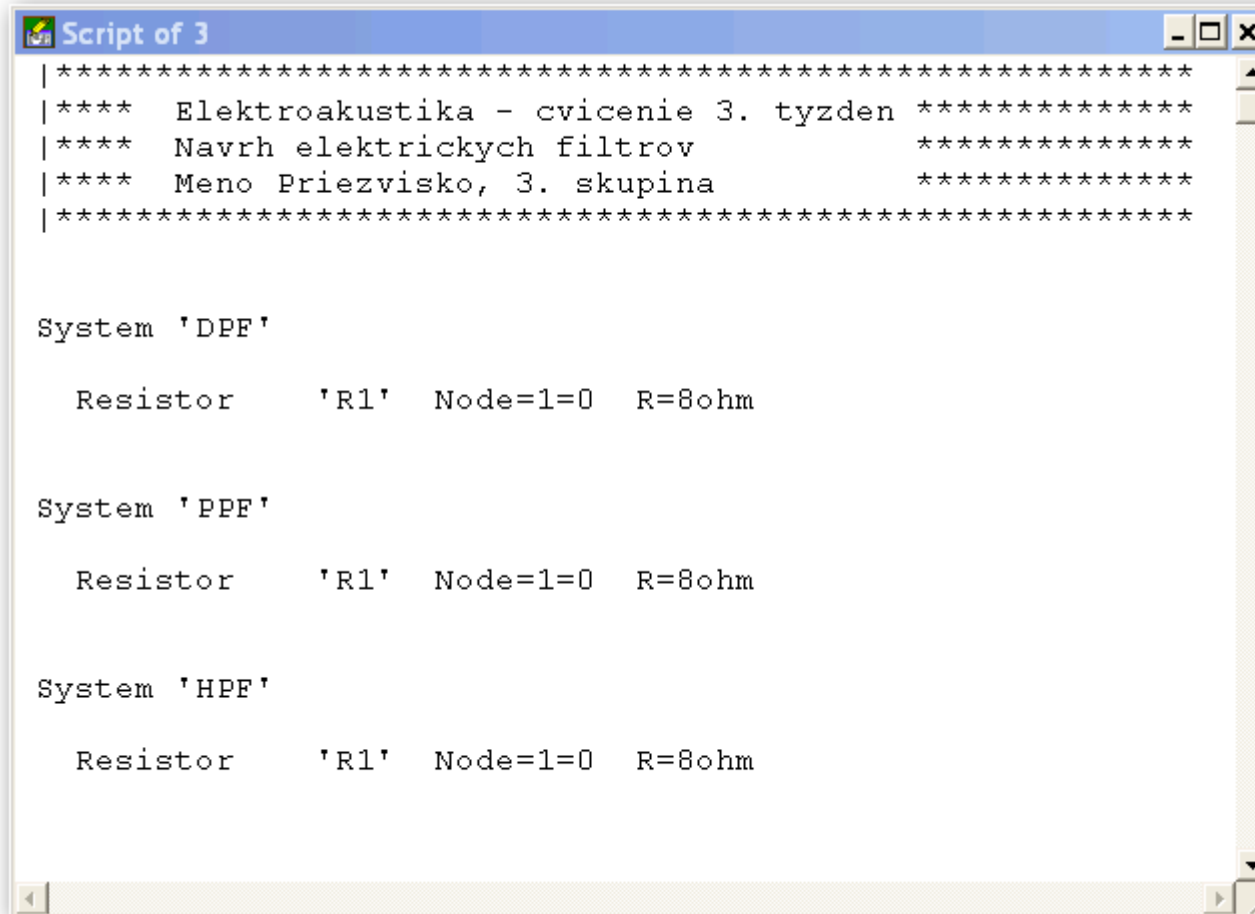
Elektroakustika

CV03: 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

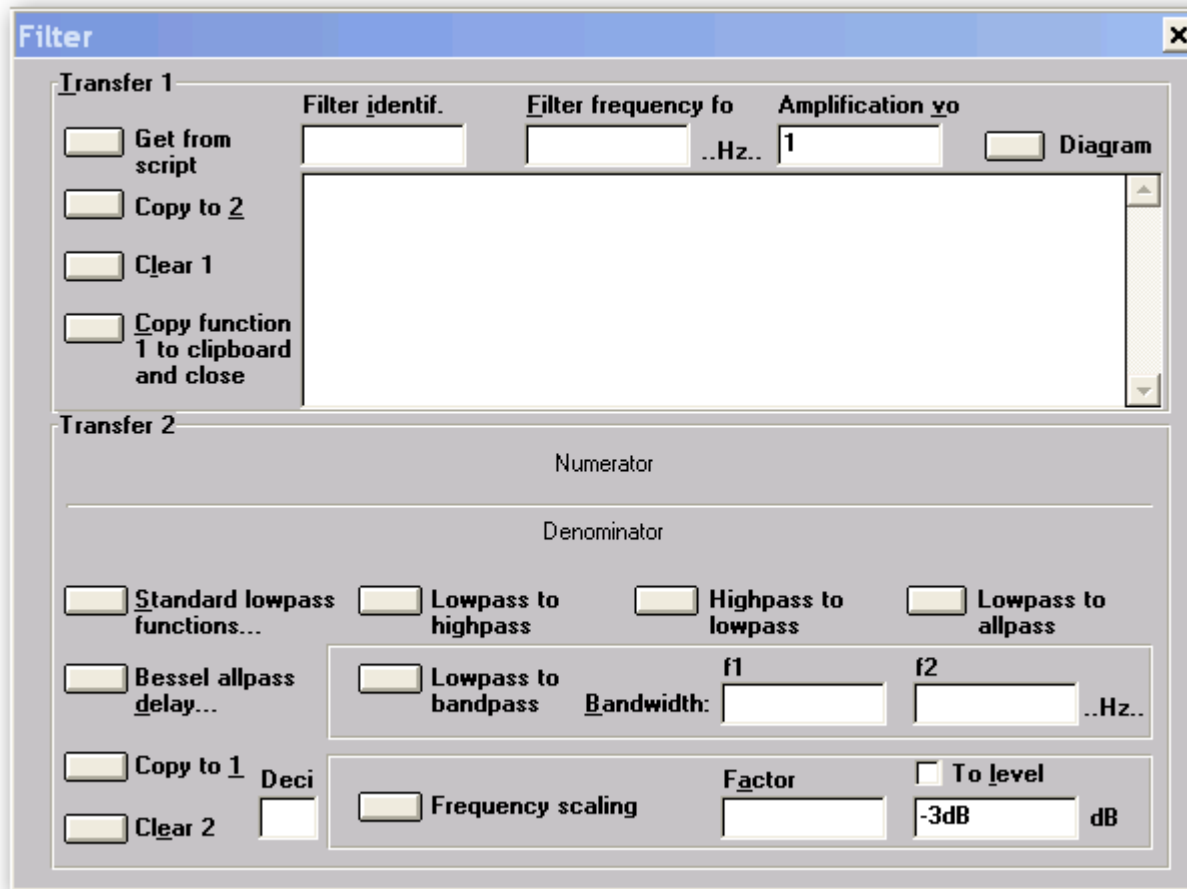
System 'PPF'

