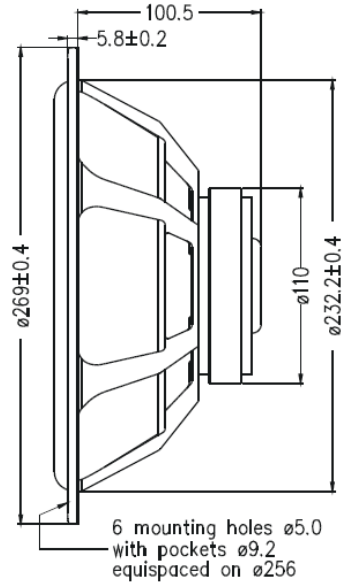
Elektroakustika

L10: Reproduktorové sústavy

doc. Ing. Jozef Juhár, PhD.

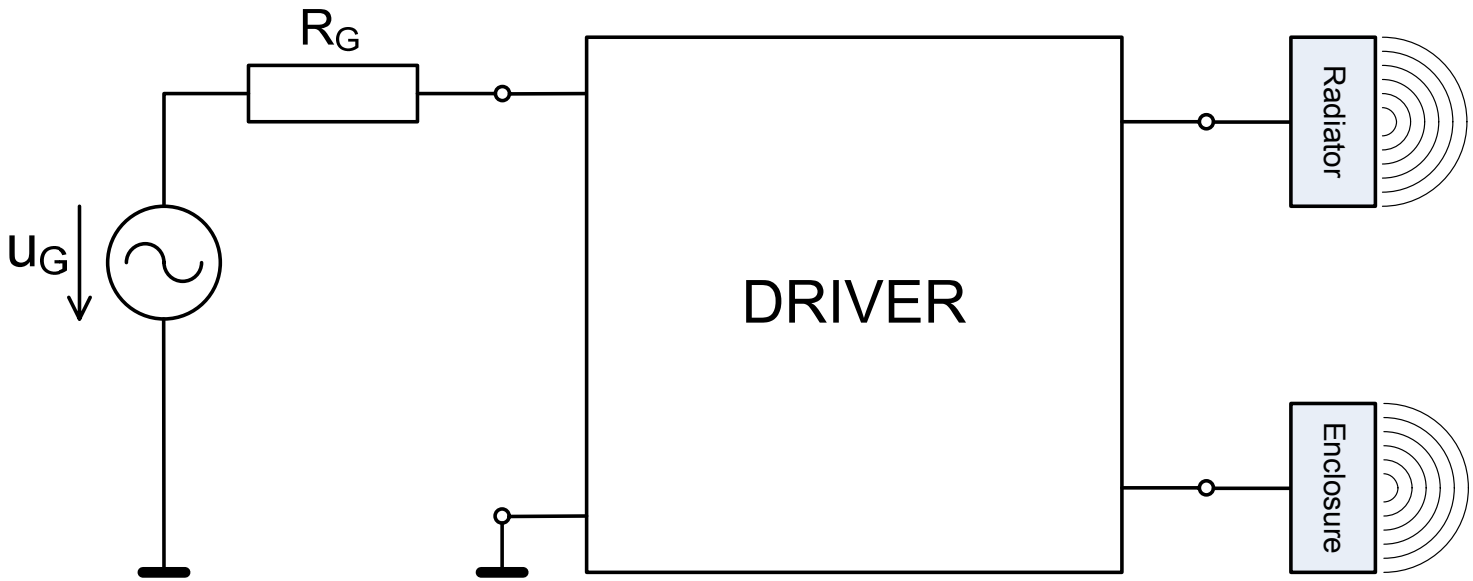
http://voice.kemt.fei.tuke.sk

Nízkotónový reproduktor



Nominal Impedance	8 Ohms	Voice Coil Resistance	6.1 Ohms
Recommended Frequency Range	30 - 1500 Hz	Voice Coil Inductance	3.08 mH
Short Term Power Handling *	300 W	Force Factor	11.6 N/A
Long Term Power Handling *	80 W	Free Air Resonance	25 Hz
Characteristic Sensitivity (2.83V, 1m)	91 dB	Moving Mass	38.5 g
Voice Coil Diameter	39 mm	Air Load Mass In IEC Baffle	3.8 g
Voice Coil Height	14 mm	Suspension Compliance	1.1 mm/N
Air Gap Height	6 mm	Suspension Mechanical Resistance	1.66 Ns/m
Linear Coil Travel (p-p)	8 mm	Effective Piston Area	350 cm^2
Maximum Coil Travel (p-p)	20 mm	VAS	164 Litres
Magnetic Gap Flux Density	0.9 T	QMS	3.99
Magnet Weight	0.64 kg	QES	0.30
Total Weight	2.17 kg	QTS	0.28

Nízkotónový reproduktor v basreflexovej ozvučnici
(Driver, Radiator, Enclosure)

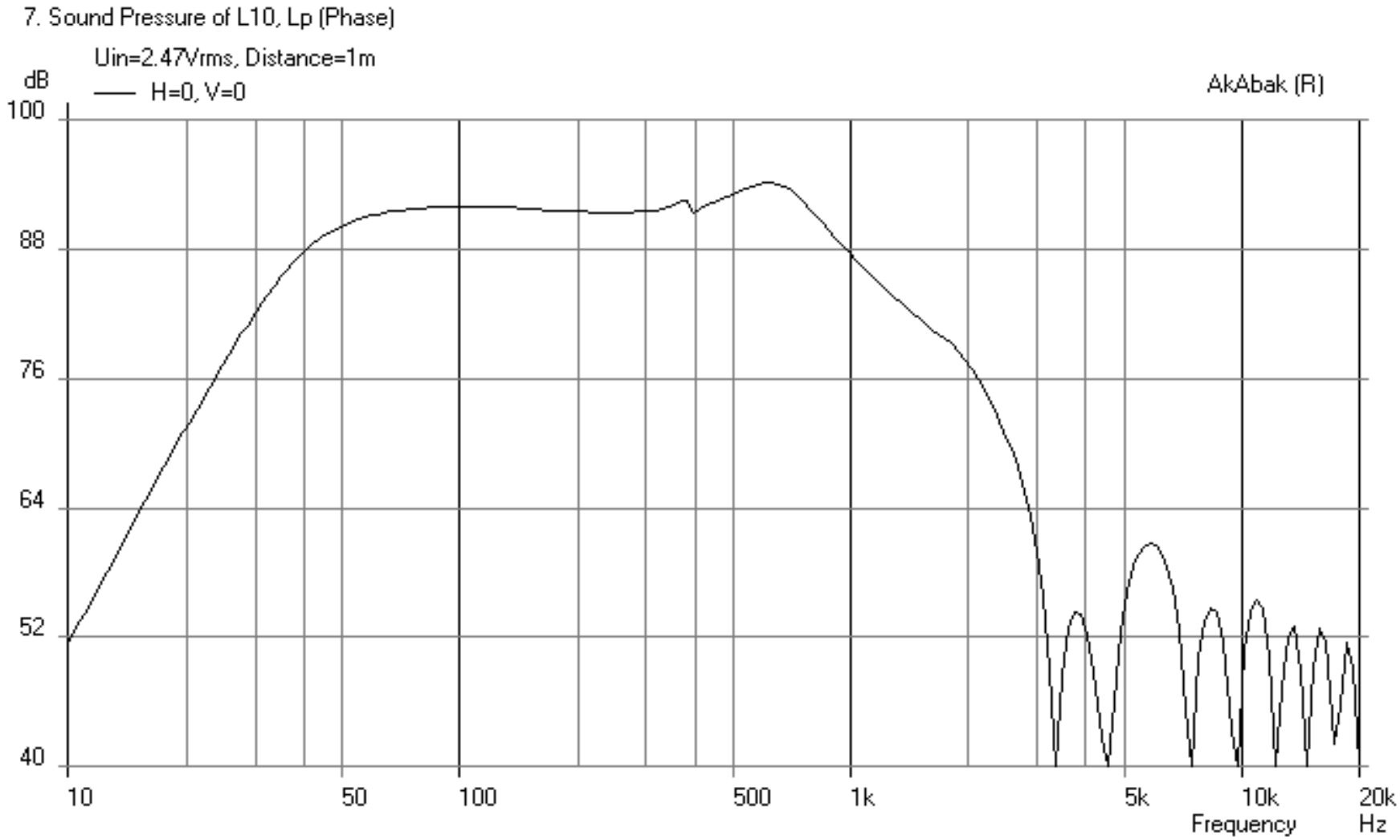


- α=3.65, h=1.35, q=1.7
- Dp,min=10cm

Skript nízkotónovej časti

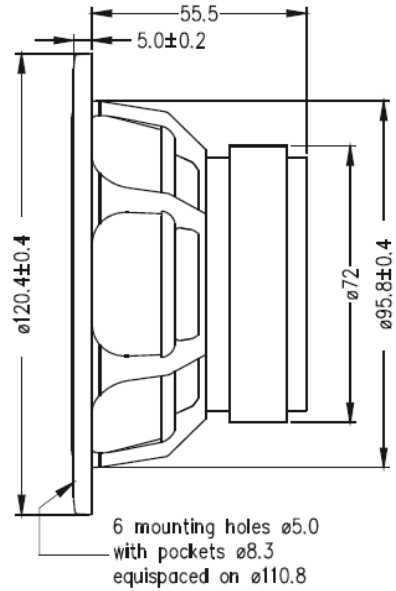
```
| Seas Prestige CA26RE4X H1316
| Revc=6.1Ohms; Levc=3.08mH; Bl=11.6N/A; Mmd=38.5g;
| Mmrd=3.8g; Rms=1.66Ns/m; Cms=1.1mm/N; Sd=350cm2
| Fs=25Hz; Qts=0.28; Qms=3.99; Qes=0.30; Vas=164lit;
| ymax=4mm; sens=91dB; Pe(lt)=80W

Def_Driver  'Woofer'
  SD=350cm2  dD1=5.5cm  tD1=6.5cm   |Cone
  fs=25Hz  Vas=164L  Qms=3.99
  Qes=0.3  Re=6.1ohm  Le=3.08mH  ExpoLe=0.618

System 'L'
  Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=1=0=2=3
  Radiator  'Rad1'  Def='D1'    Node=2
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E1'  Node=3
    Vb=45L  Sb=350cm2
    fb=34Hz  dD=10cm  QD/fo=0.34  Visc=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

Hladina akustického tlaku



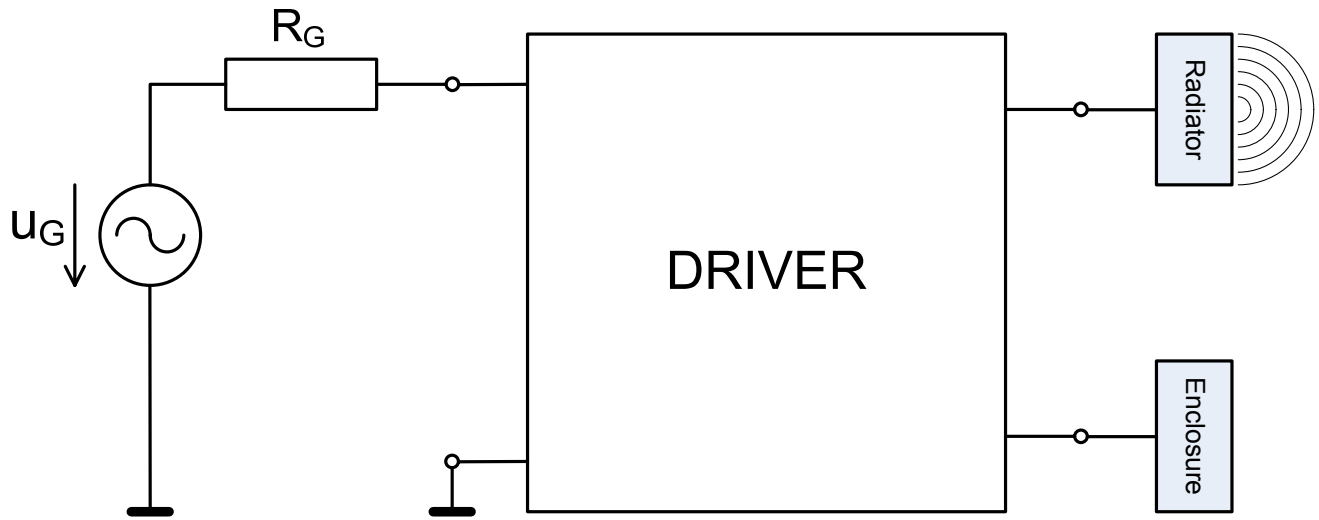
Stredotónový reproduktor

- QTC=0.9; a=1.58;



Nominal Impedance	8 Ohms	Voice Coil Resistance	6.3 Ohms
Recommended Frequency Range	400 - 5000 Hz	Voice Coil Inductance	0.31 mH
Short Term Power Handling *	400 W	Force Factor	4.2 N/A
Long Term Power Handling *	110 W	Free Air Resonance	68 Hz
Characteristic Sensitivity (2.83V, 1m)	86.0 dB	Moving Mass	4.58 g
Voice Coil Diameter	26 mm	Air Load Mass In IEC Baffle	0.24 g
Voice Coil Height	5.8 mm	Suspension Compliance	1.2 mm/N
Air Gap Height	4.0 mm	Suspension Mechanical Resistance	0.85 Ns/m
Linear Coil Travel (p-p)	1.8 mm	Effective Piston Area	55 cm^2
Maximum Coil Travel (p-p)	-	VAS	5 Litres
Magnetic Gap Flux Density	1.1 T	QMS	2.42
Magnet Weight	0.25 kg	QES	0.74
Total Weight	0.66 kg	QTS	0.56

Stredotónový reproduktor v zatvorenej ozvučnici
(Driver, Radiator, Enclosure)

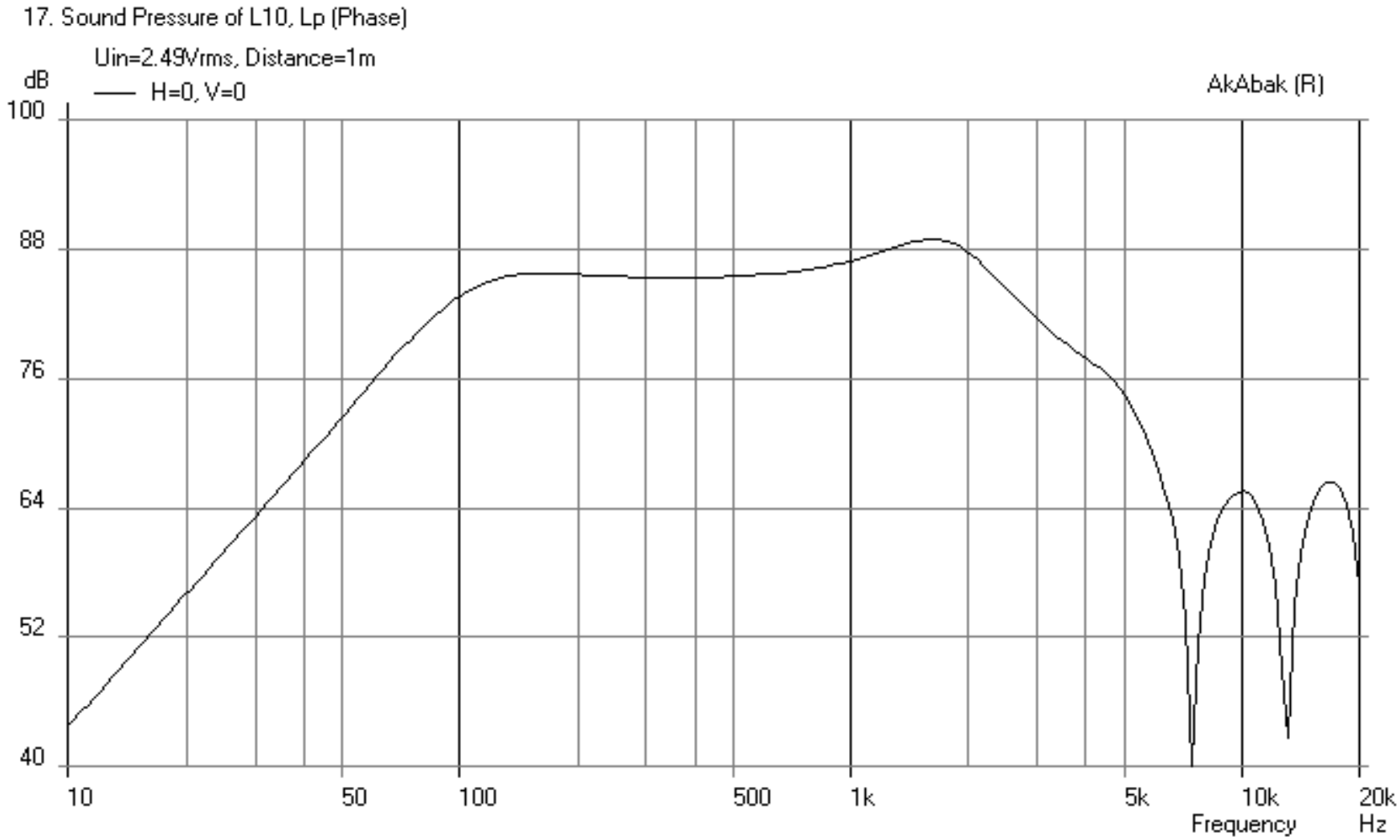


- QTC=0.9; a=1.58;

Skript stredotónovej časti

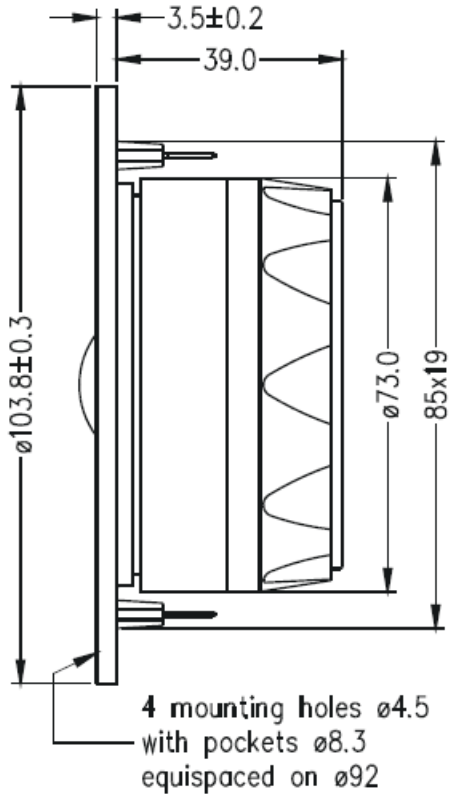
```
| Seas Prestige MCA12RC H1304
| Revc=6.3Ohms; Levc=0.31mH; Bl=4.2N/A; Mmd=4.58g;
|Mmrd=0.24g; Rms=0.85Ns/m; Cms=1.2mm/N;
|Sd=55cm2; Fs=68Hz; Qts=0.56; Qms=2.42; Qes=0.74; Vas=5lit.;
|ymax=0.9mm; sens=86dB; Pe(lt)=110W