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

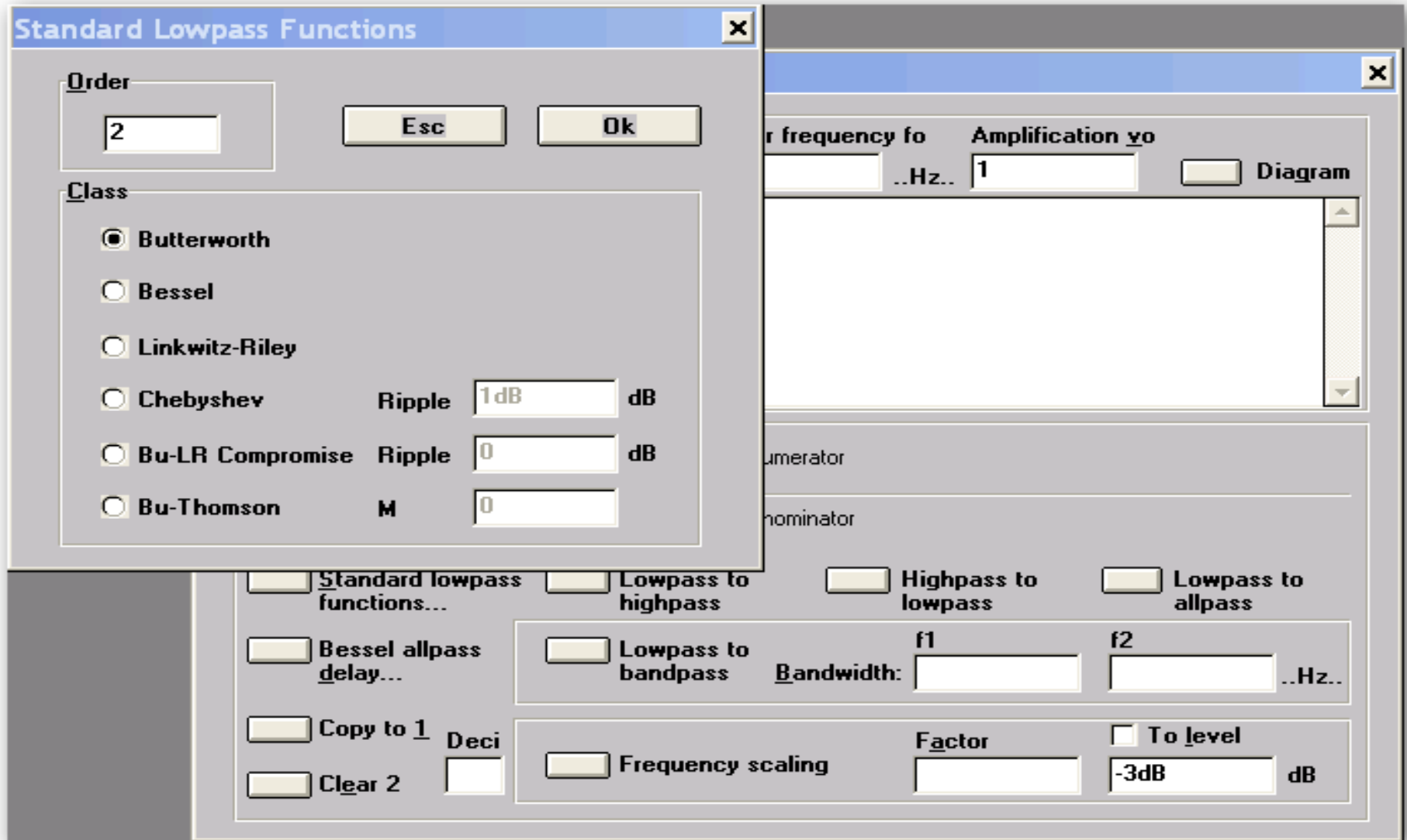
System 'HPF'

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

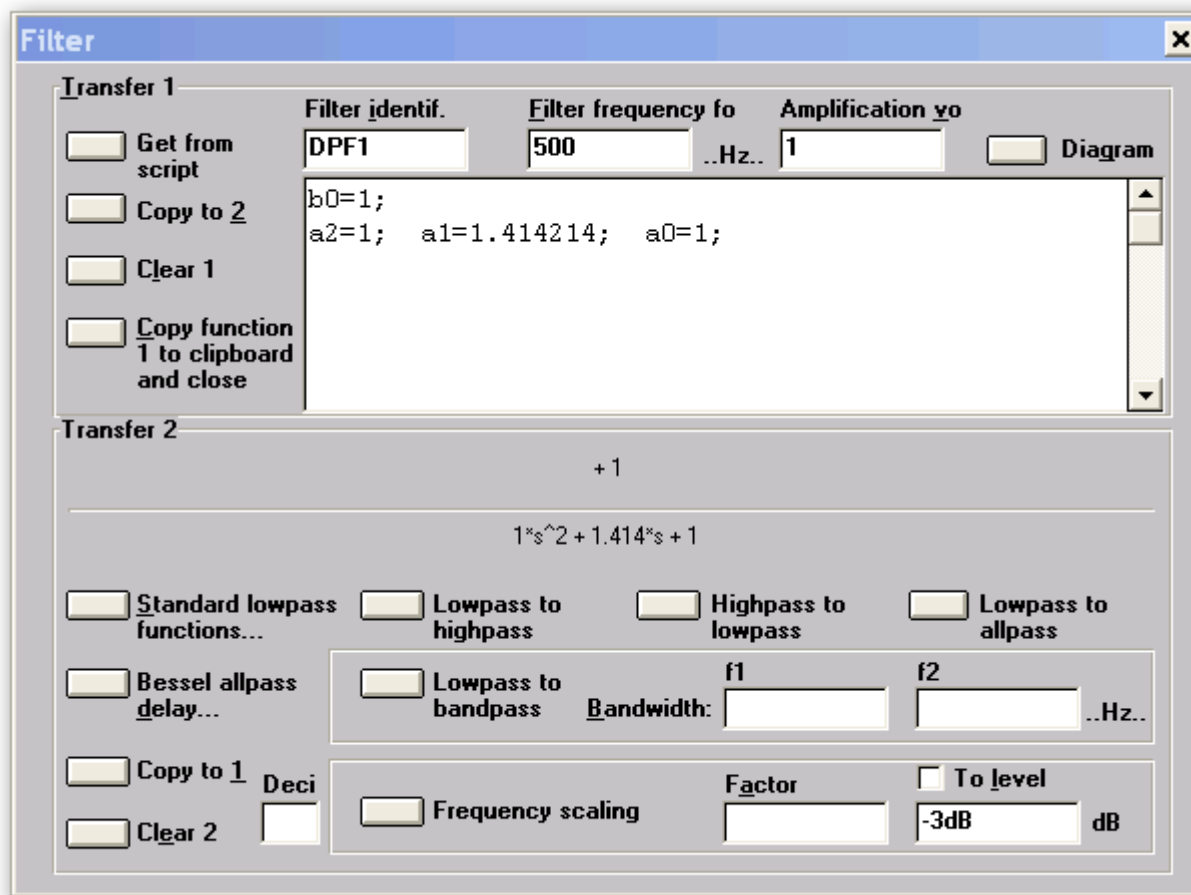
2. Kliknutím na ponuku Filter/Filter Dialog otvoríme dialógové okno Filter:



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



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'

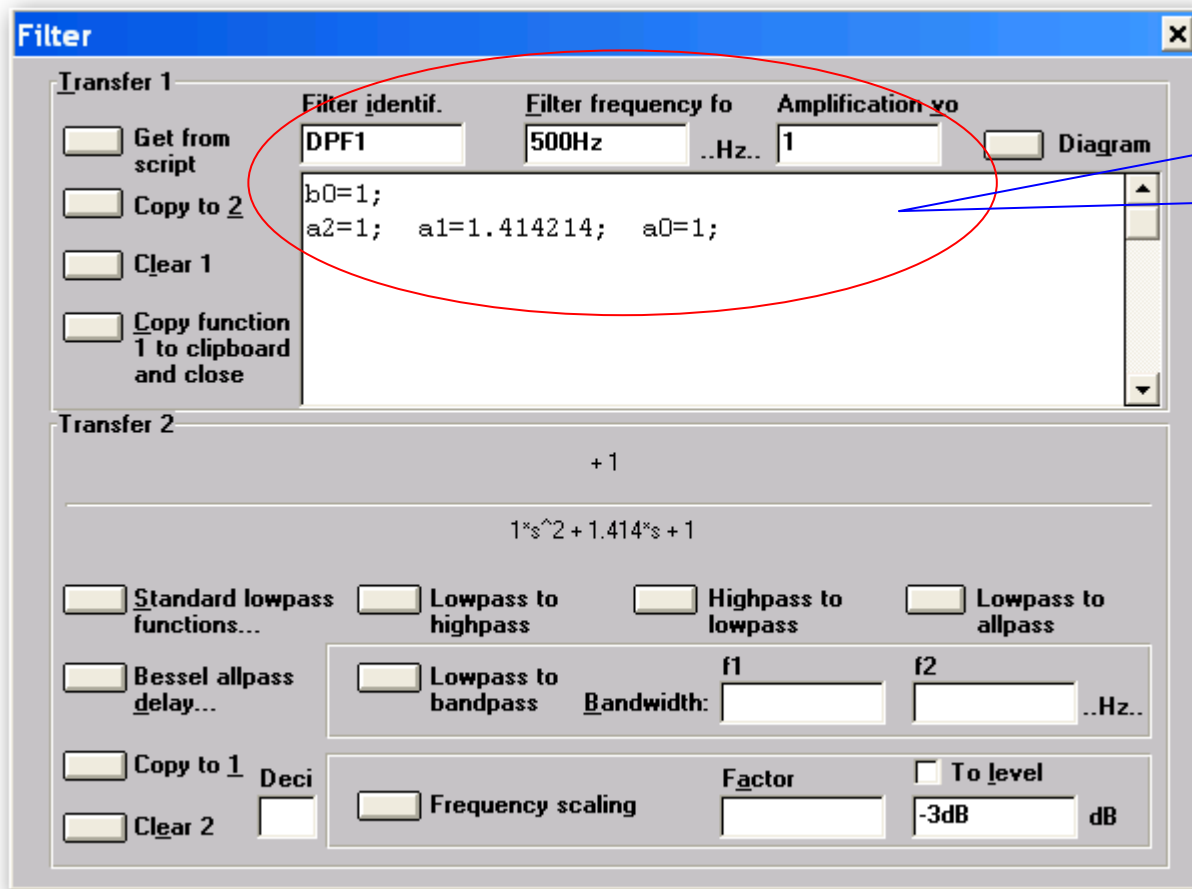
  Resistor  'R1'  Node=1=0  R=8ohm

System 'HPF'

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

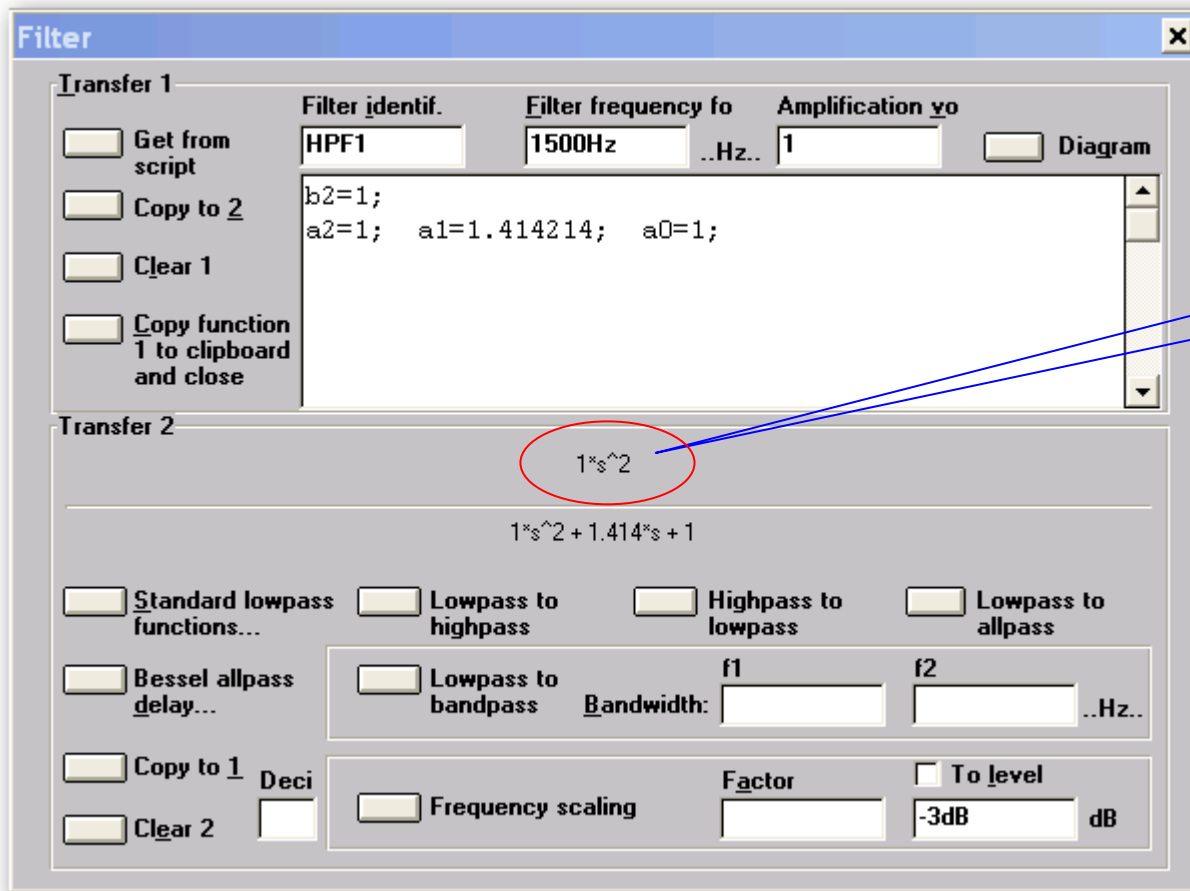
Funkcia, ktorou je násobené vstupné napätie.