Def_Driver  'Midrange'
  SD=55cm2  dD1=3.6cm  tD1=2.75cm   |Cone
  fs=68Hz  Vas=5L  Qms=2.42
  Qes=0.74  Re=6.2ohm  Le=0.31mH  ExpoLe=0.618

System 'M'
  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=1=0=4=5
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=4
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=5
    Vb=1.75L  Sb=55cm2
```

Hladina akustického tlaku stredotónovej časti



Vysokotónový reproduktor

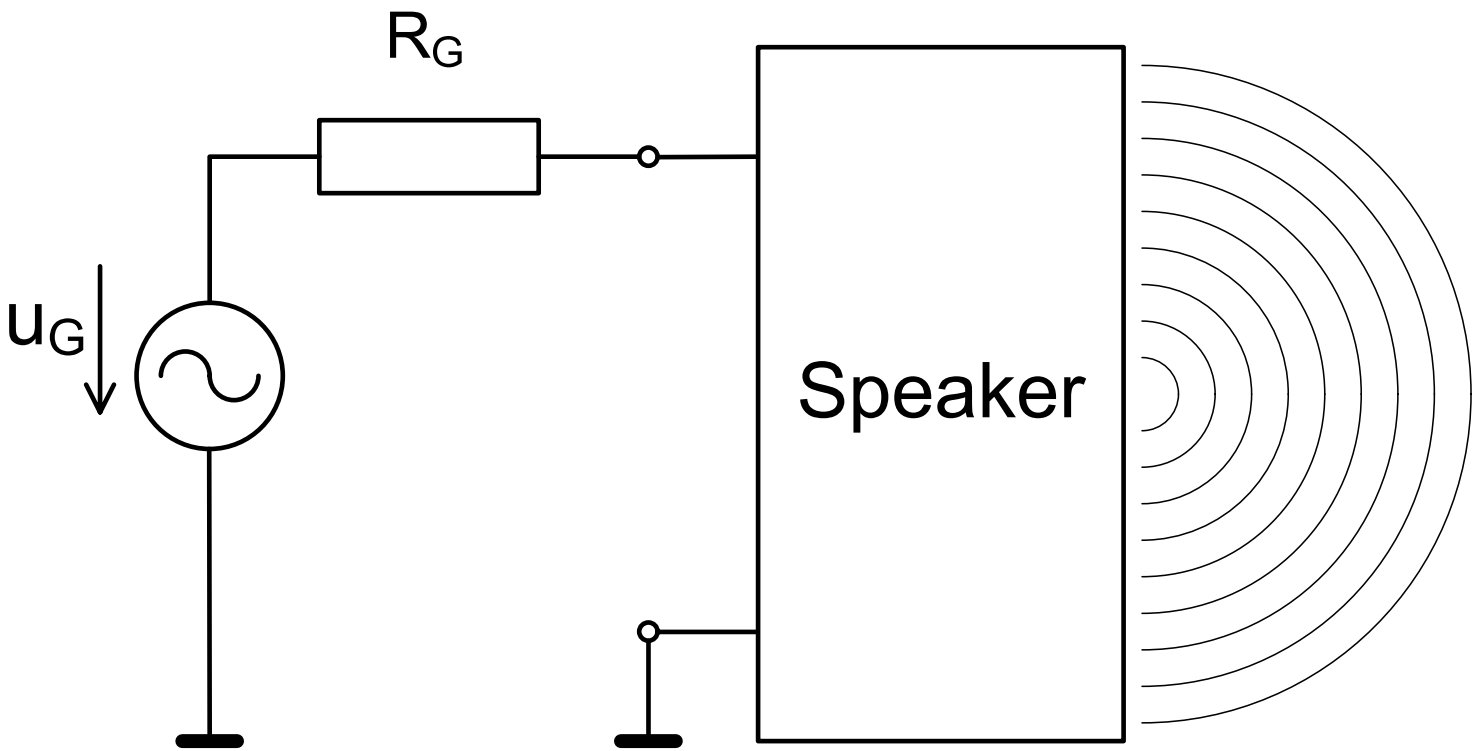
- ...



Nominal Impedance	6 Ohms	Voice Coil Resistance	4.8 Ohms
Recommended Frequency Range	1500 - 25000 Hz	Voice Coil Inductance	0.05 mH
Short Term Power Handling *	220 W	Force Factor	3.5 N/A
Long Term Power Handling *	90 W	Free Air Resonance	550 Hz
Characteristic Sensitivity (2.83V, 1m)	90 dB	Moving Mass	0.37 g
Voice Coil Diameter	26 mm	Effective Piston Area	7.5 cm^2
Voice Coil Height	1.5 mm	Magnetic Gap Flux Density	1.8 T
Air Gap Height	2.0 mm	Magnet Weight	0.25 kg
Linear Coil Travel (p-p)	0.5 mm	Total Weight	0.50 kg

Vysokotónový reproduktor
(Speaker)

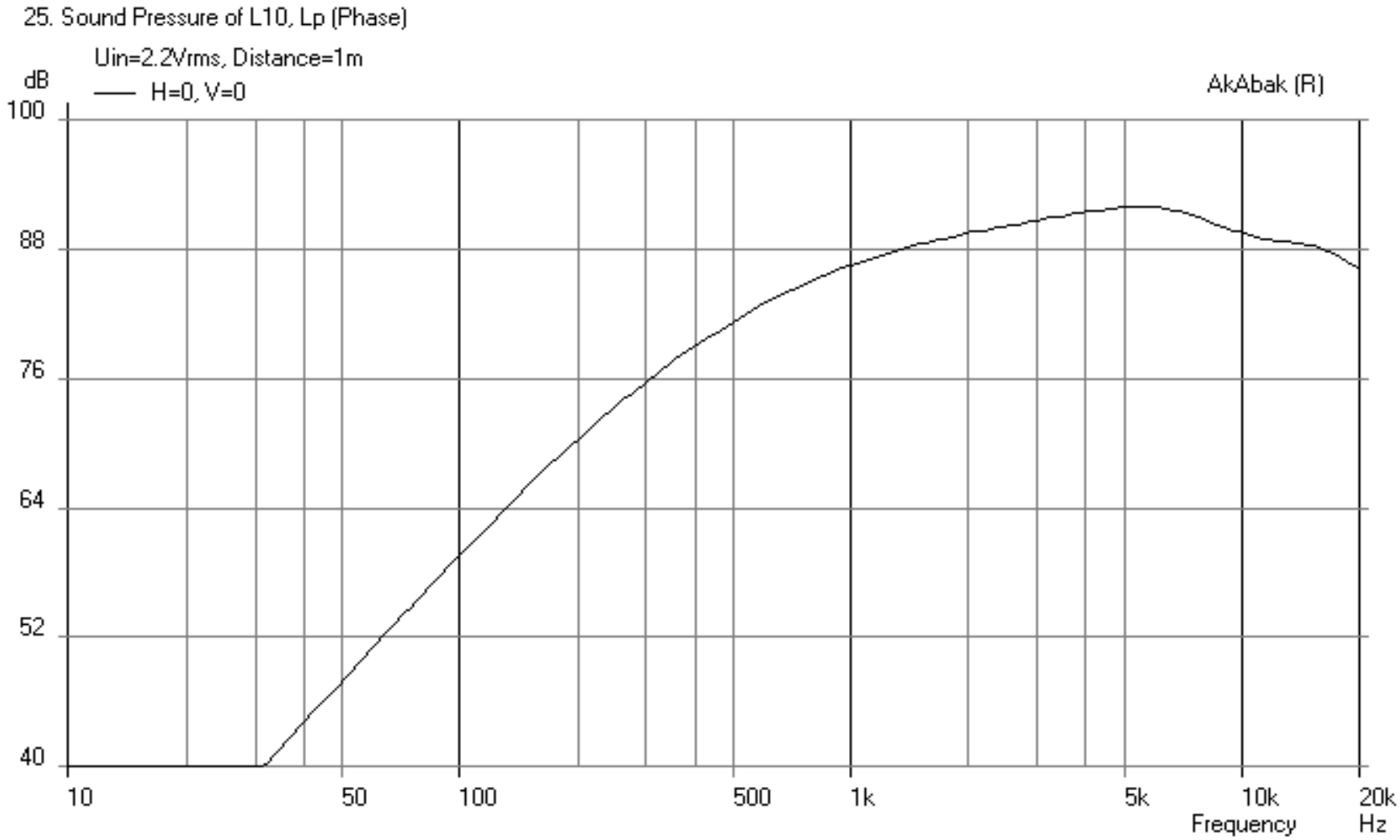
- ...



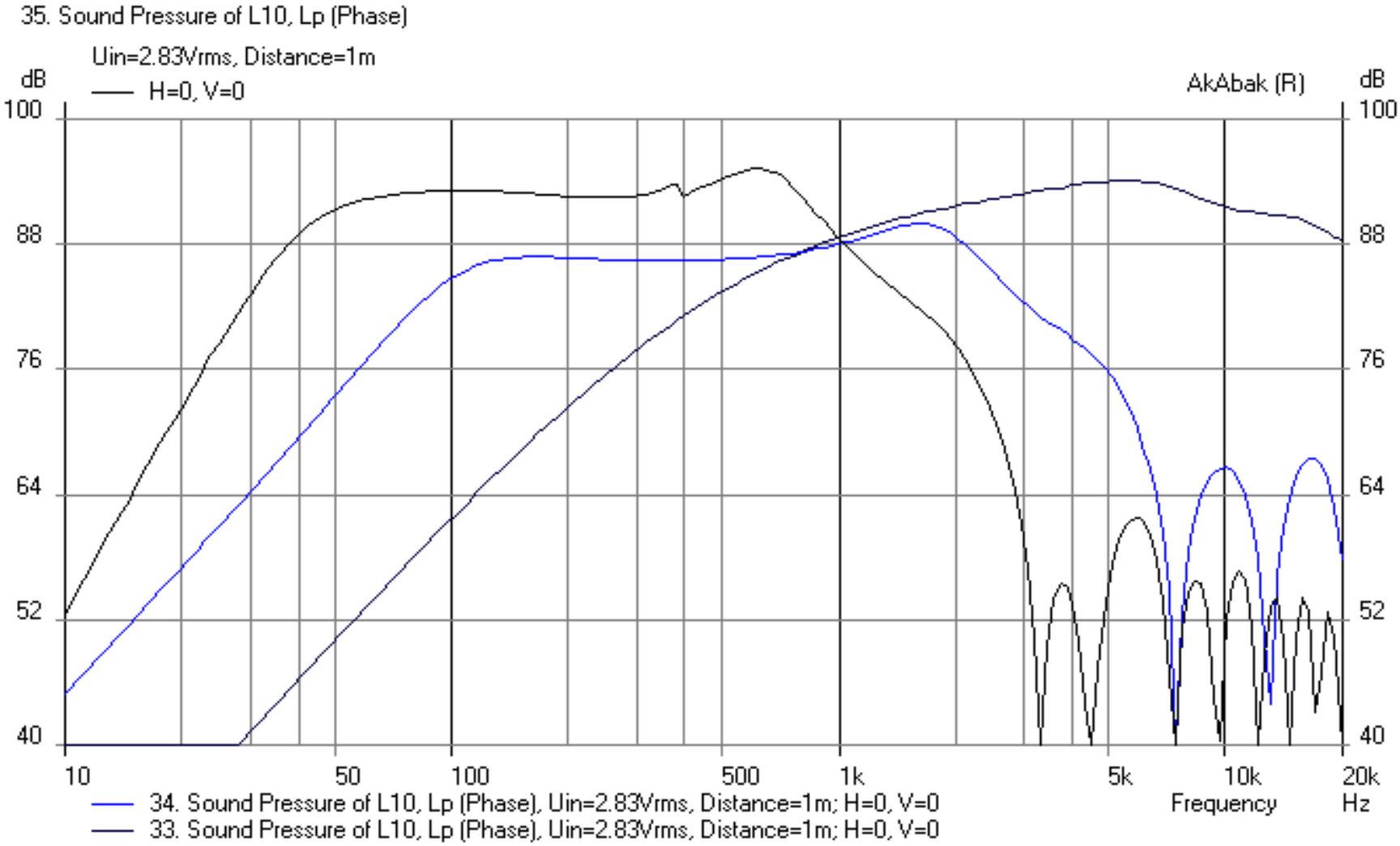
Skript vysokotónovej časti

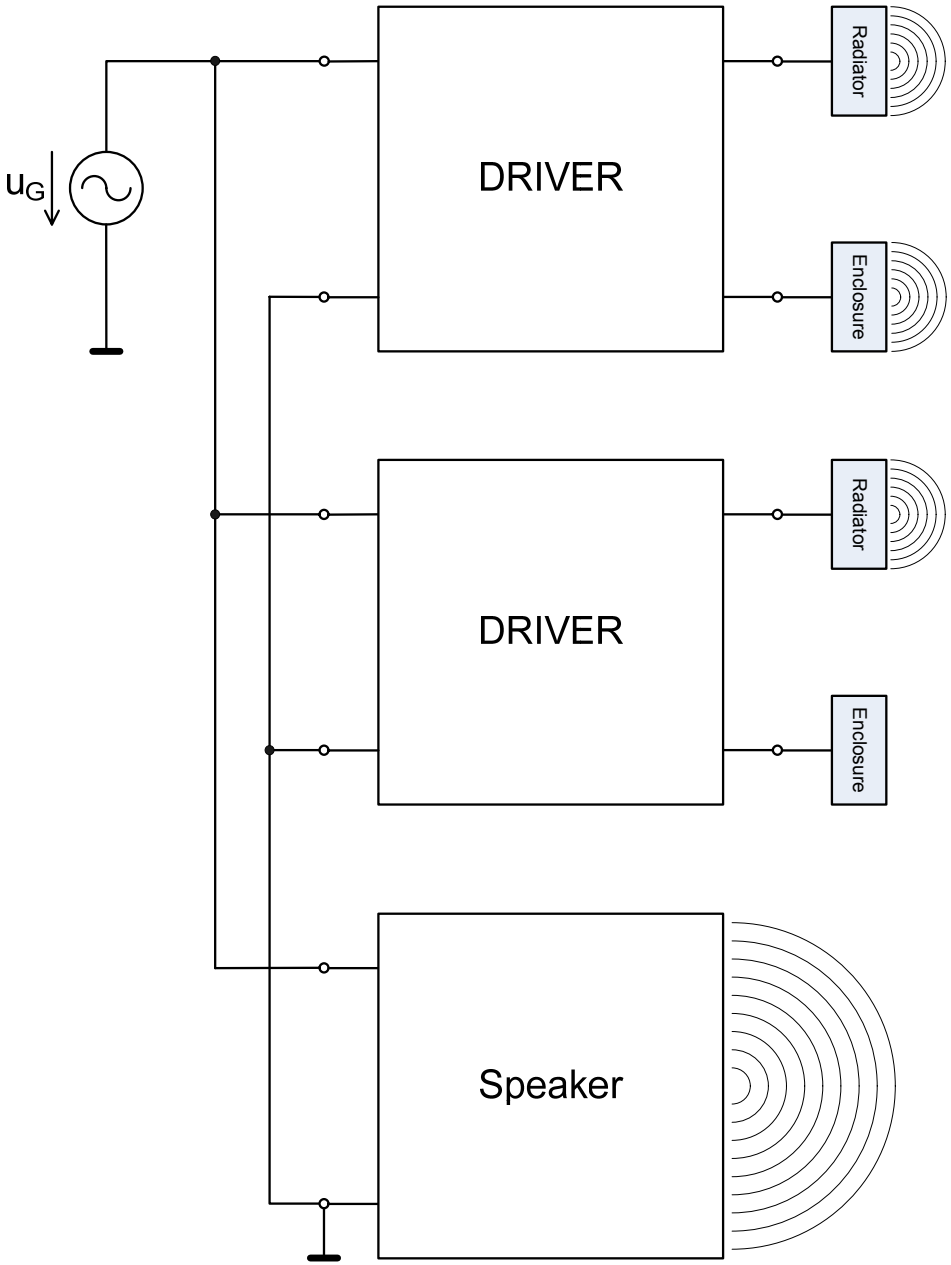
```
| Seas Prestige 27TDFC H1189
| Revc=4.8Ohms; Levc=0.05mH; Bl=3.5N/A; Mms=0.37g; Sd=7.5cm2
| Fs=550Hz; ymax=0.25mm; sens=90dB; Pe(lt)=90W

Def_Speaker  'Tweeter'
  Meas_Dipole
  SD=7.5cm2  tD1=5.5mm t1=3.5mm  |Convex Dome
  fs=550Hz  Vas=17.8cm3  Qms=2.425
  Bl=3.5Tm  Re=4.8ohm  Le=50uH  ExpoLe=0.618

System 'T'
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=1=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

Hladina akustického tlaku



Hladiny akustických tlakov v troch subpásmach - porovnanie



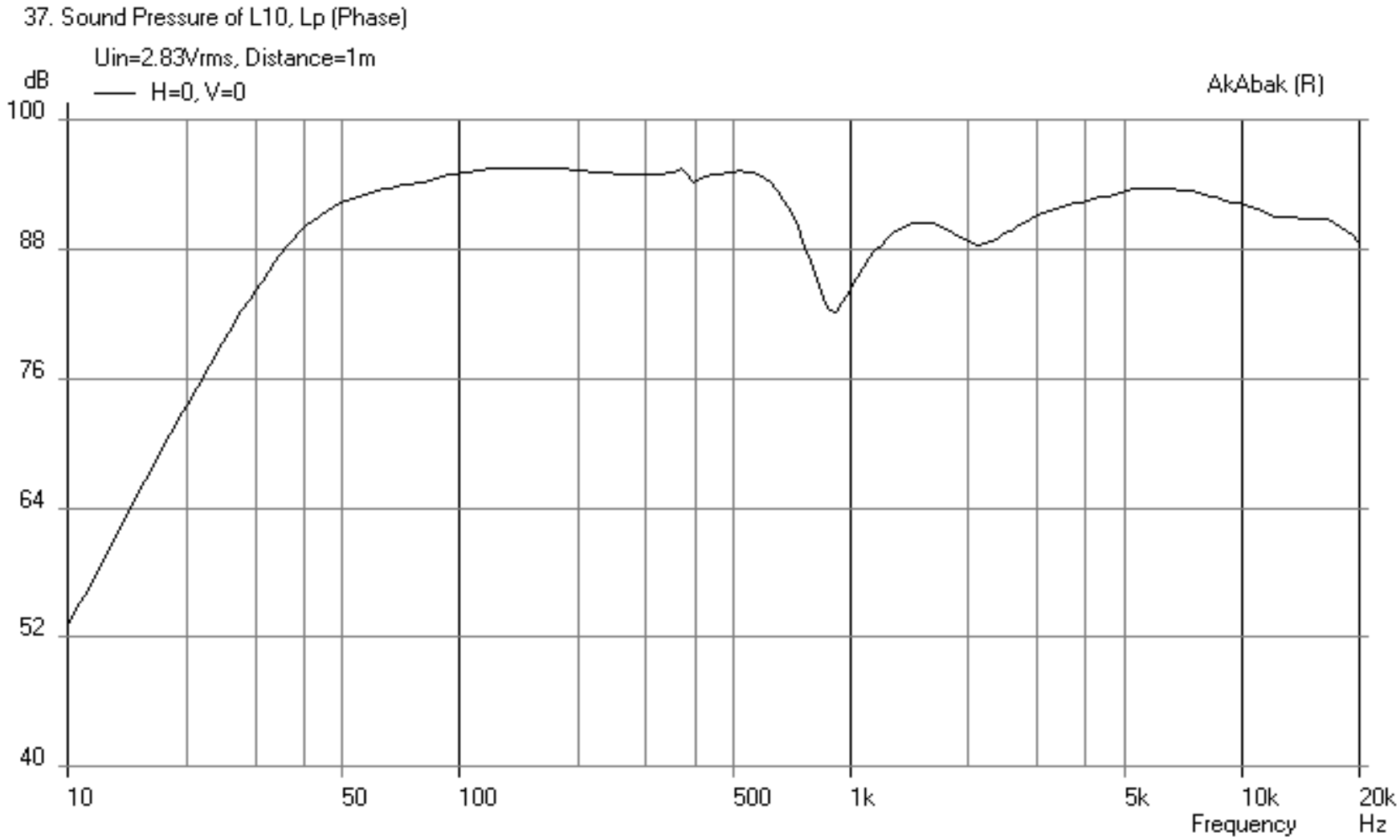


Všetky tri reproduktory dohromady

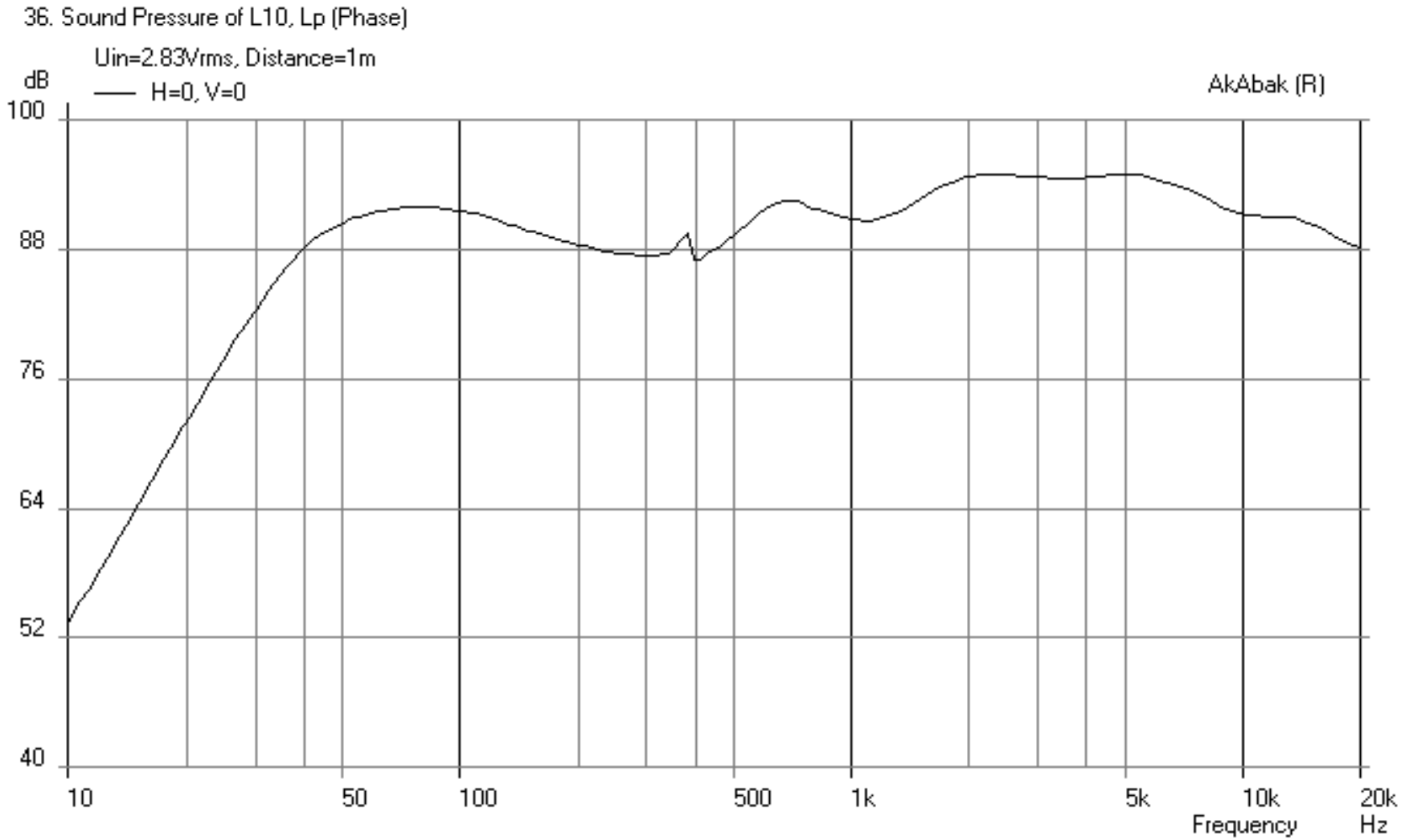
Skript

```
Def_Driver  'Woofer'
  SD=350cm2  dD1=5.5cm  tD1=6.5cm   |Cone
  fs=25Hz  Vas=164L  Qms=3.99  Qes=0.3  Re=6.1ohm  Le=3.08mH  ExpoLe=0.618

Def_Driver  'Midrange'
  SD=55cm2  dD1=3.6cm  tD1=2.15cm   |Cone
  fs=68Hz  Vas=5L  Qms=2.42  Qes=0.74  Re=6.2ohm  Le=0.31mH  ExpoLe=0.618

Def_Speaker  'Tweeter'
  Meas_Dipole
  SD=7.5cm2  tD1=5.5mm t1=3.5mm  |Convex Dome
  fs=550Hz  Vas=17.8cm3  Qms=2.425  Bl=3.5Tm  Re=4.8ohm  Le=50uH  ExpoLe=0.618

System 'L'
  Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=1=0=2=3
  Radiator  'Rad1'  Def='D1'    Node=2
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E1'  Node=3
    Vb=45L  Sb=350cm2  fb=34Hz  dD=10cm  QD/fo=0.34  Visc=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0

System 'M'
  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=1=0=4=5
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=4
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=5
    Vb=3.2L  Sb=55cm2

System 'T'
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=1=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

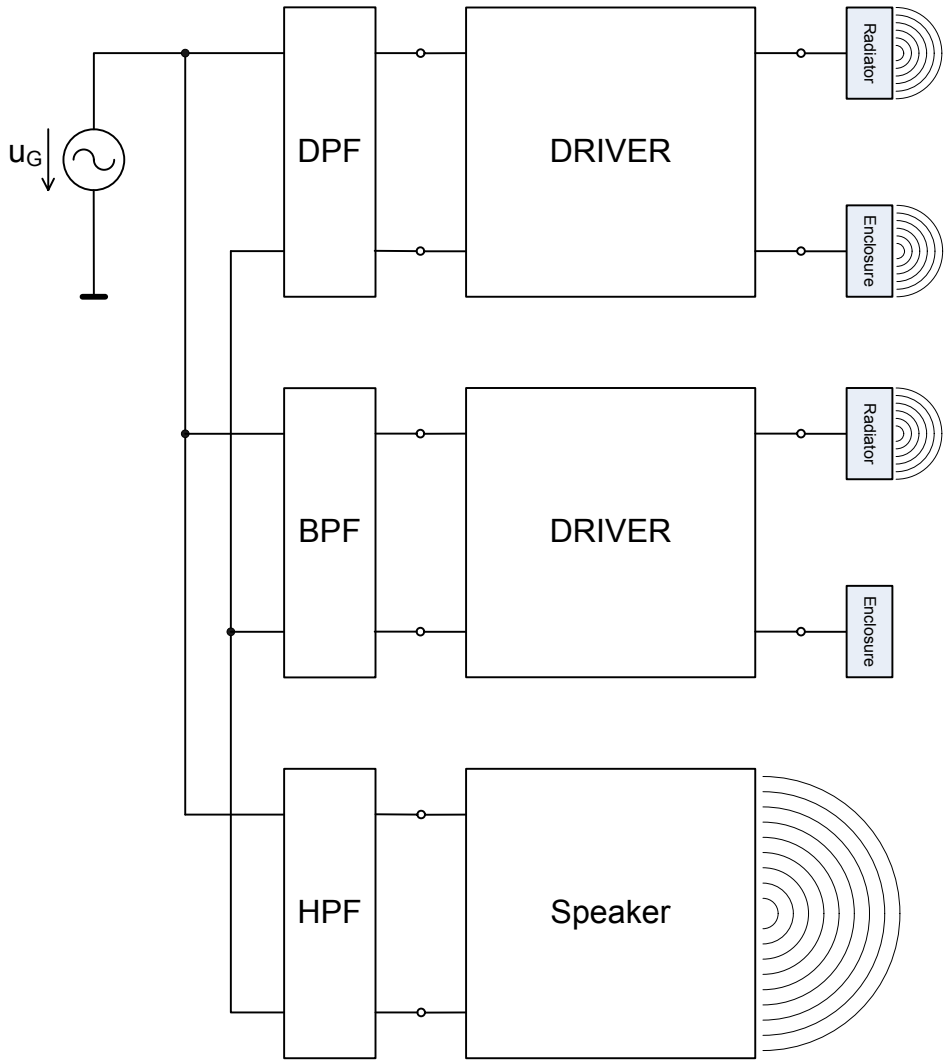
Celková hladina akustického tlaku pri rovnakej polarite reproduktorov



Celková hladina akustického tlaku: opačná polarita stredotónového reproduktora



Použitie elektrických filtrov vo funkcii „výhybiek“

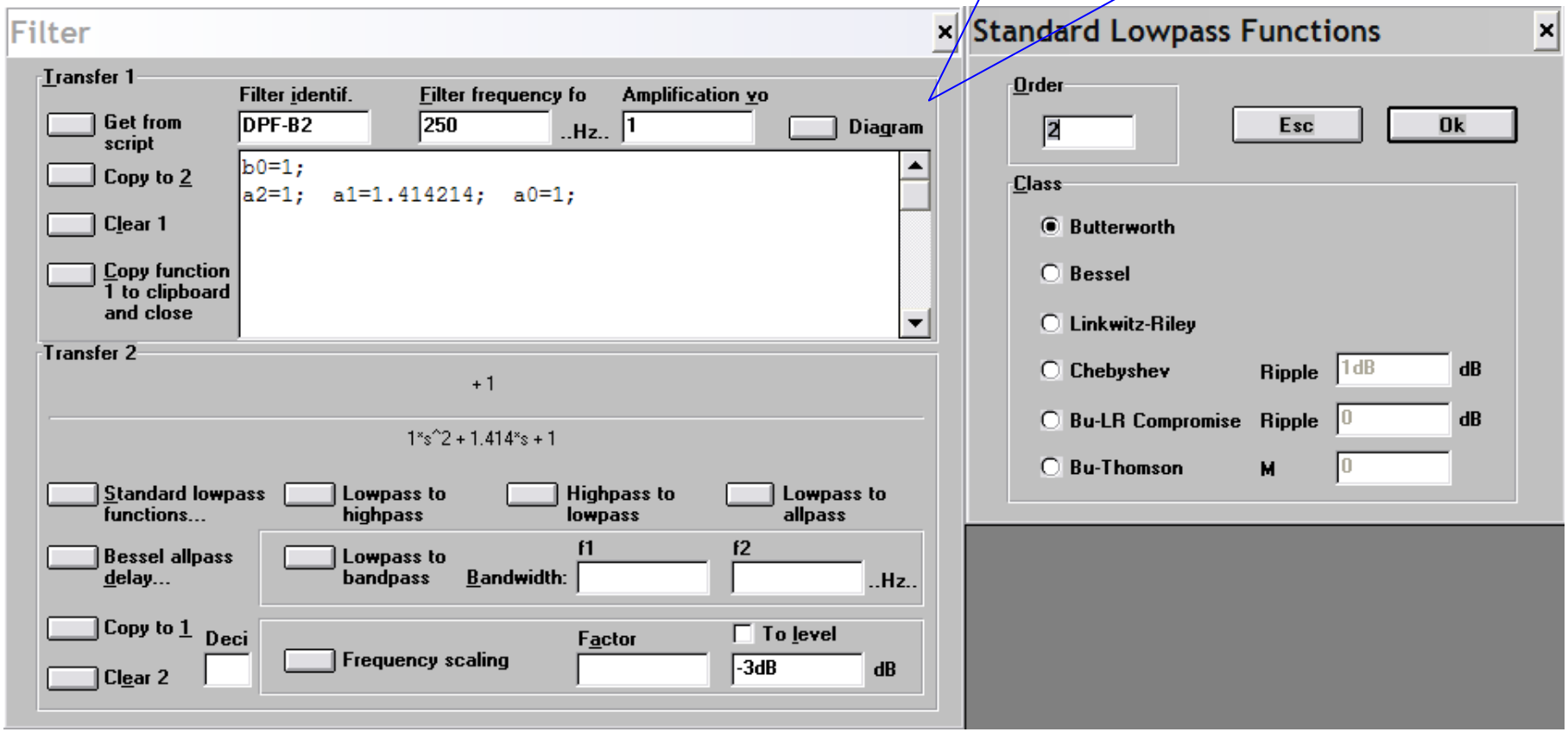


Filter-Dialog: Dolnopriepustný filter

(Butterworth, 2. rád)

$$H(s) = \frac{1}{s_0^{\,2} + 1.414214 s_0 + 1} \qquad s_0 = \frac{s}{\omega_0}$$

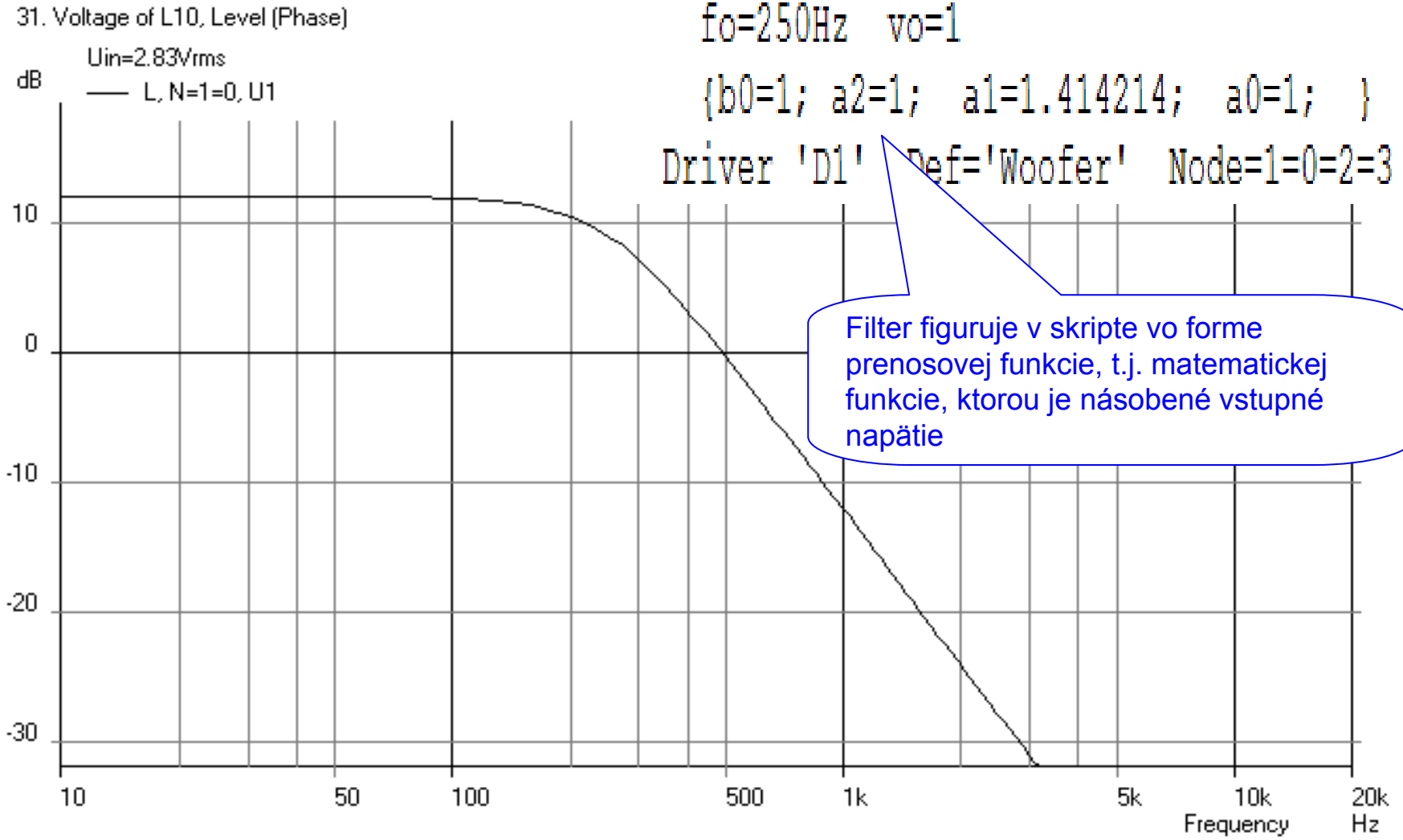
1. Standard Lowpass Functions
2. Výber „Order“ a „Class“ filtra
3. Copy to 1
4. Vloženie „Filter identif.“, „Filter frequency f0“ a „Amplification“
5. Copy function 1 to clipboard and close



AFCH dolnopriepustného filtra

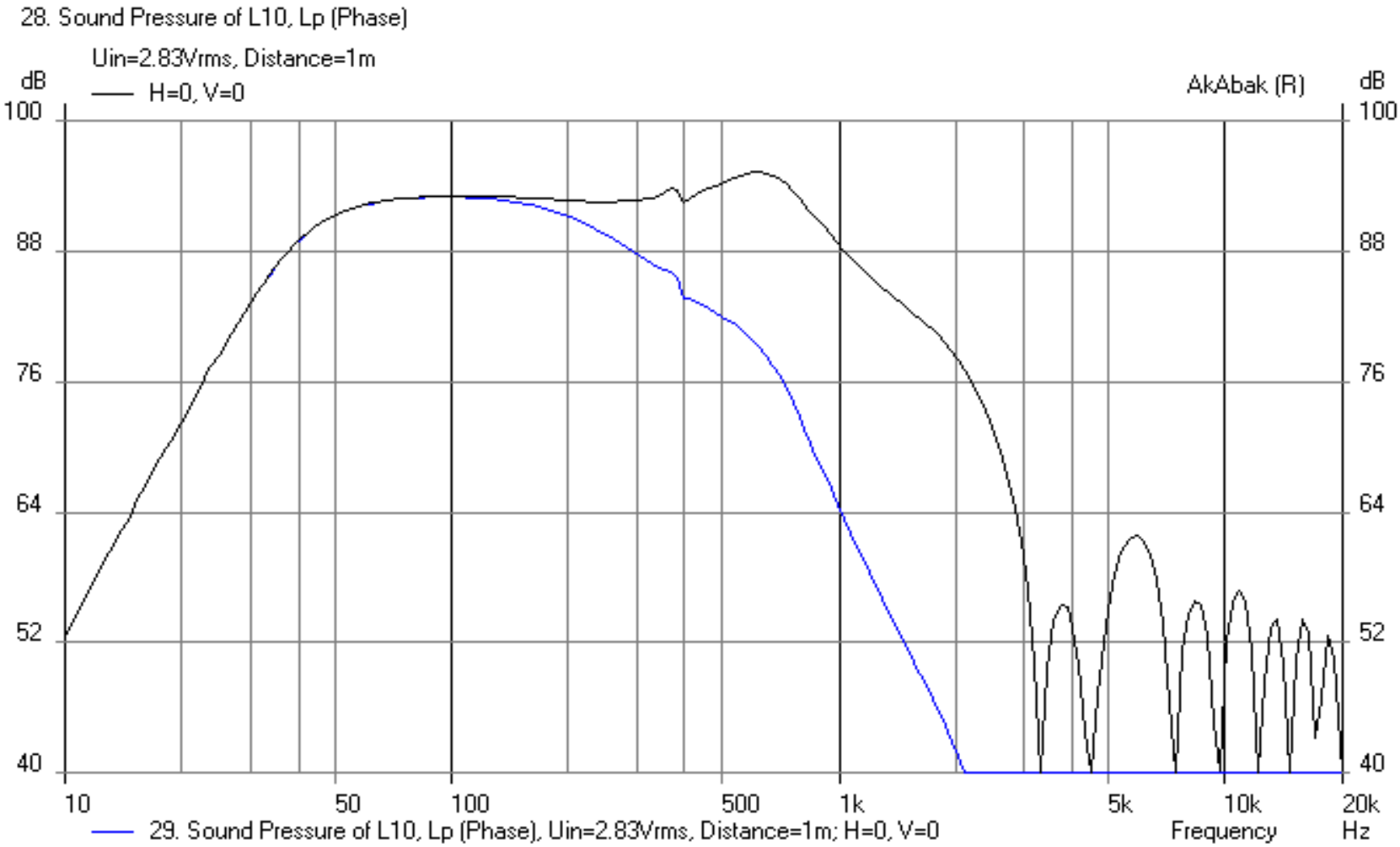
(Butterworthov filter 2. rádu)