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



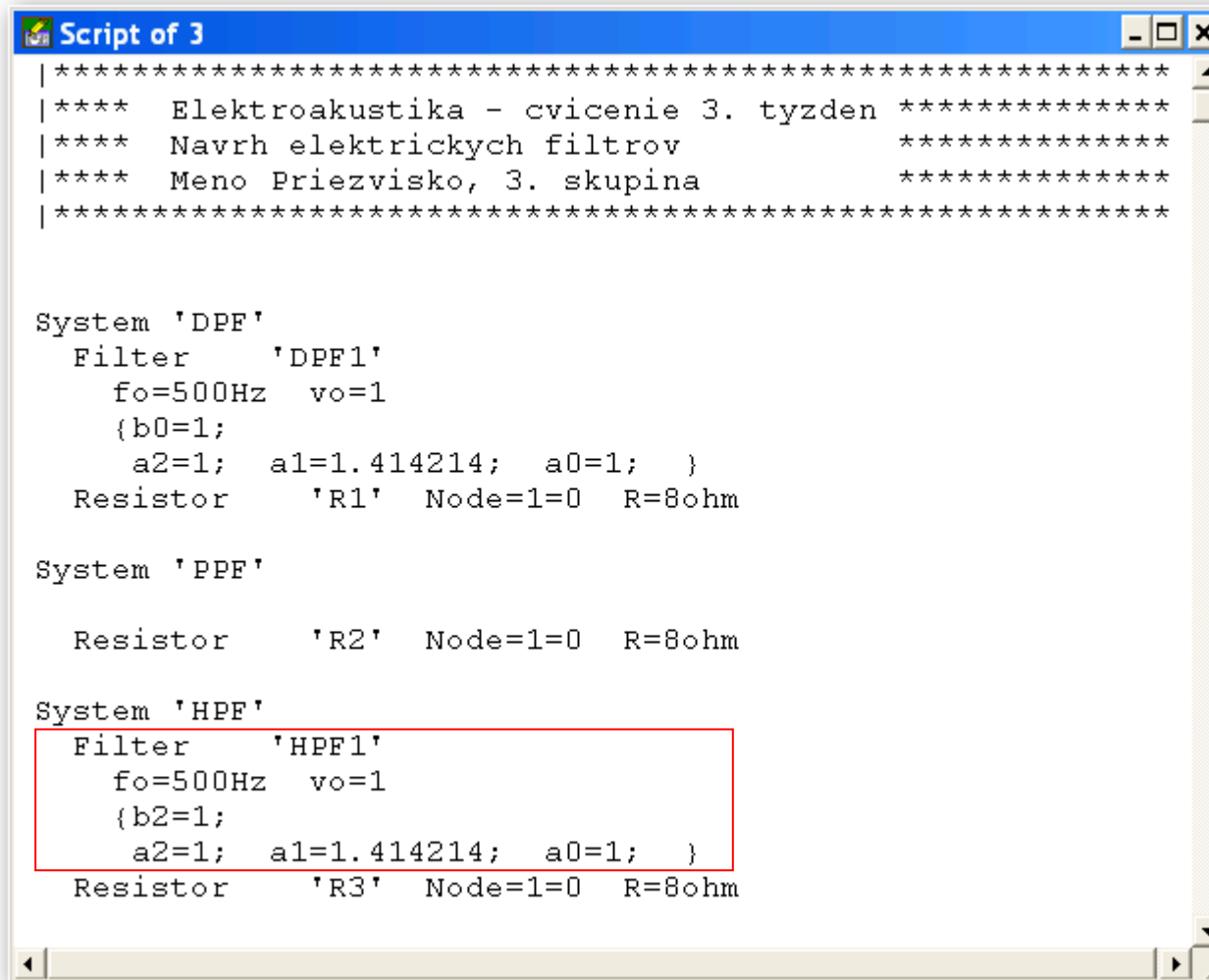
Pri otvorení okna môže byť v tejto časti „pozostatok“ z prechádzajúcej činnosti. Možno to zmazať tlačidlom „Clear 1“.

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

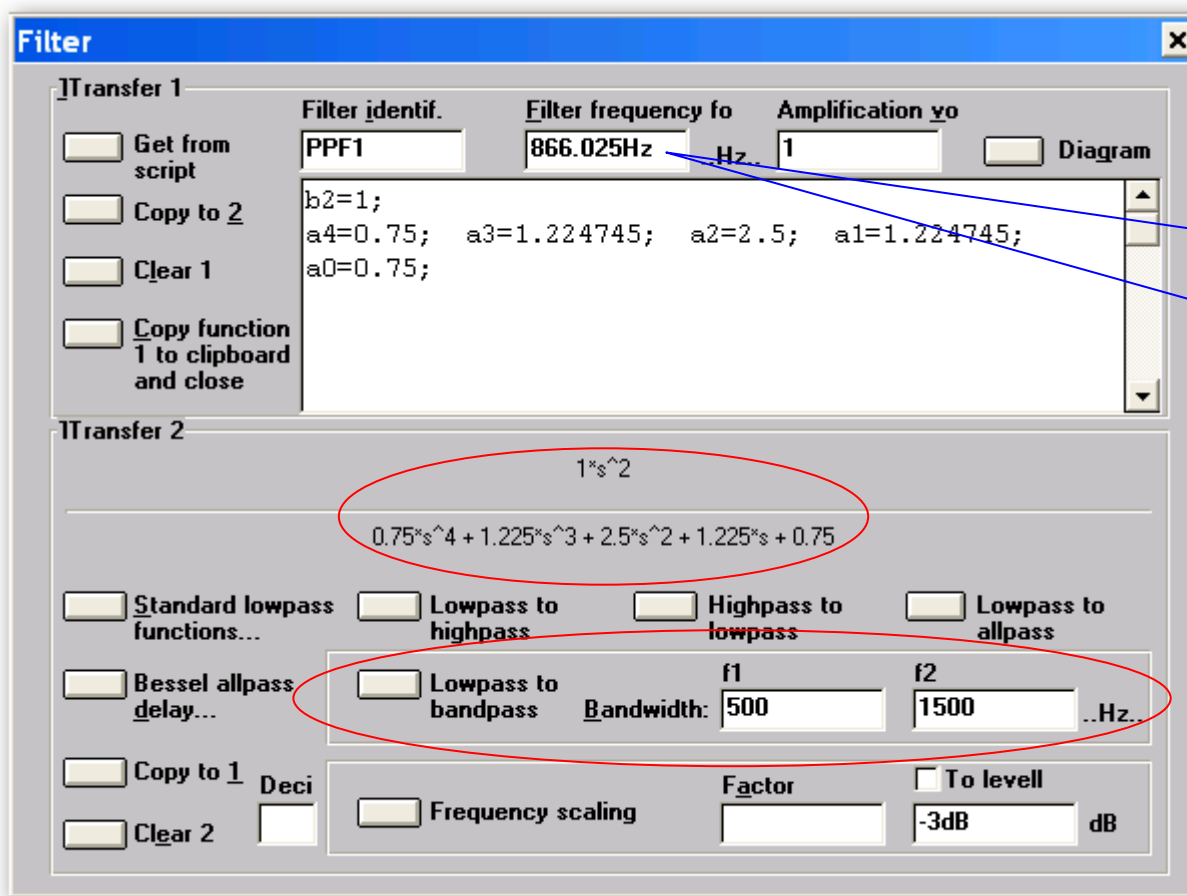
System 'PPF'

  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.