```
System 'L'
  Filter    'LPF-B'
    fo=250Hz  vo=1
    {b0=1; a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }
  Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=1=0=2=3
```



Filter figuruje v skripte vo forme prenosovej funkcie, t.j. matematickej funkcie, ktorou je násobené vstupné napätie

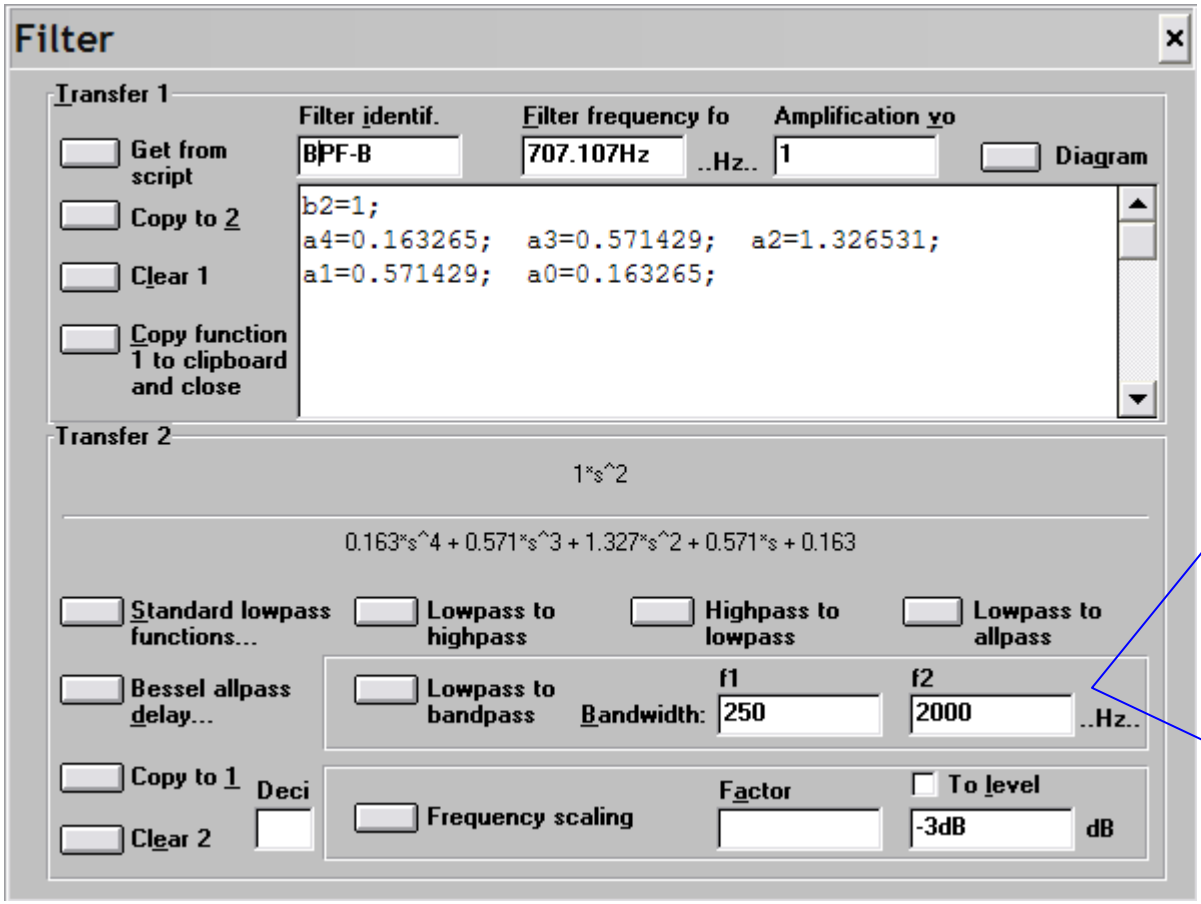
Hladina akustického tlaku nízkotónovej časti pred filtráciou a po filtrácii dolným priepustom



Filter-Dialog:
Pásmový priepust

(Butterworth, 4. rád)

$$H(s) = \frac{s_0^{\,2}}{0.163s_0^{\,4} + 0.571s_0^{\,3} + 1.327s_0^{\,2} + 0.571s_0 + 1} \qquad s_0 = \frac{s}{\omega_0}$$

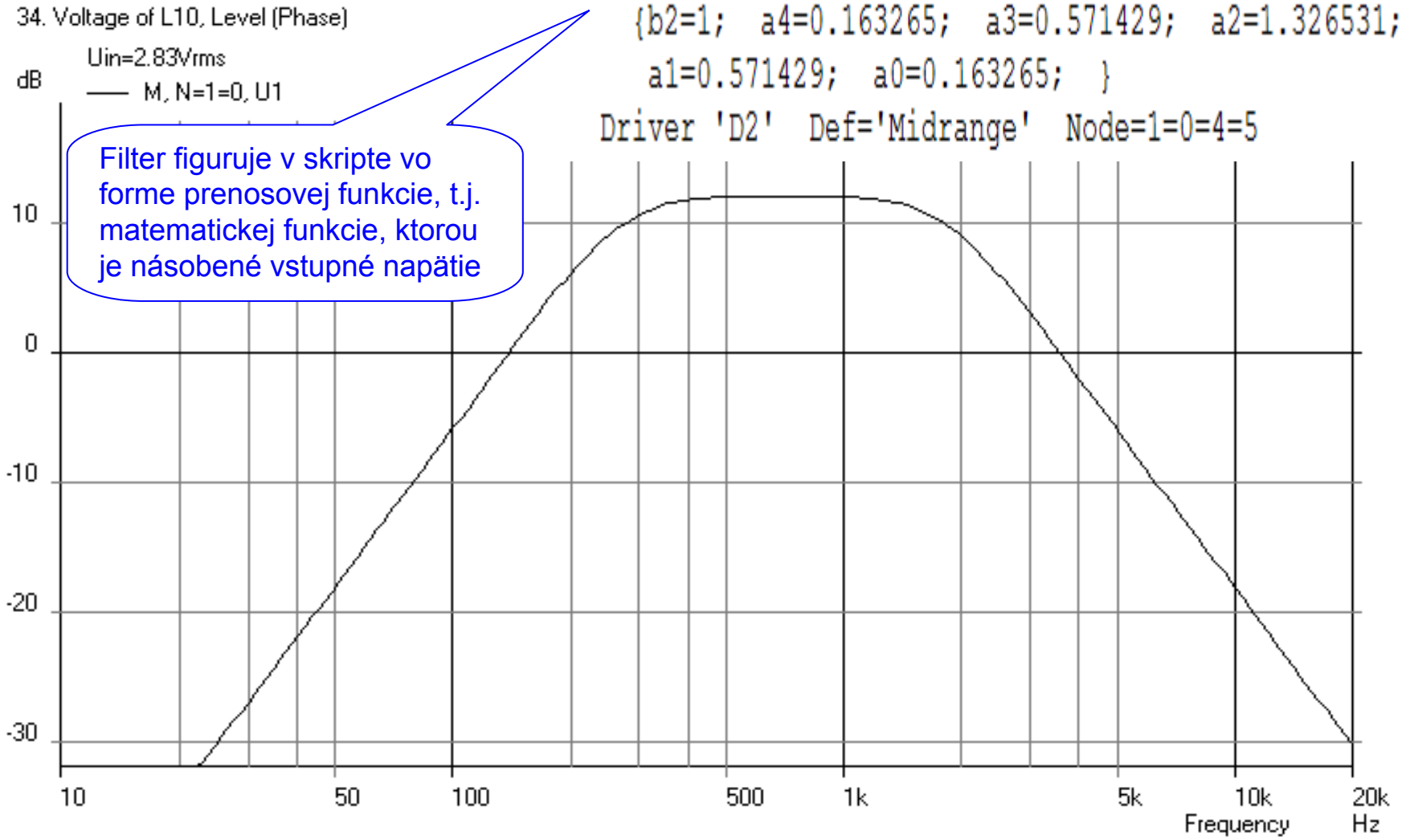


1. Standard Lowpass Functions
2. Výber „Order“ a „Class“ filtra
3. Vložiť „Bandwith“ – frekvencie f1 a f2 (požadované medzné frekvencie pásmového priepustu)
4. Lowpass to bandpass
5. Copy to 1
6. Vloženie „Filter identif.“ a „Amplification“ (filter frequency f0 je automaticky vypočítaná ako geometrický priemer frekvencií f1 a f2
7. Copy function 1 to clipboard and close

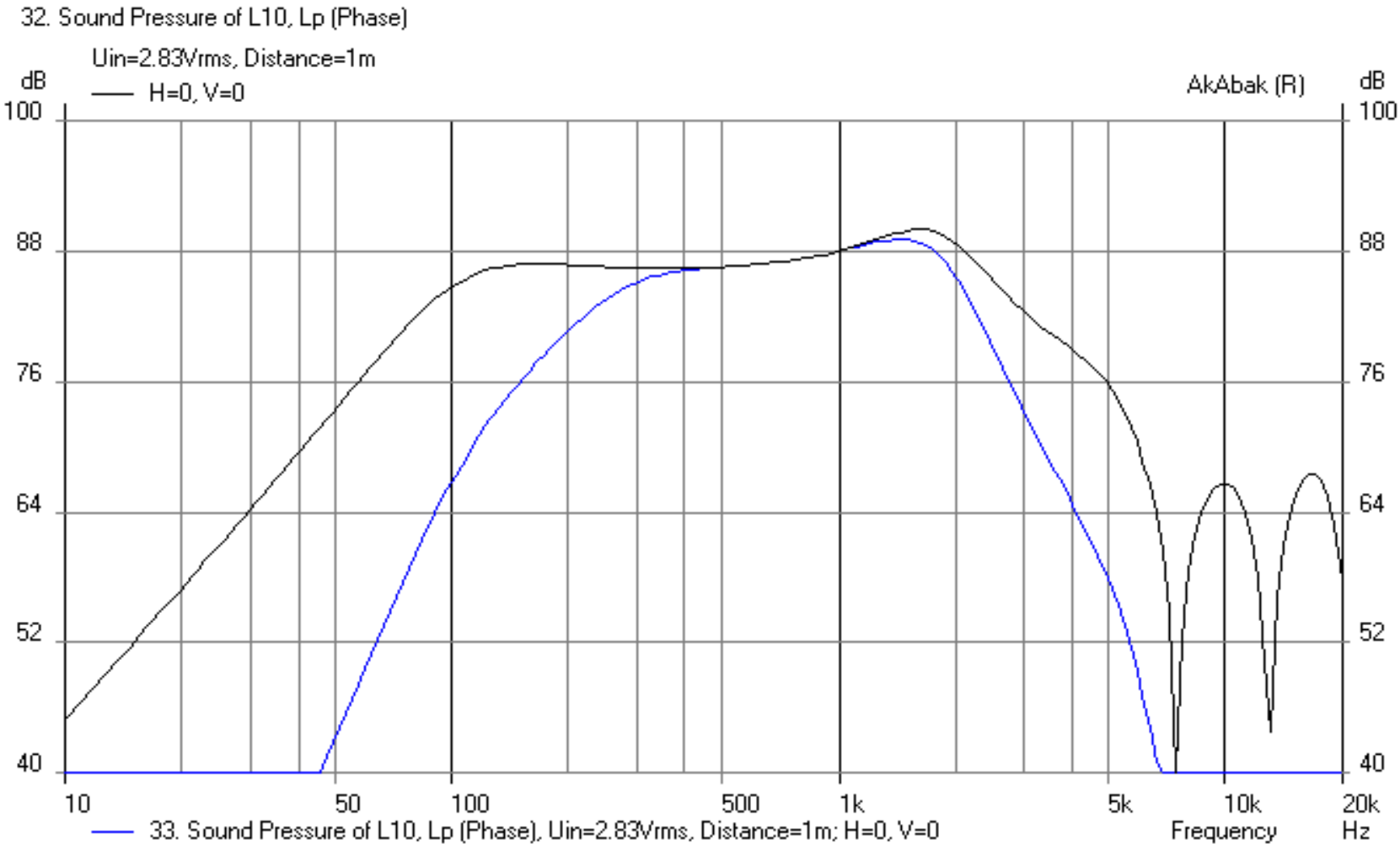
AFCH pásmového priepustu
(Butterworthov, 2. rád)

```
System 'M'
  Filter    'BPF-B'
    fo=707.107Hz  vo=1
    {b2=1;  a4=0.163265;  a3=0.571429;  a2=1.326531;
     a1=0.571429;  a0=0.163265;  }
  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=1=0=4=5
```

Filter figuruje v skripte vo forme prenosovej funkcie, t.j. matematickej funkcie, ktorou je násobené vstupné napätie

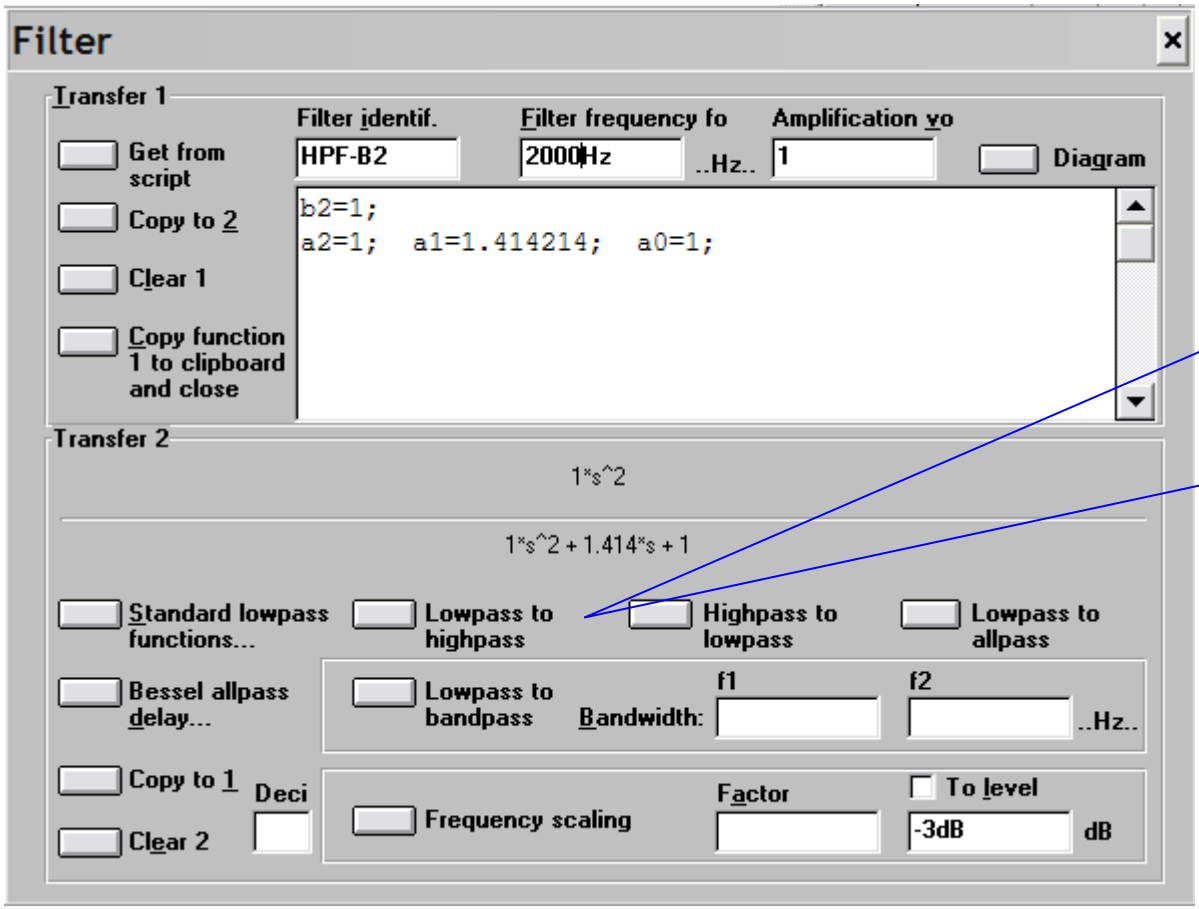


Hladina akustického tlaku stredotónovej časti pred filtráciou a po filtrácii pásmovým priepustom



Filter-Dialog: Hornopriepustný filter (Butterworth, 2. rád)

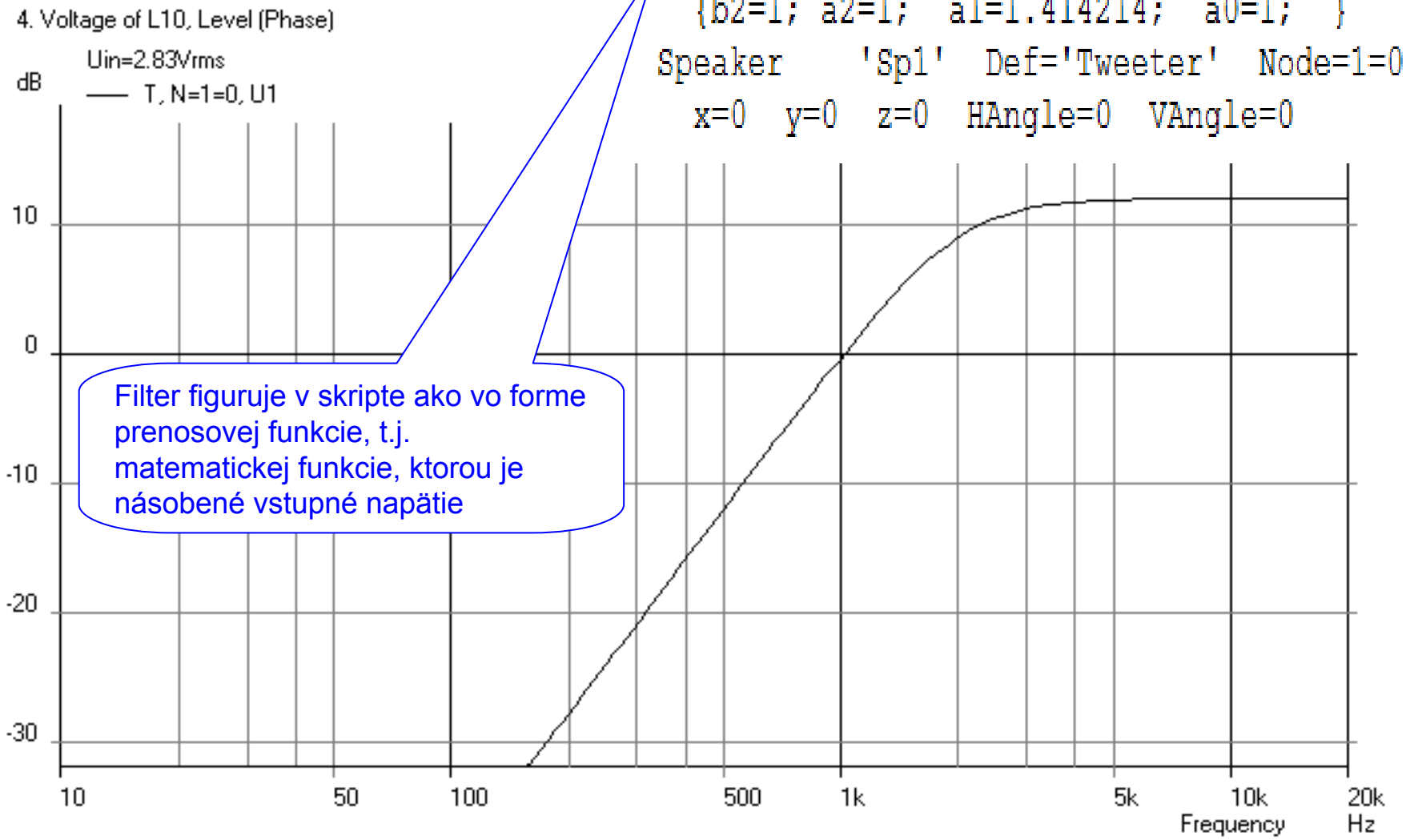
$$H(s) = \frac{s_0^{\,2}}{s_0^{\,2} + 1.414 s_0 + 1} \qquad s_0 = \frac{s}{\omega_0}$$



1. Standard Lowpass Functions
2. Výber „Order“ a „Class“ filtra
3. Lowpass to highpass
4. Copy to 1
5. Vloženie „Filter identif.“, „Filter frequency f0“ a „Amplification“
6. Copy function 1 to clipboard and close

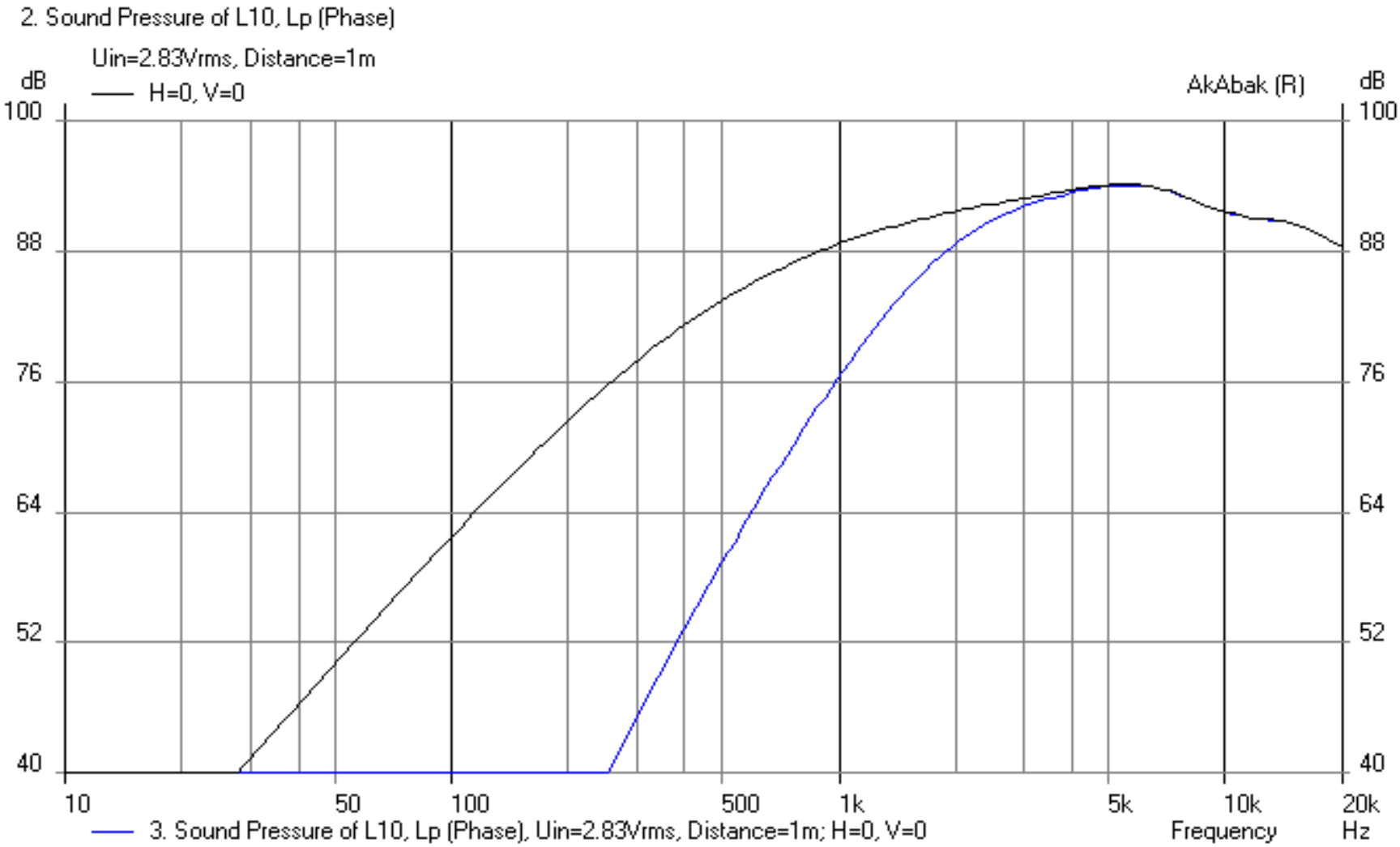
AFCH hornopriepustného filtra
(Butterworthov, 2. rád)

```
System 'T'
  Filter    'HPF-B2'
    fo=2kHz  vo=1
    {b2=1; a2=1;  a1=1.414214;  a0=1;  }
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=1=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```



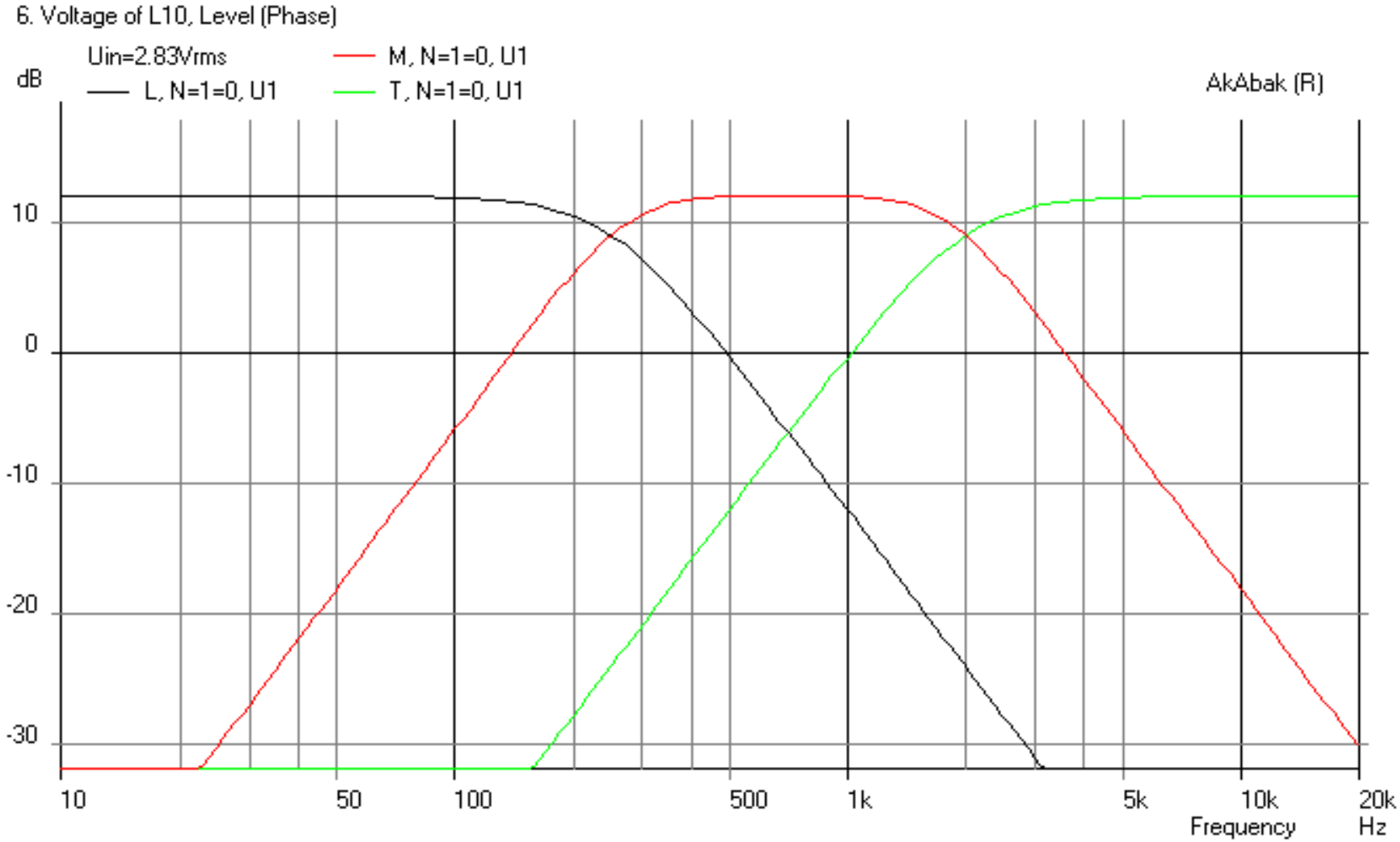
Filter figuruje v skripte ako vo forme prenosovej funkcie, t.j. matematickej funkcie, ktorou je násobené vstupné napätie

Hladina akustického tlaku vysokotónovej časti pred filtráciou a po filtrácii

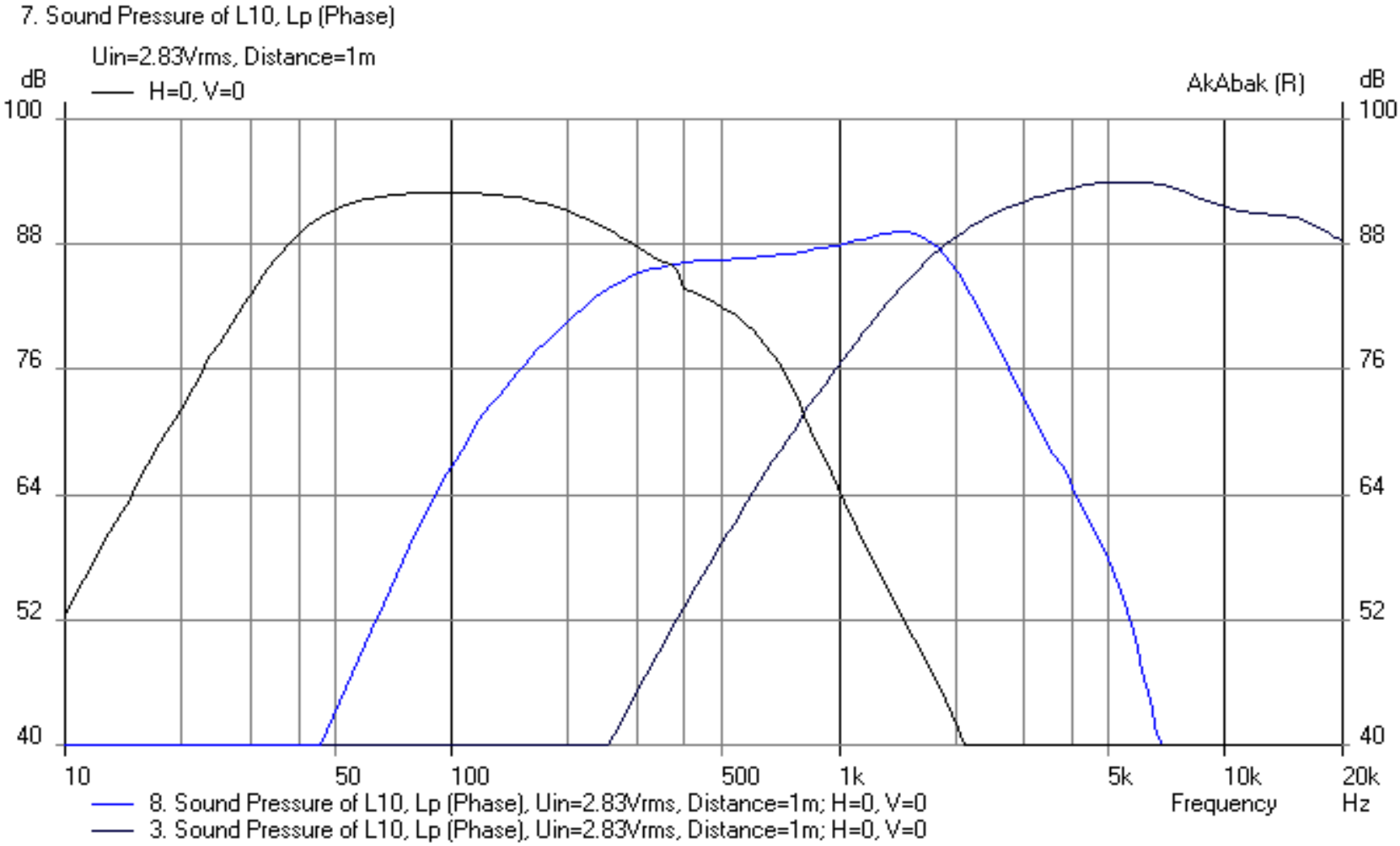


AFCH dolnopriepustného filtra, pásmového priepustu a hornopriepustného filtra: porovnanie

(Butterworth, 2. rád)