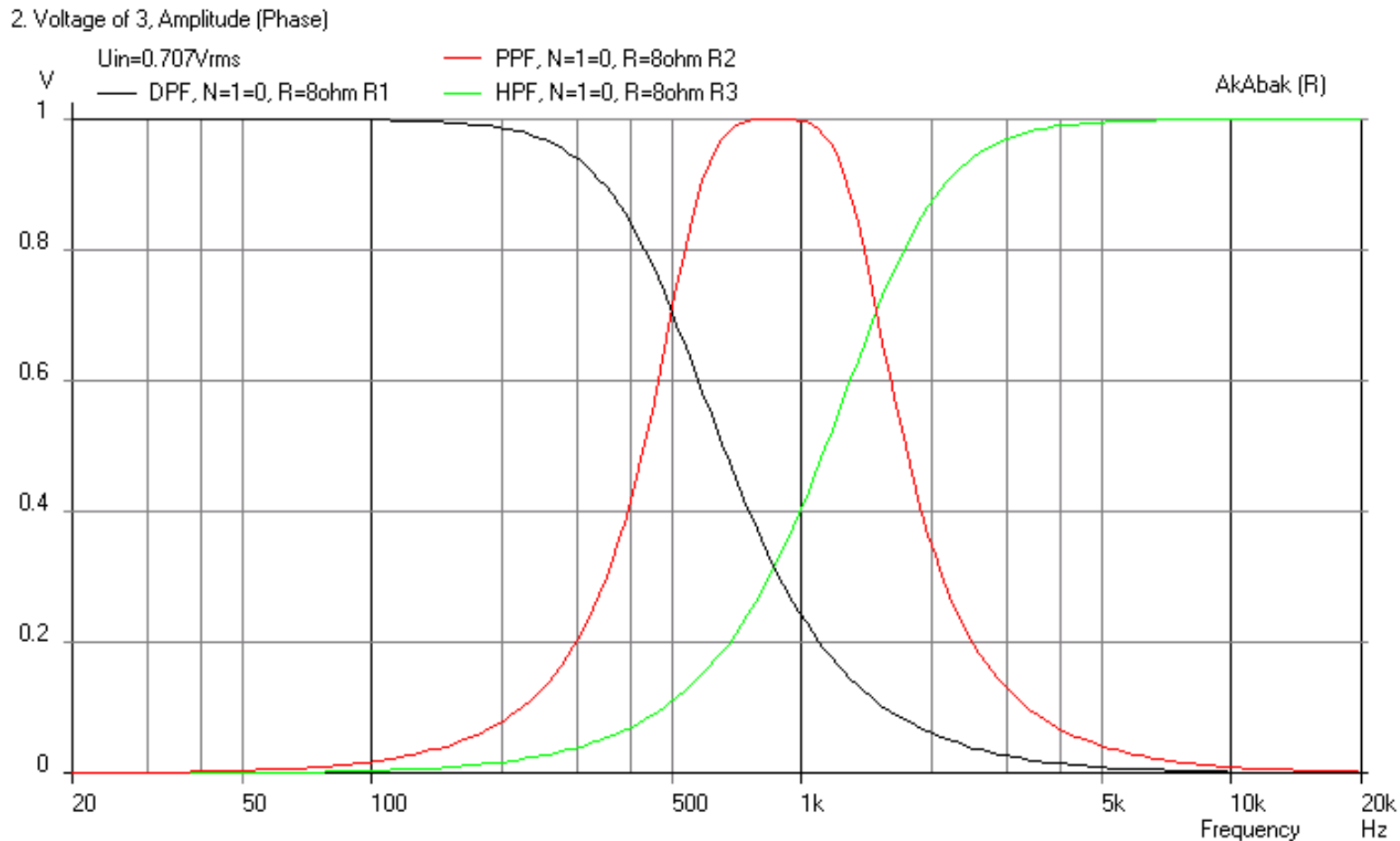
```
Script of 3
|*****
|****  Elektroakustika - cvicenie 3. tyzden *****
|****  Navrh elektrickych filtrov *****
|****  Meno Priezvisko, 3. skupina *****
|*****

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

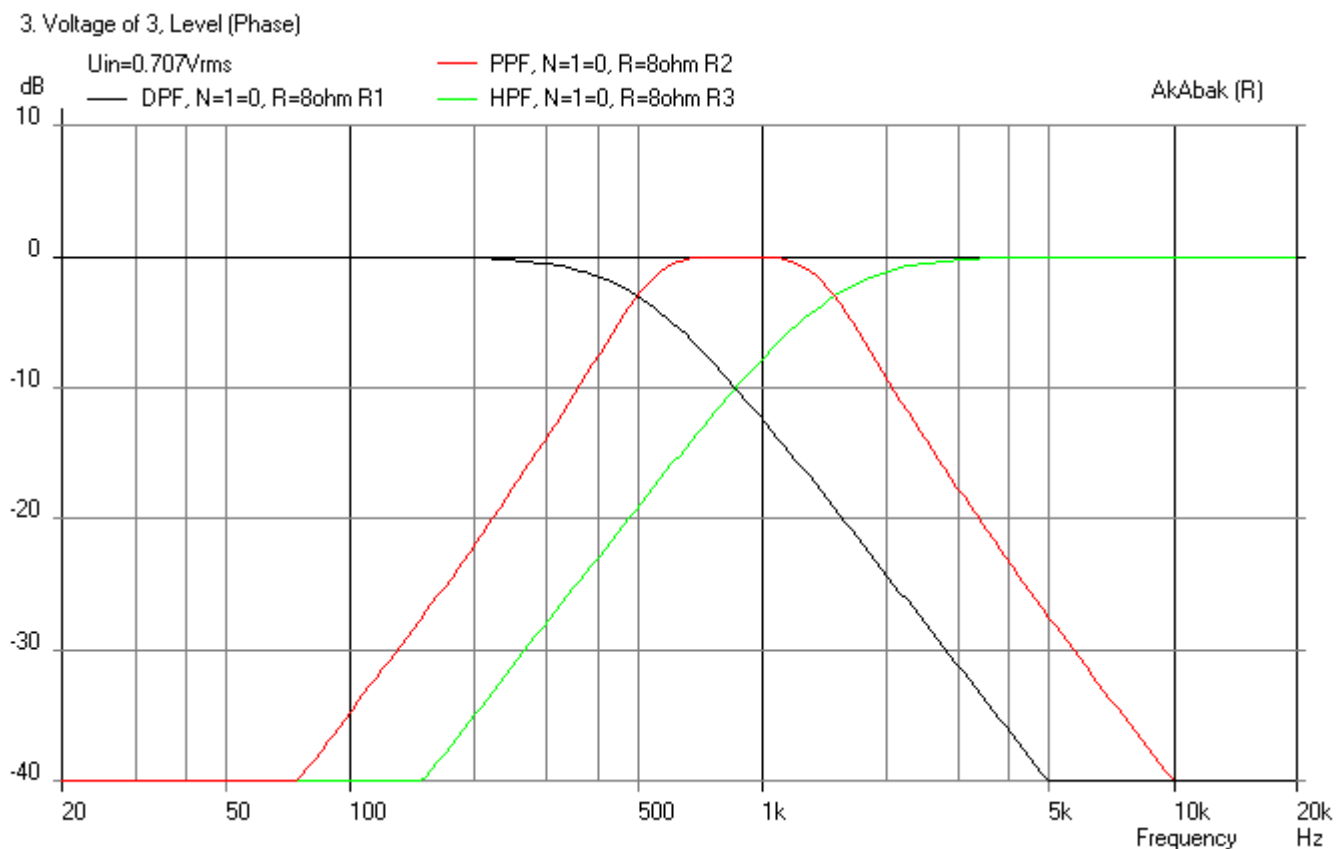
System 'PPF'
  Filter    'PPF1'
    fo=866.025Hz  vo=1
    {b2=1;
     a4=0.75;  a3=1.224745;  a2=2.5;  a1=1.224745;  a0=0.75;  }
  Resistor  'R2'  Node=1=0  R=8ohm

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

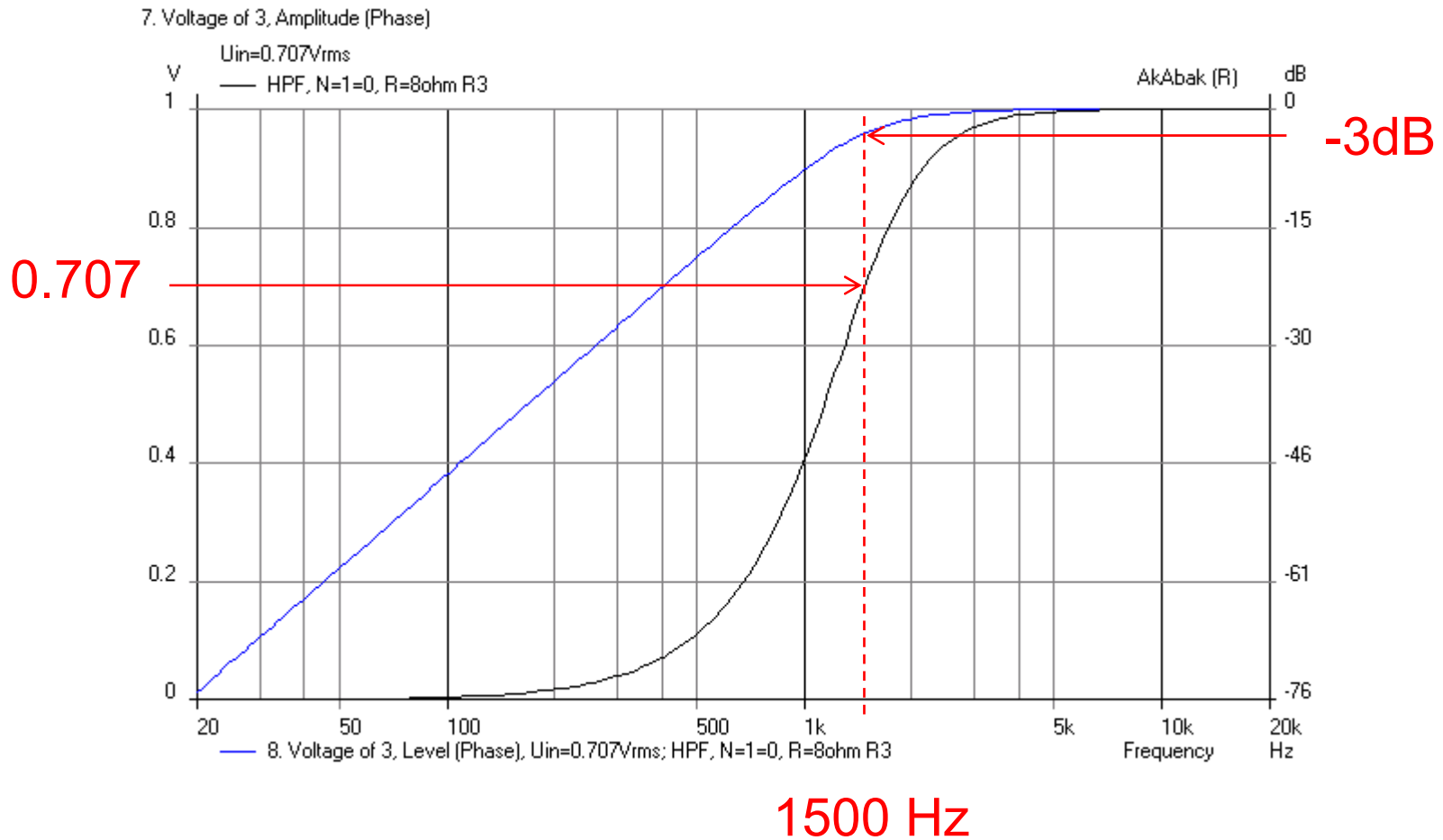
Zobrazíme si napätia na zaťažovacích odporoch – ponuka Inspect/Voltage –
Lineárna škála na zvislej osi (Amplitude)



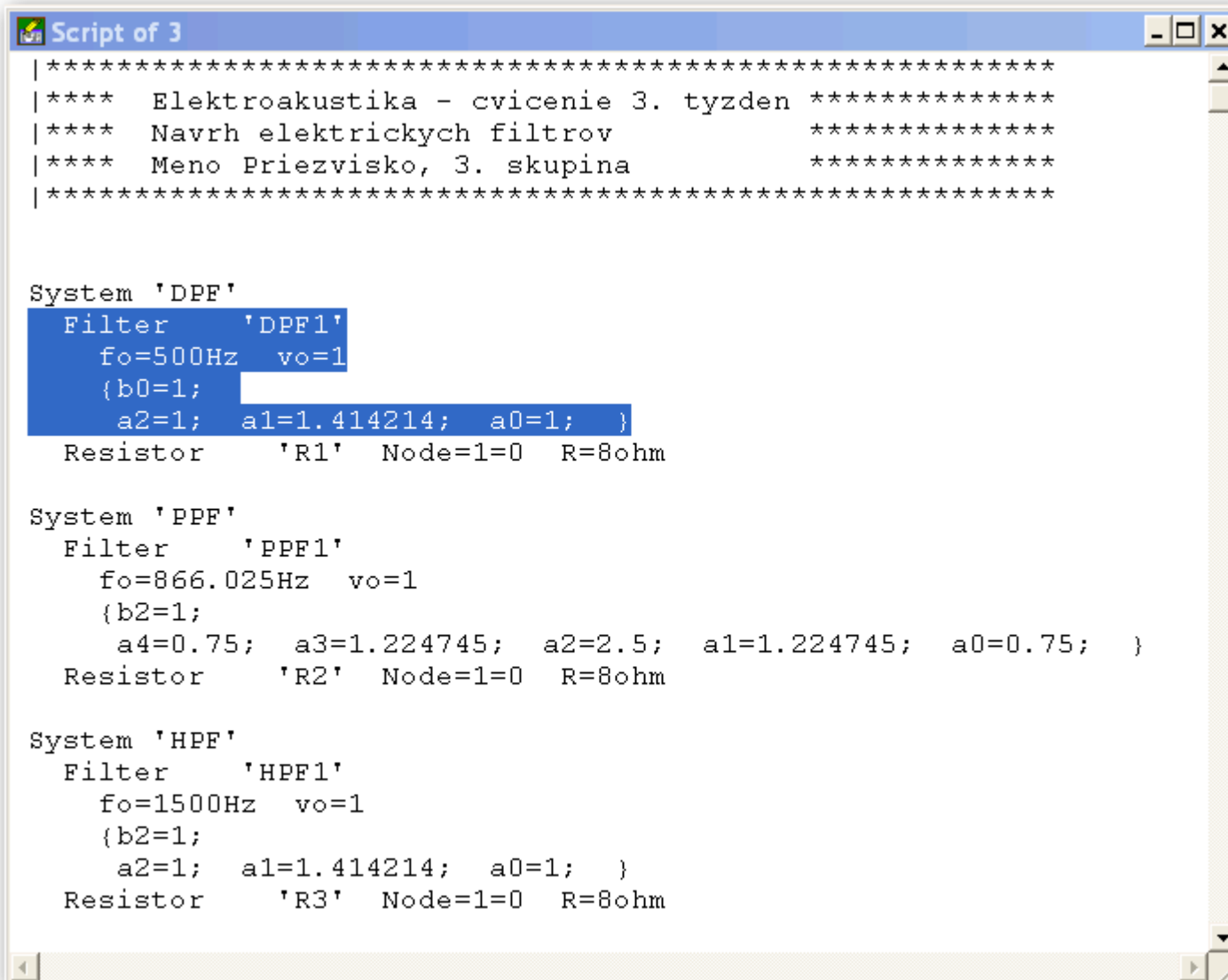
Zobrazíme si napätia na zaťažovacích odporoch – ponuka Inspect/Voltage –