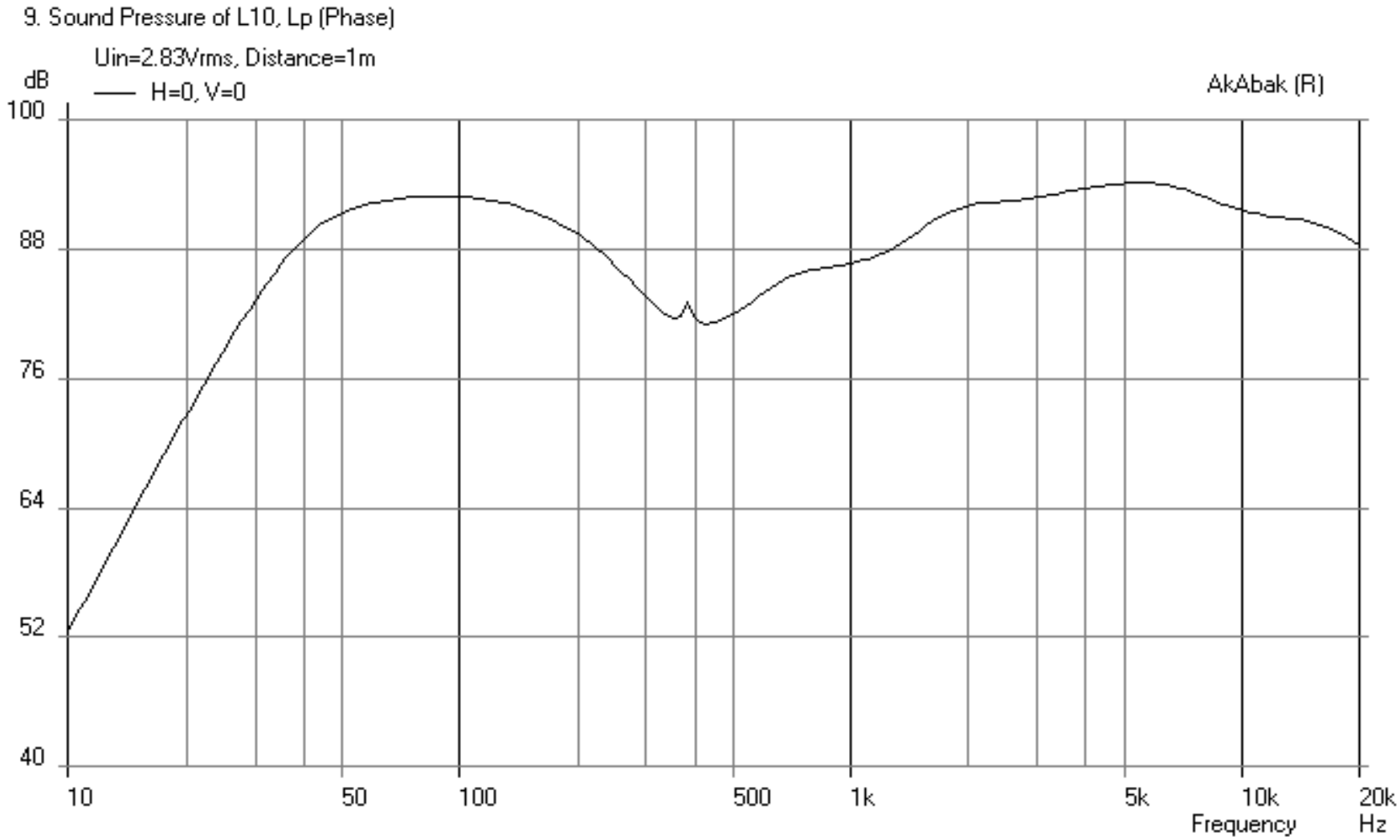


Hladiny akustických tlakov nízkotónovej, stredotónovej a vysokotónovej po filtrácii: porovnanie



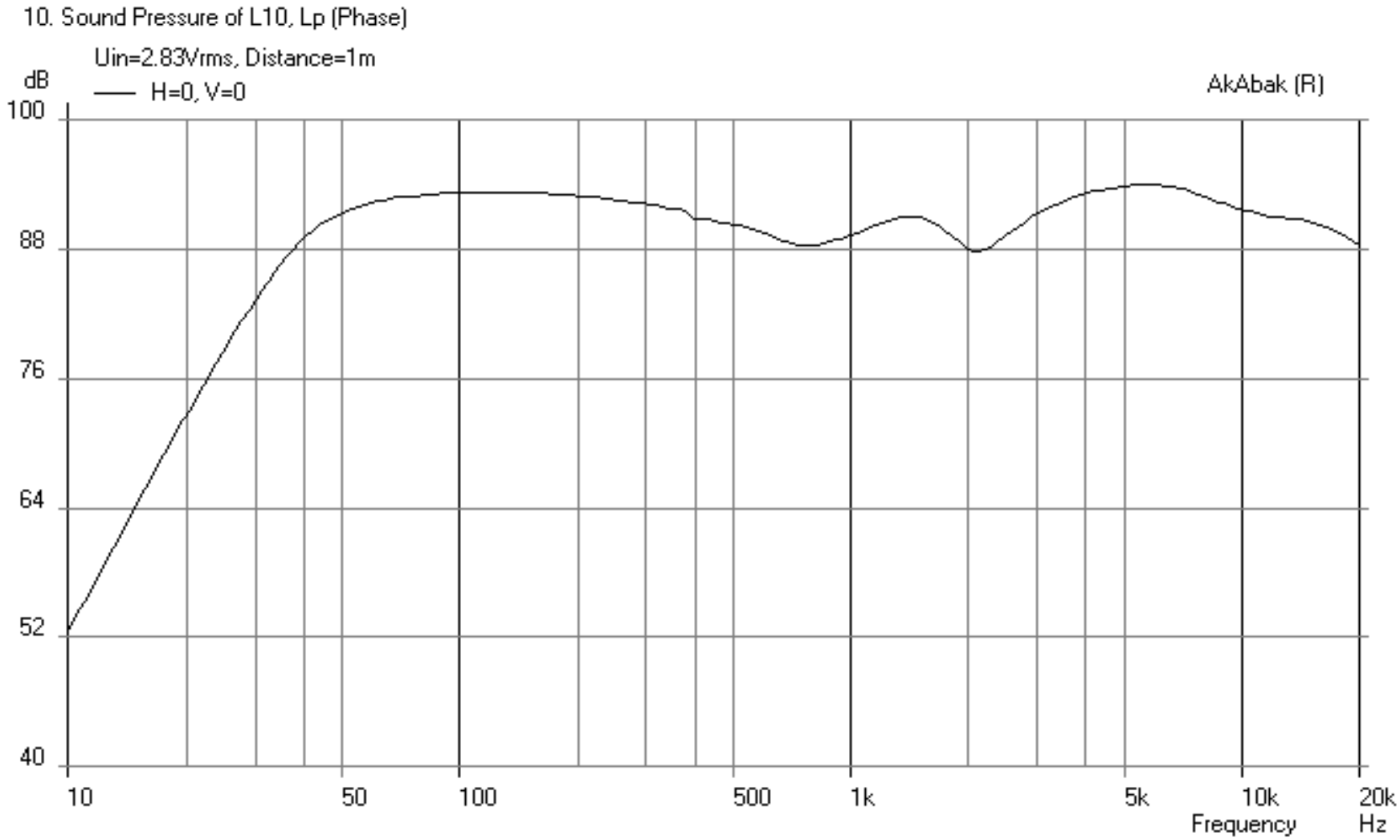
Celková hladina akustického tlaku s použitím elektrických filtrov

(súčet akustických tlakov nízkotónovej, stredotónovej a vysokotónovej)

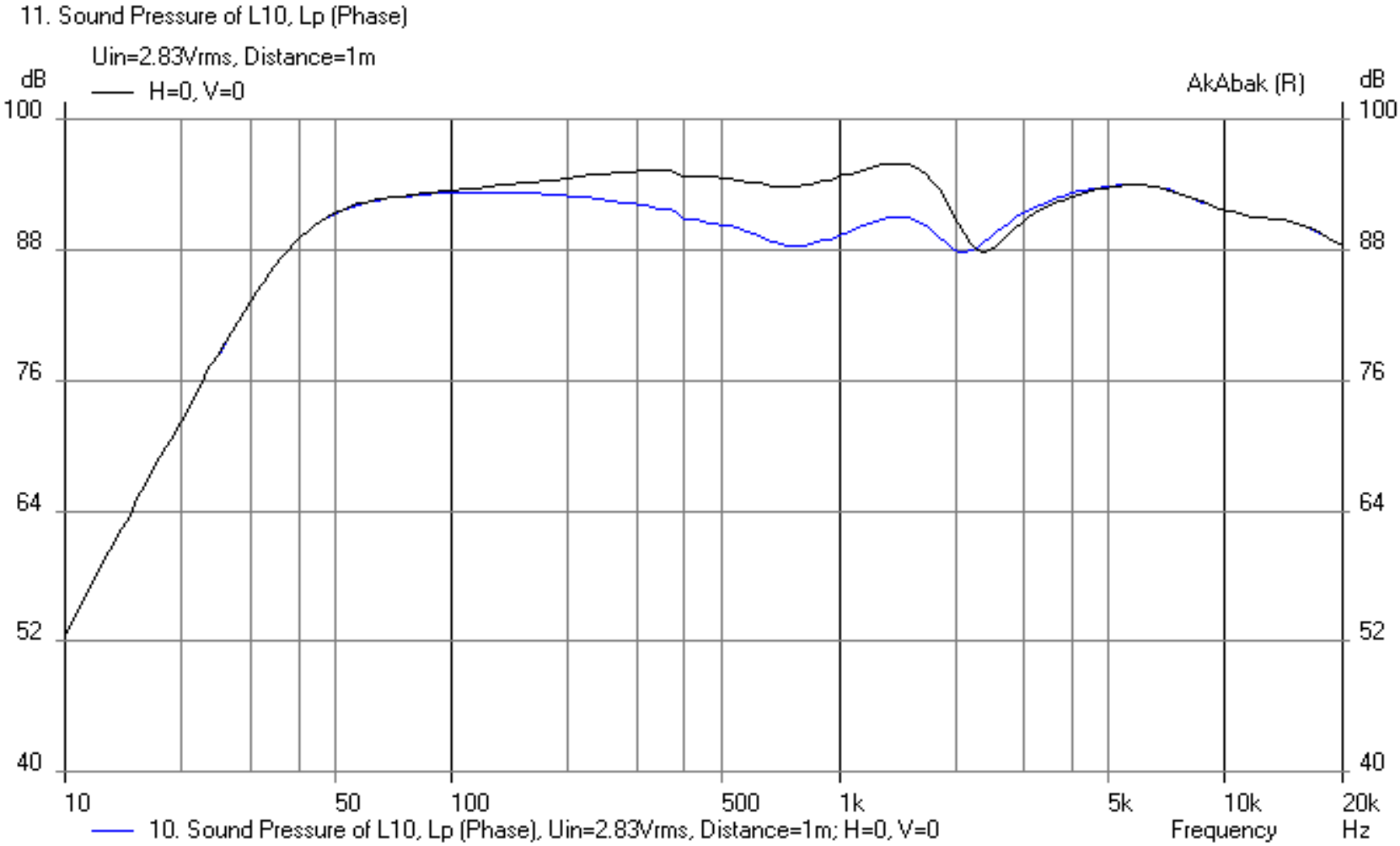


Celková hladina akustického tlaku s použitím elektrických filtrov

(súčet akustických tlakov nízkotónovej, stredotónovej a vysokotónovej, opačná polarita stredotónového reproduktora)



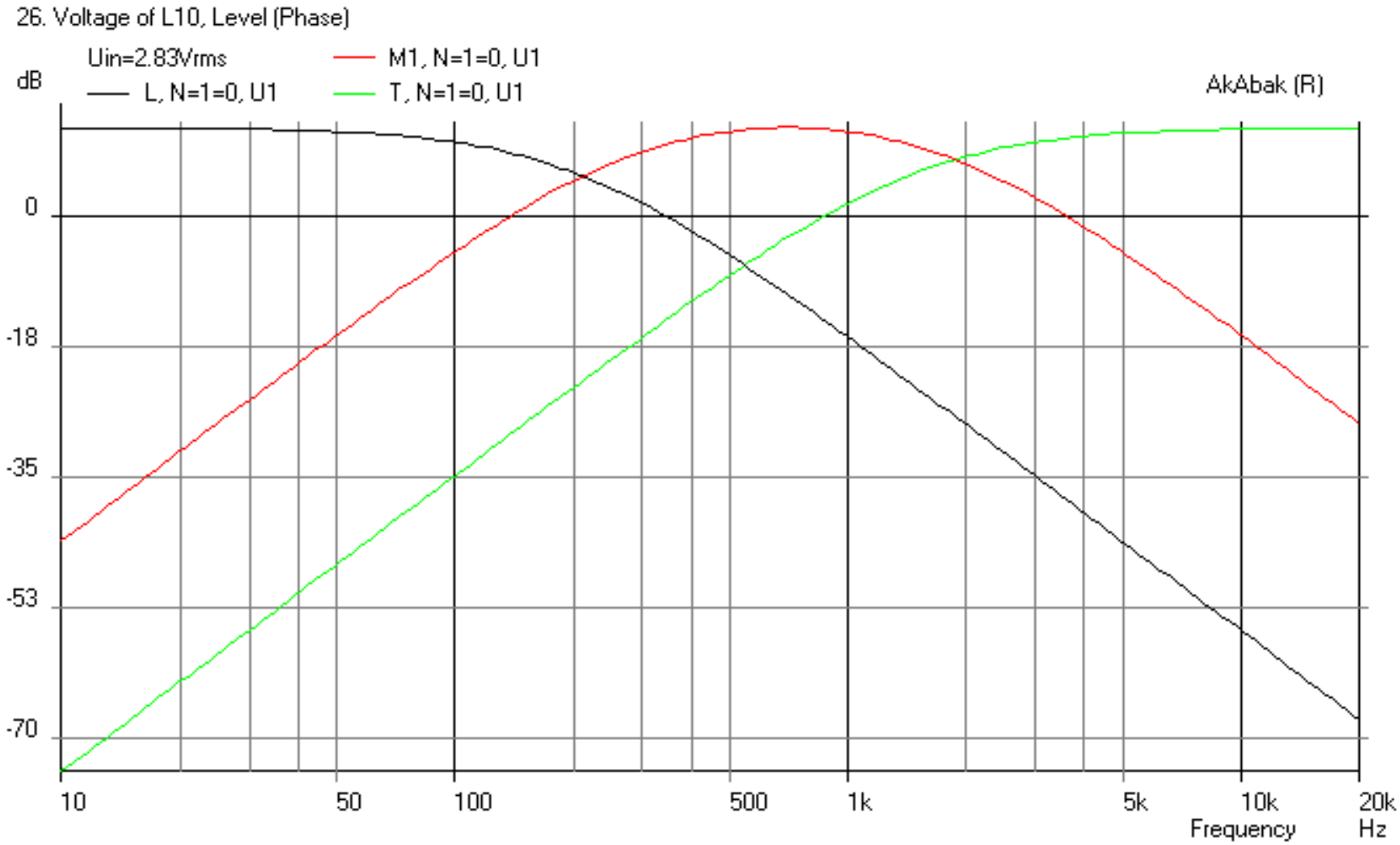
Pridaný ďalší stredotónový reproduktor – zvýšenie citlivosti na stredných frekvenciách



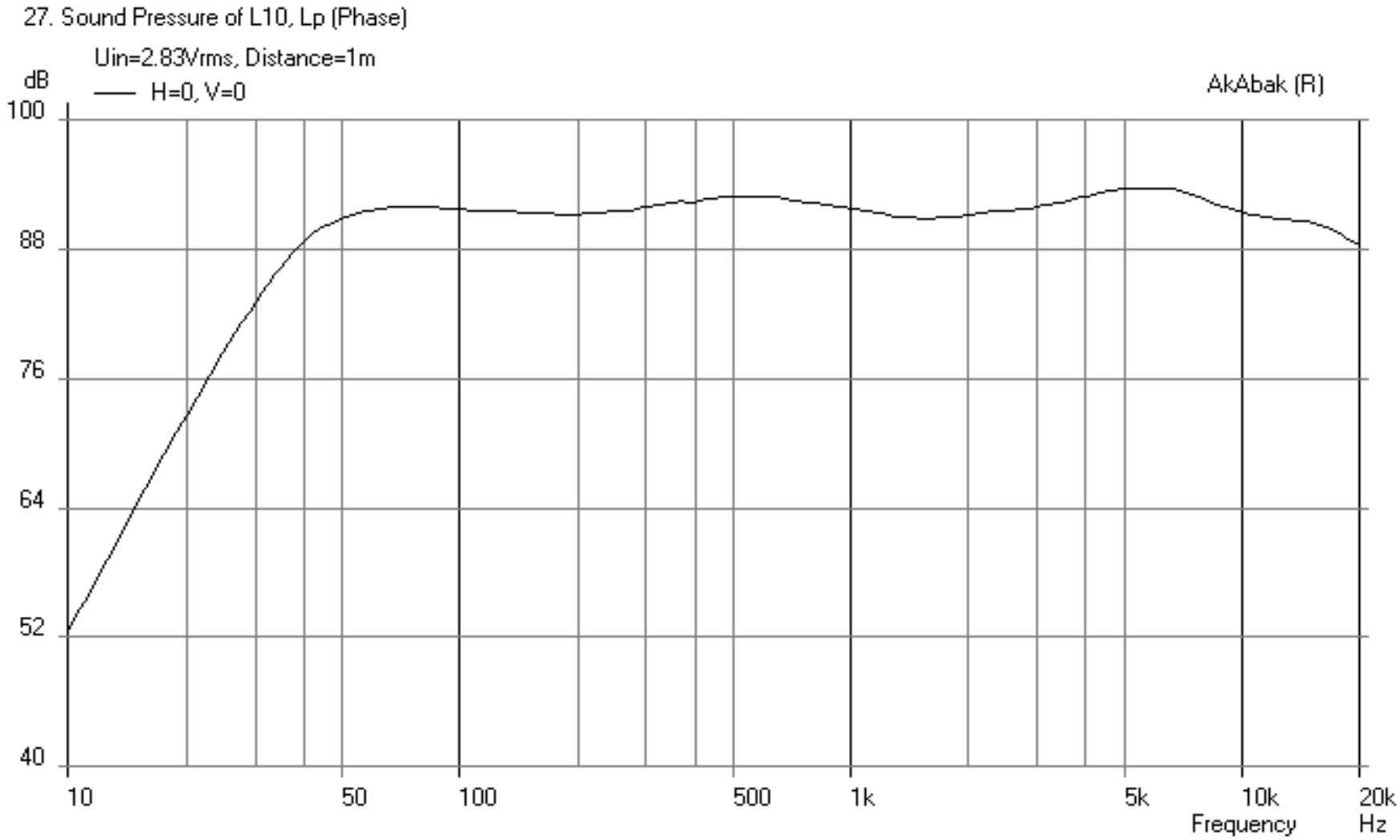
Skript
(zmena triedy filtrov na Linwitz-Riley, malá úprava medzných frekvencií)

```
Def_Driver  'Woofer'
  SD=350cm2  dD1=5.5cm  tD1=6.5cm   |Cone
  fs=25Hz  Vas=164L  Qms=3.99
  Qes=0.3  Re=6.1ohm  Le=3.08mH  ExpoLe=0.618

Def_Driver  'Midrange'
  SD=55cm2  dD1=3.6cm  tD1=1.75cm   |Cone
  fs=68Hz  Vas=5L  Qms=2.42
  Qes=0.74  Re=6.2ohm  Le=0.31mH  ExpoLe=0.618

Def_Speaker  'Tweeter'
  Meas_Dipole
  SD=7.5cm2  tD1=5.5mm t1=3.5mm  |Convex Dome
  fs=550Hz  Vas=17.8cm3  Qms=2.425
  Bl=3.5Tm  Re=4.8ohm  Le=50uH  ExpoLe=0.618

System 'L'
  Filter    'LPF-LR2'
    fo=200Hz  vo=1
    {b0=1; a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
  Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=1=0=2=3
  Radiator  'Rad1'  Def='D1'    Node=2
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E1'  Node=3
    Vb=45L  Sb=350cm2
    fb=34Hz  dD=10cm  QD/fo=0.34  Visc=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0

System 'M1'
  Filter    'BPF-LR2'
    fo=707.106Hz  vo=1
    {b2=1; a4=0.123457;  a3=0.702728;  a2=1.246914;
     a1=0.702728;  a0=0.123457;  }
  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=0=1=4=5
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=4
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=5
    Vb=3.2L  Sb=55cm2

System 'M2'
  Filter    'BPF-LR2'
    fo=707.106Hz  vo=1
    {b2=1; a4=0.123457;  a3=0.702728;  a2=1.246914;
     a1=0.702728;  a0=0.123457;  }
  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=0=1=4=5
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=4
    x=0  y=10cm  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=5
    Vb=3.2L  Sb=55cm2

System 'T'
  Filter    'HPF-LR2'
    fo=1.5kHz  vo=1
    {b2=1; a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=0=1
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

AFCH flitrov Linkwitz-Riley 2. rádu



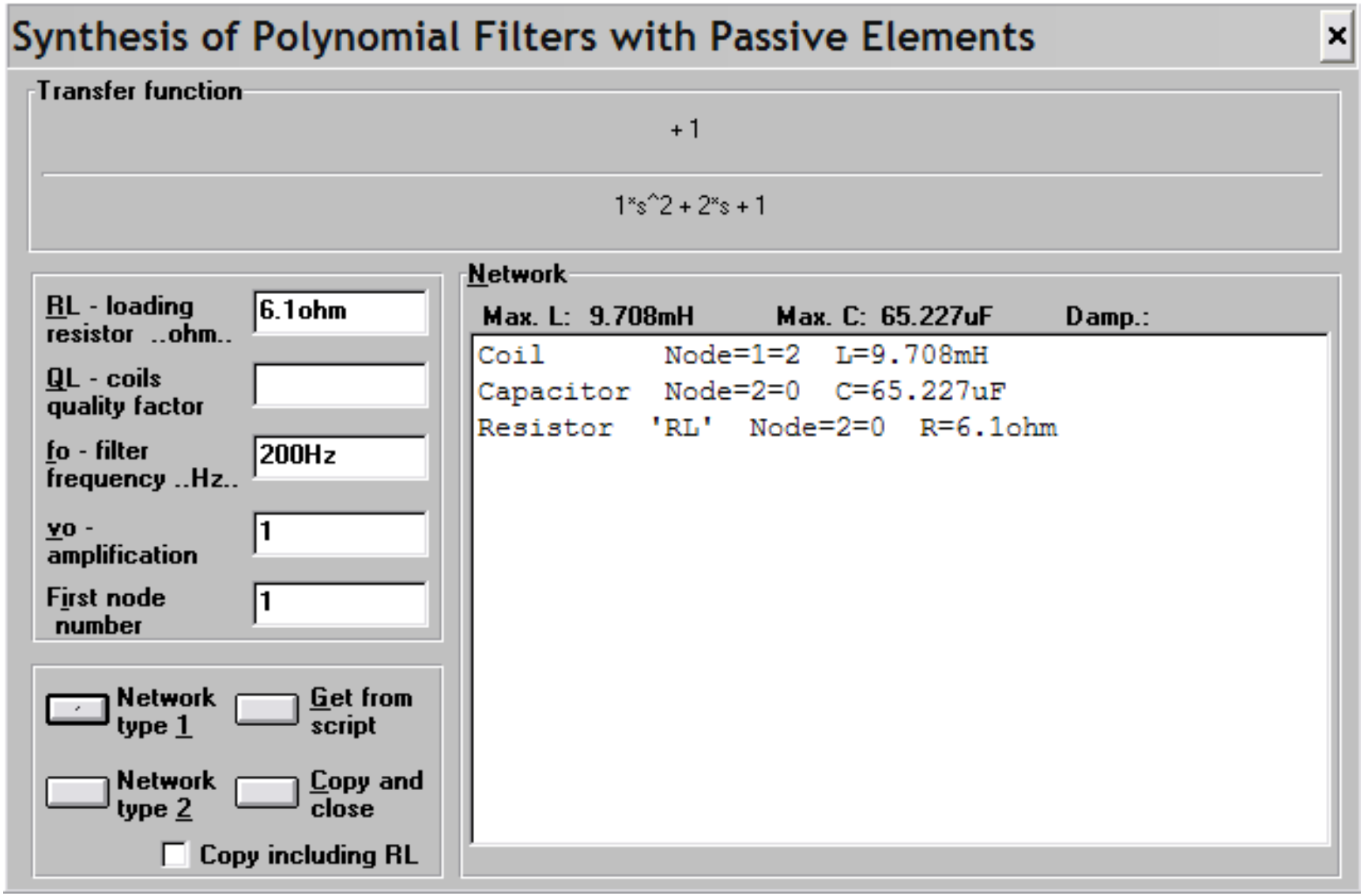
Hladina akustického tlaku sústavy s použitím filtrov triedy Linkwitz-Riley



Syntéza pasívnych filtrov

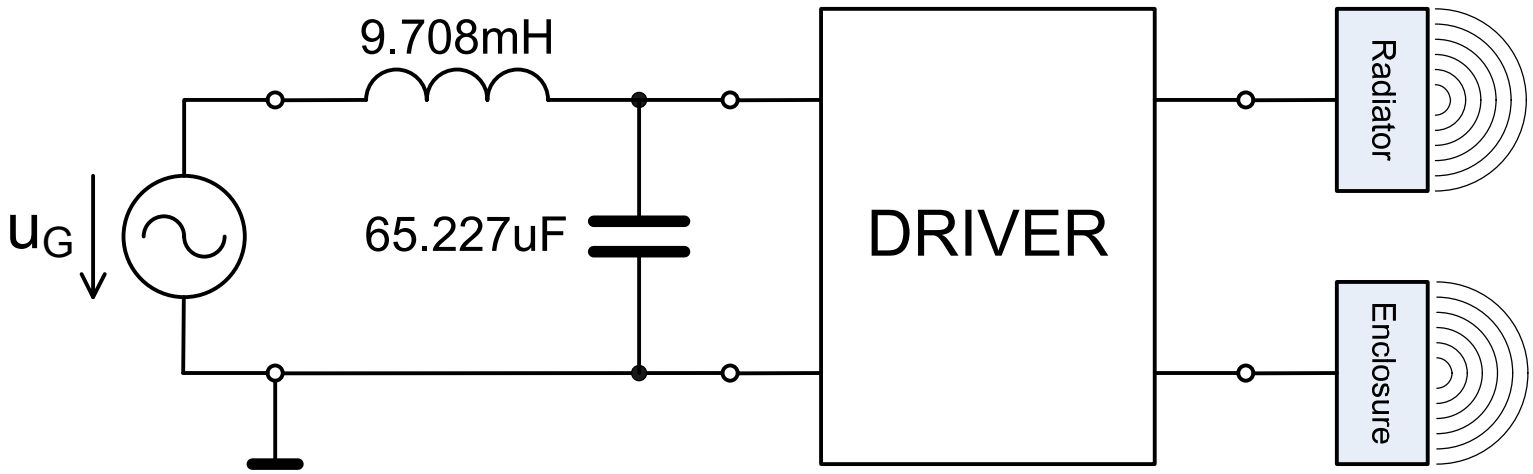
- ...

Syntéza DPF: Filter/LCR-Synthesis

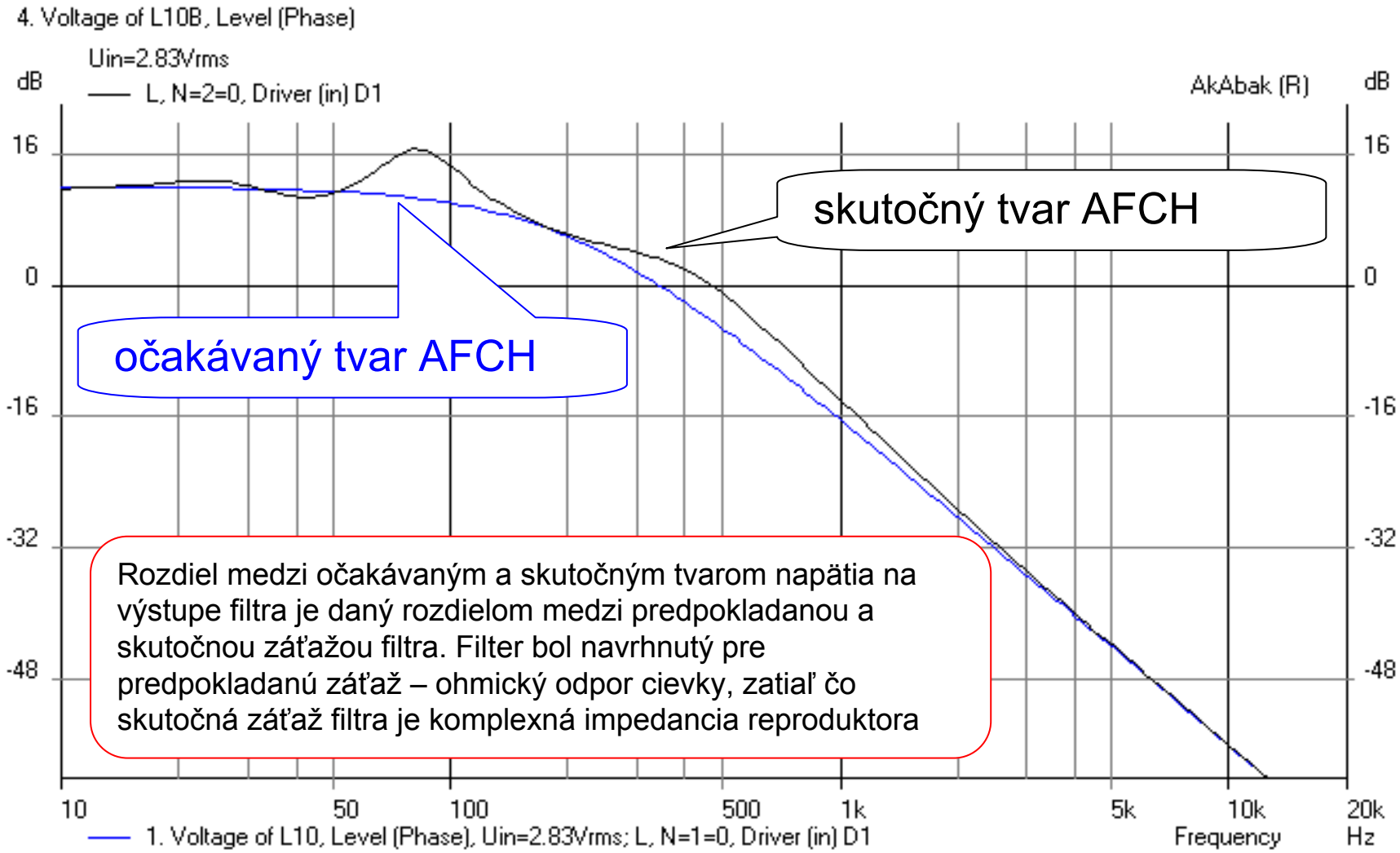


Nízkotónová časť

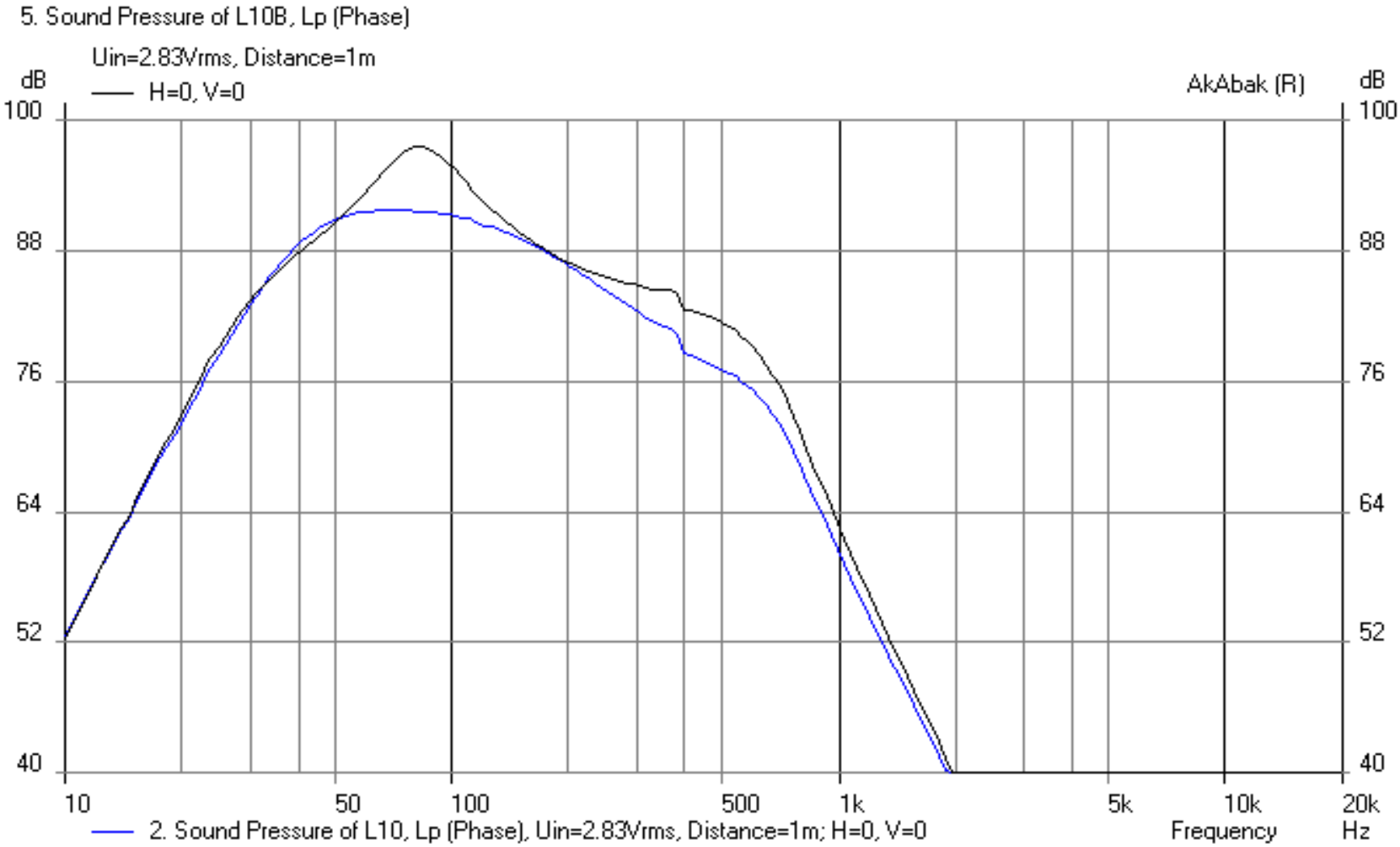
```
System 'L'
 Coil      Node=1=2  L=9.708mH
 Capacitor  Node=2=0  C=65.227uF
 SynthesisInfo
  Passive  FirstNode=1  RL=6.1ohm  QL=0
  fo=200Hz  vo=1
  {b0=1;
   a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=2=0=3=4
Radiator  'Rad1'  Def='D1'    Node=3
  x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
Enclosure    'E1'  Node=4
  Vb=45L  Sb=350cm2
  fb=34Hz  dD=10cm  QD/fo=0.34  Visc=0
  x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```