nelineárna škála na zvislej osi (Level)



Porovnáme zobrazenie pomocou lineárnej a nelineárnej škály na jednom grafe



Vyberieme časť skriptu, ktorá obsahuje špecifikáciu prenosovej funkcie filtra (vid' 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

Synthesis of Polynomial Filters with Passive Elements

Transfer function

+1

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

RL - loading resistor ..ohm.. 1ohm

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

Network

Max. L: Max. C: Damp.:

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)

Transfer function

$$\frac{+1}{1*s^2 + 1.414*s + 1}$$

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

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 | |

Callout 1: Hodnota zaťažovacieho odporu, pre ktorú bude realizovaná syntéza obvodu

Callout 2: 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

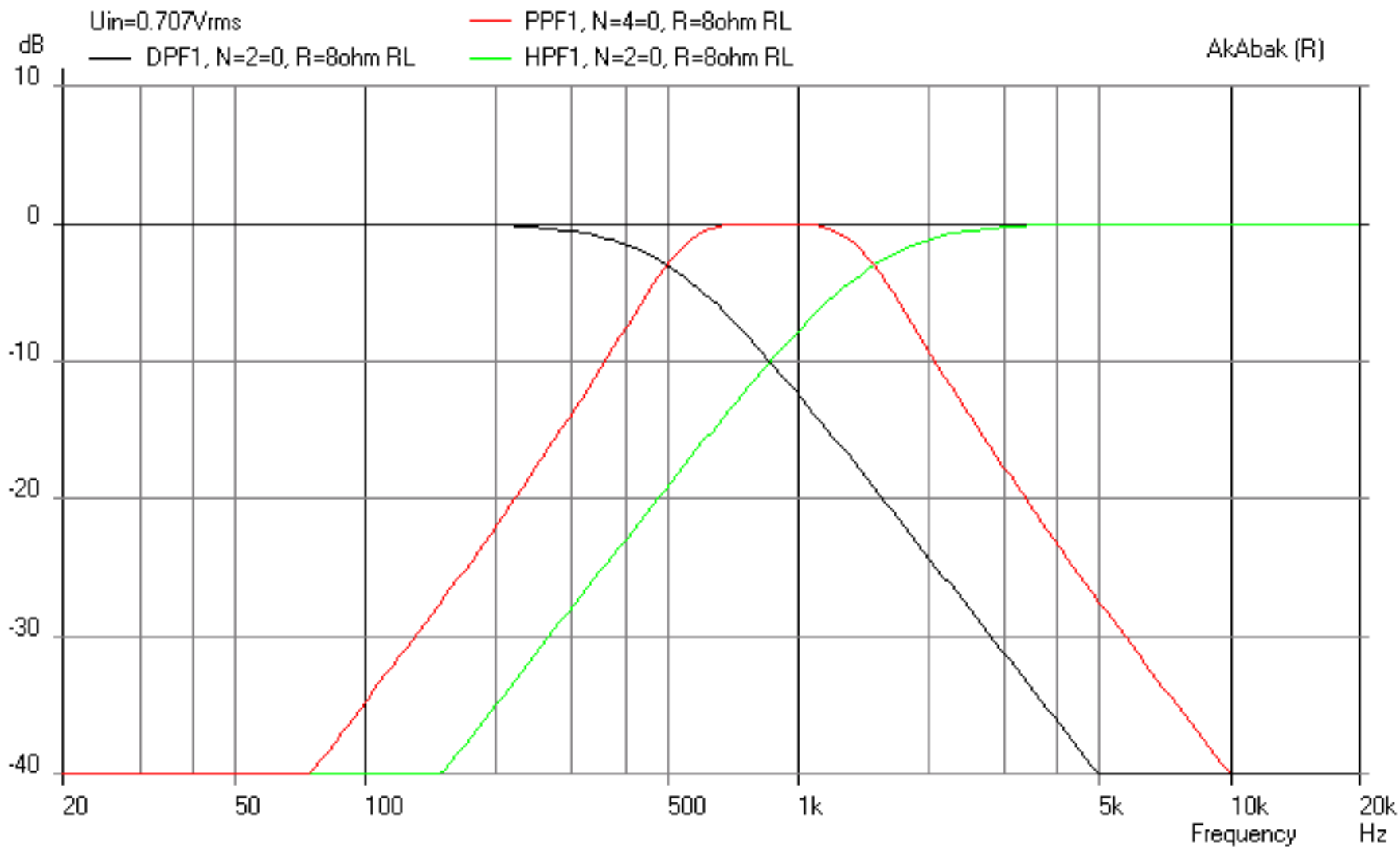
System 'PPF1'
  Coil Node=1=2 L=0.588mH
  Capacitor Node=2=0 C=24.618uF
  Capacitor Node=2=3 C=32.824uF
  Coil Node=3=0 L=2.401mH
  Resistor Node=3=4 R=3.43ohm
  Resistor Node=4=0 R=10.67ohm
  Resistor 'RL' Node=4=0 R=8ohm
  SynthesisInfo
    Passive FirstNode=1 RL=8ohm QL=0
    fo=866.02Hz vo=1
    {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

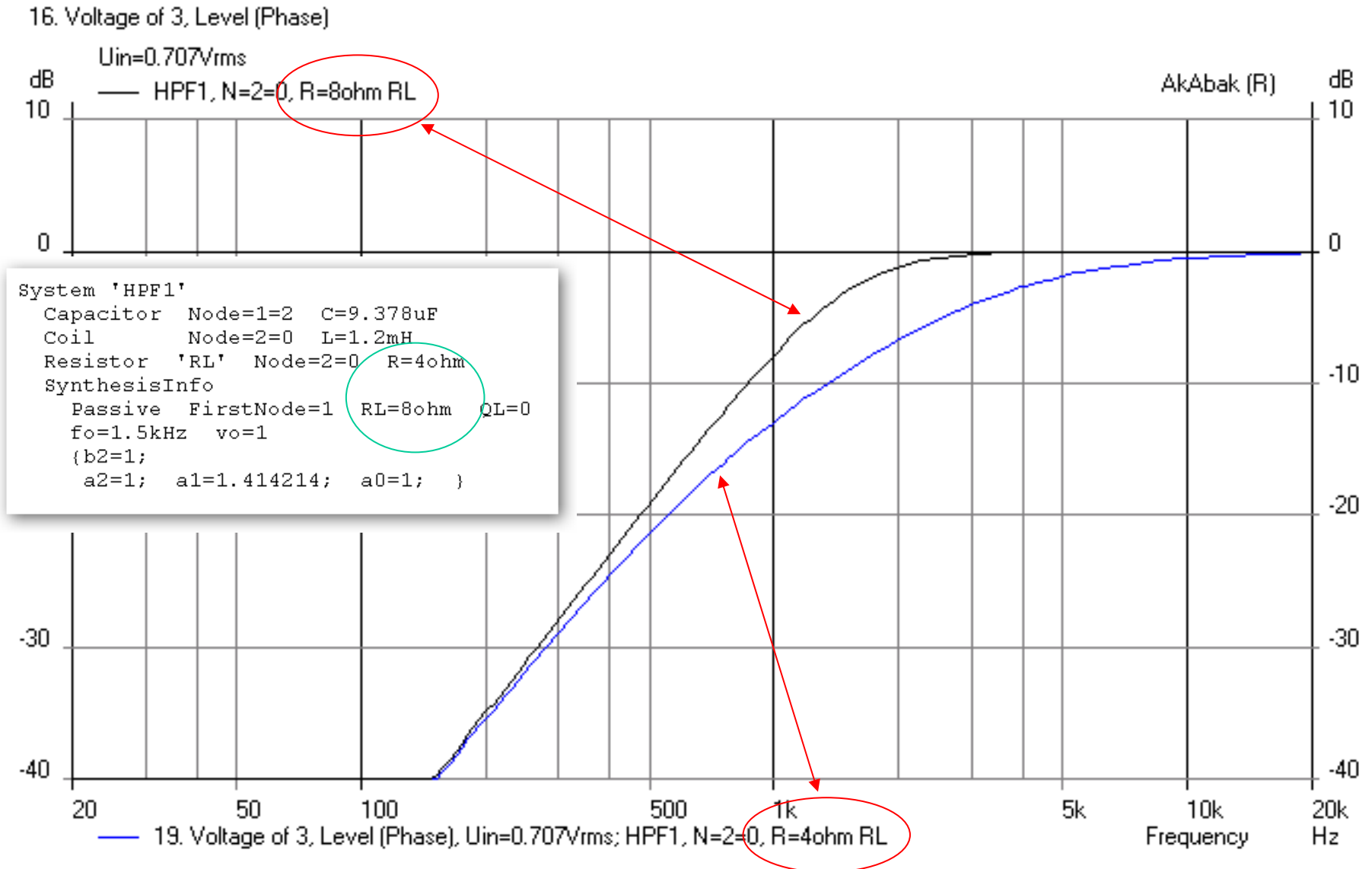
System 'HPF1'
  Capacitor Node=1=2 C=9.378uF
  Coil Node=2=0 L=1.2mH
  Resistor 'RL' Node=2=0 R=8ohm
  SynthesisInfo
    Passive FirstNode=1 RL=8ohm QL=0
    fo=1.5kHz vo=1
    {b2=1;
      a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
```

Zobrazíme AFCH filtrov:

13. Voltage of 3, Level (Phase)



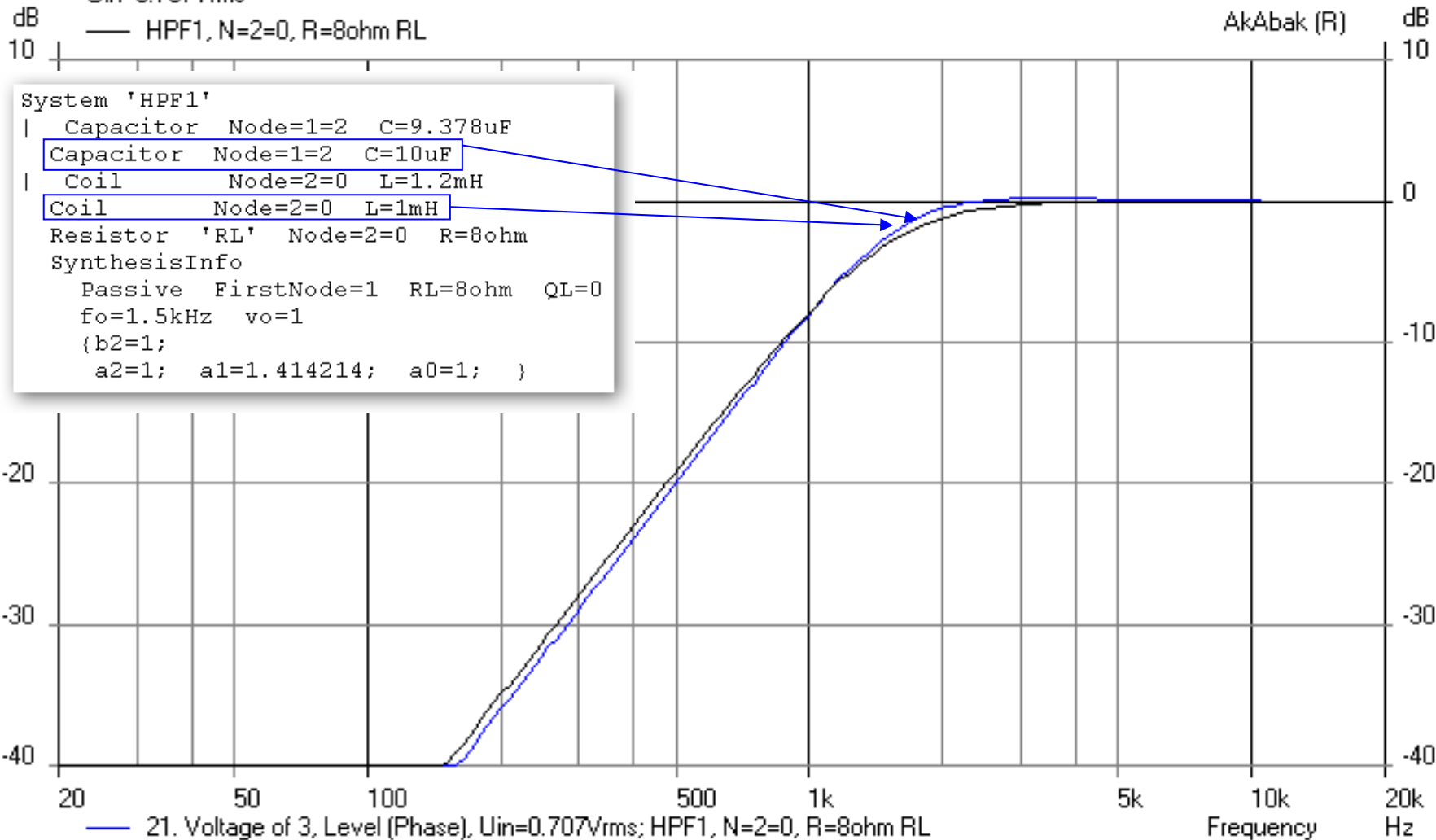
Impedančné neprispôsobenie na výstupe filtra – vplyv na AFCH



Impedančné neprispôsobenie na výstupe filtra – vplyv na AFCH

16. Voltage of 3, Level (Phase)

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



Úloha na 3. cvičenie:

- Preštudovať a zopakovať postup syntézy pasívnych elektrických filtrov podľa predchádzajúcich slajdov;
- Do poznámok nakresliť zapojenia filtrov podľa vygenerovaných skriptov;
- Zopakovať postup syntézy pre inú triedu a vyšší rád pasívneho filtra;
- Preskúmať vplyv impedančného neprispôsobenia na výstupe filtra pre prípad, keď by bol filter zaťažený rezonančným obvodom, naladeným na rezonančnú frekvenciu, blízku charakteristickej frekvencii filtra;
- Odporúčaná úloha domov: vyskúšať syntézu aktívnych filtrov pre zvolený operačný zosilňovač.