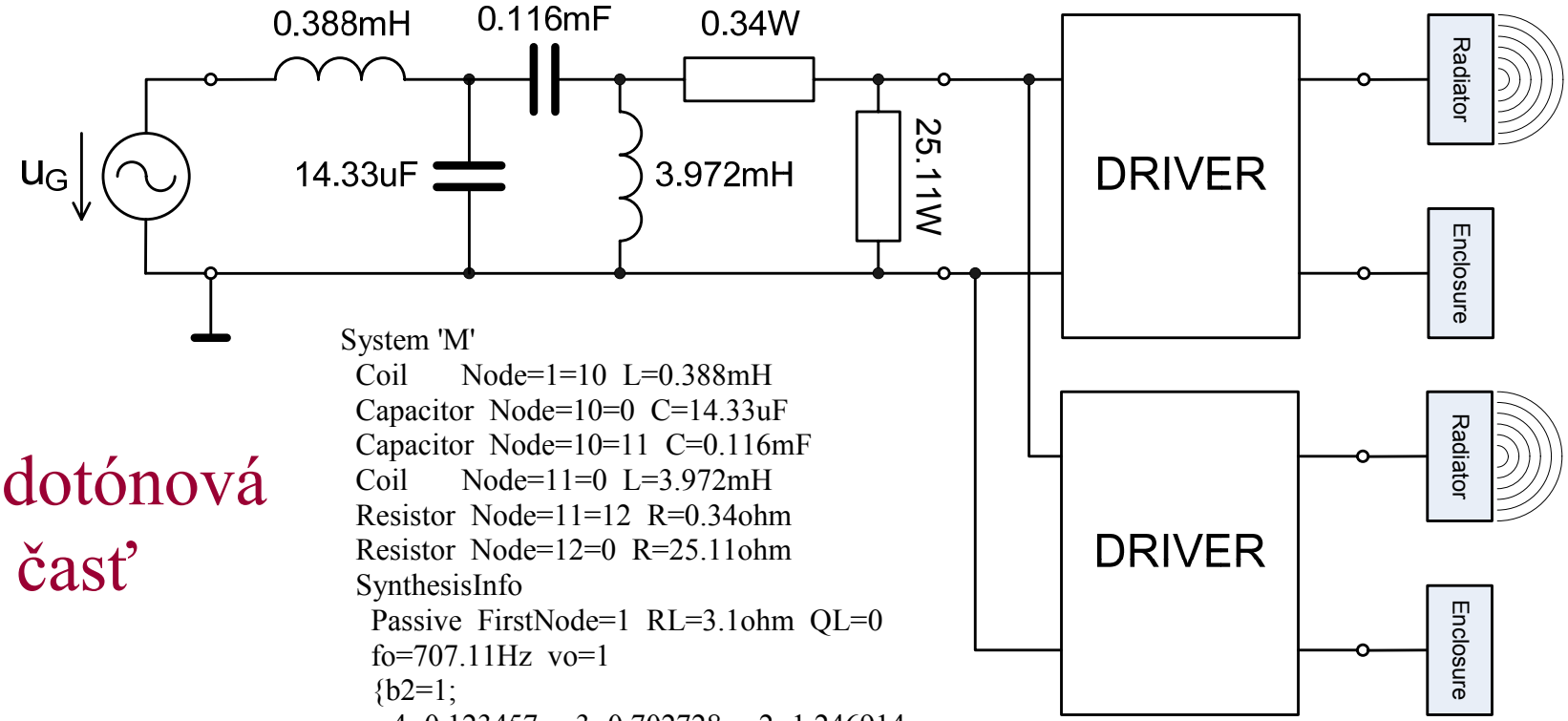
Napätie na výstupe DP filtra: ukážka vplyvu skutočnej impedancie reproduktora na AFCH filtra



Hladina akustického tlaku nízkotónovej časti po filtrácii skutočným filtrom (záťažou je impedancia reproduktora)

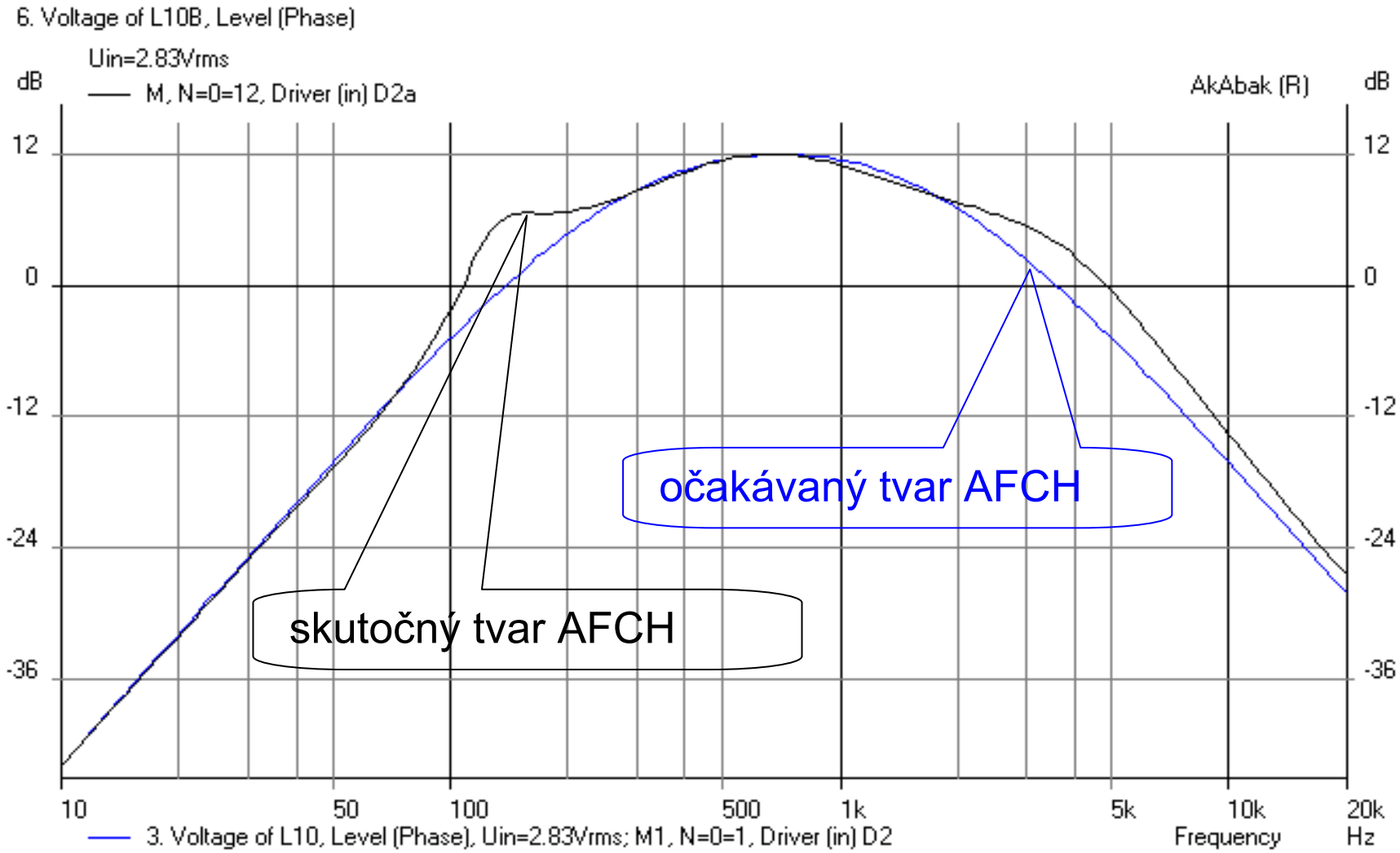


Stredotónová časť

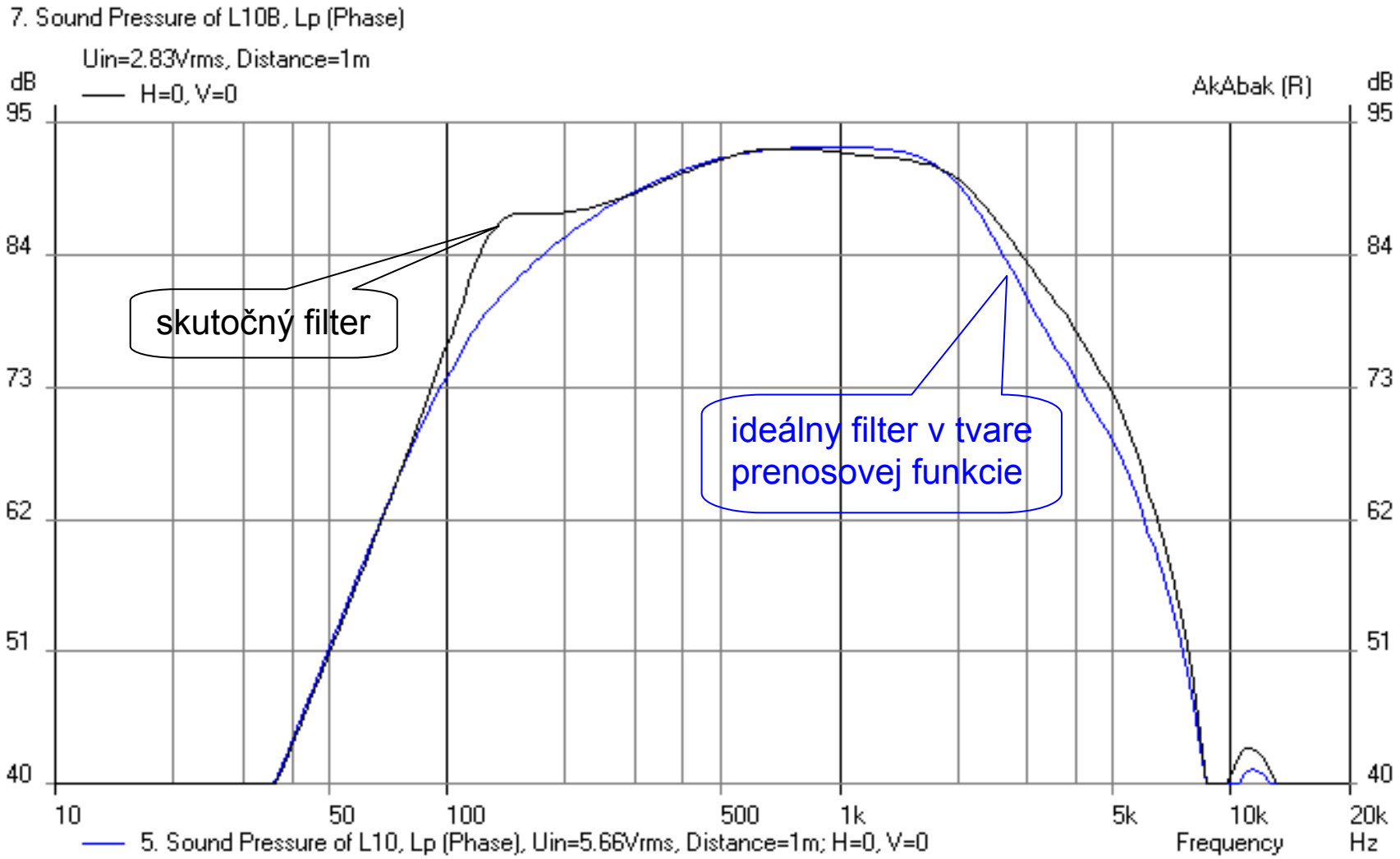



```
System 'M'
  Coil       Node=1=10  L=0.388mH
  Capacitor  Node=10=0  C=14.33uF
  Capacitor  Node=10=11  C=0.116mF
  Coil       Node=11=0  L=3.972mH
  Resistor  Node=11=12  R=0.34ohm
  Resistor  Node=12=0  R=25.11ohm
  SynthesisInfo
    Passive  FirstNode=1  RL=3.1ohm  QL=0
    fo=707.11Hz  vo=1
    {b2=1;
     a4=0.123457;  a3=0.702728;  a2=1.246914;
     a1=0.702728;  a0=0.123457;  }

  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=0=12=15=16
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=15
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=16
    Vb=3.2L  Sb=55cm2

  Driver 'D2'  Def='Midrange'  Node=0=12=17=18
  Radiator  'Rad1'  Def='D2'    Node=17
    x=0  y=10cm  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=18
    Vb=3.2L  Sb=55cm2
```

Napätie na výstupe P filtra: ukážka vplyvu skutočnej impedancie reproduktora na AFCH filtra

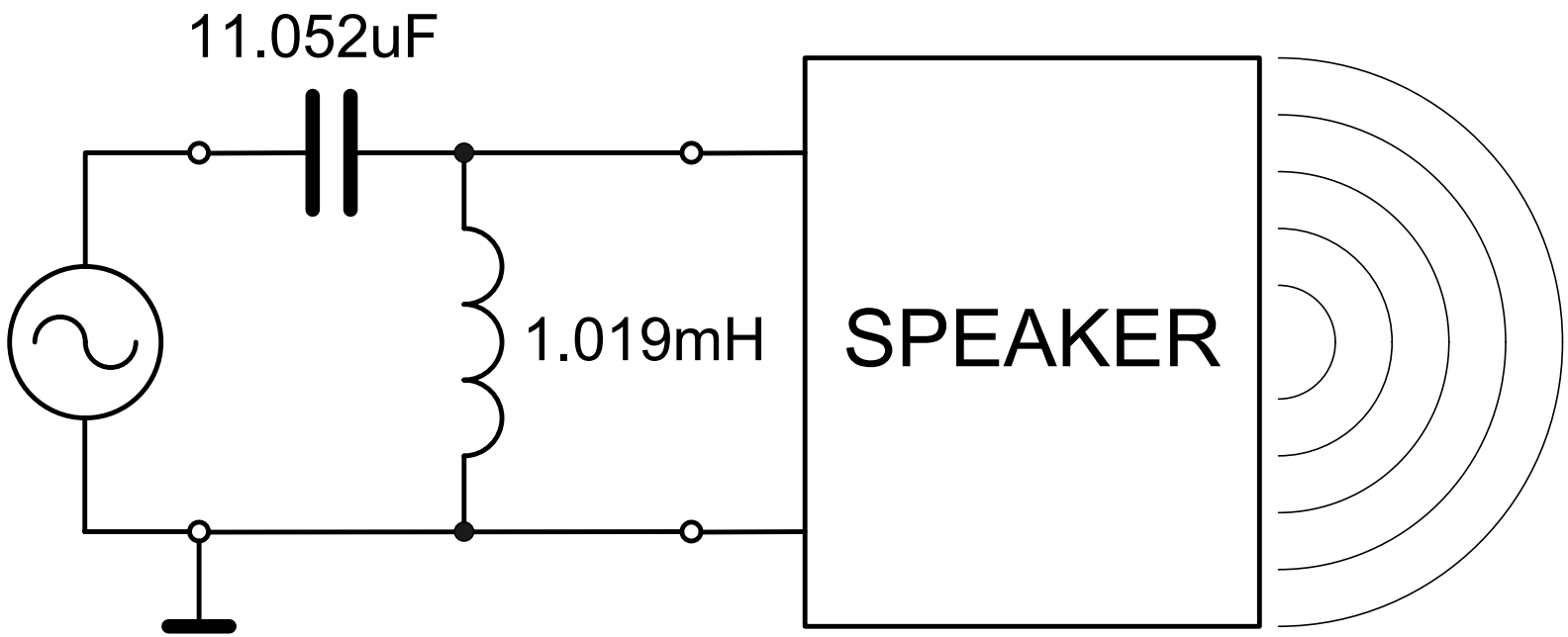


Hladina akustického tlaku stredotónovej časti po filtrácii skutočným filtrom (záťažou je impedancia reproduktora)

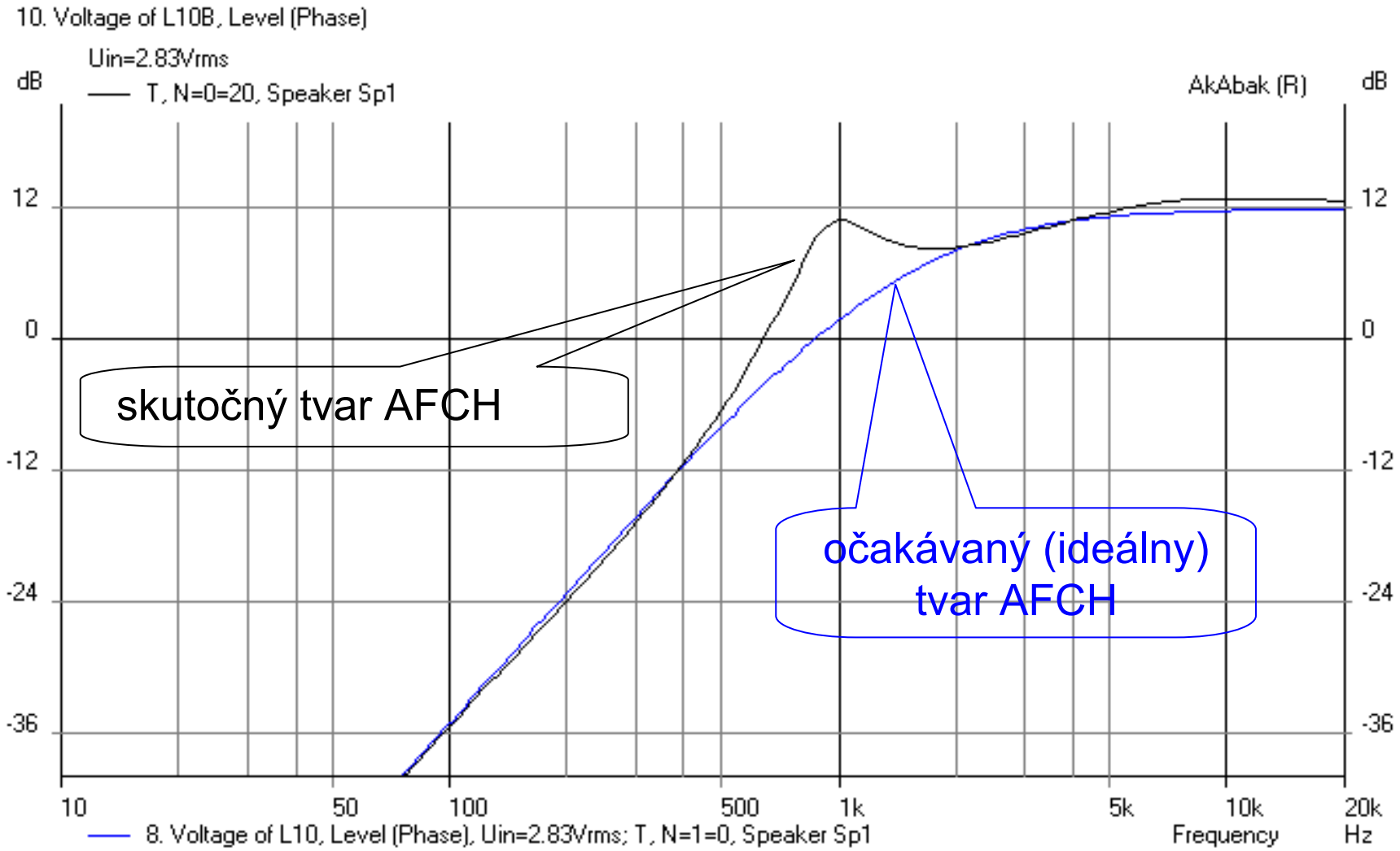


```
System 'T'
  Capacitor  Node=1=20  C=11.052uF
  Coil       Node=20=0  L=1.019mH
  SynthesisInfo
   Passive  FirstNode=1  RL=4.8ohm  QL=0
   fo=1.5kHz  vo=1
   {b2=1;
    a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=0=20
   x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

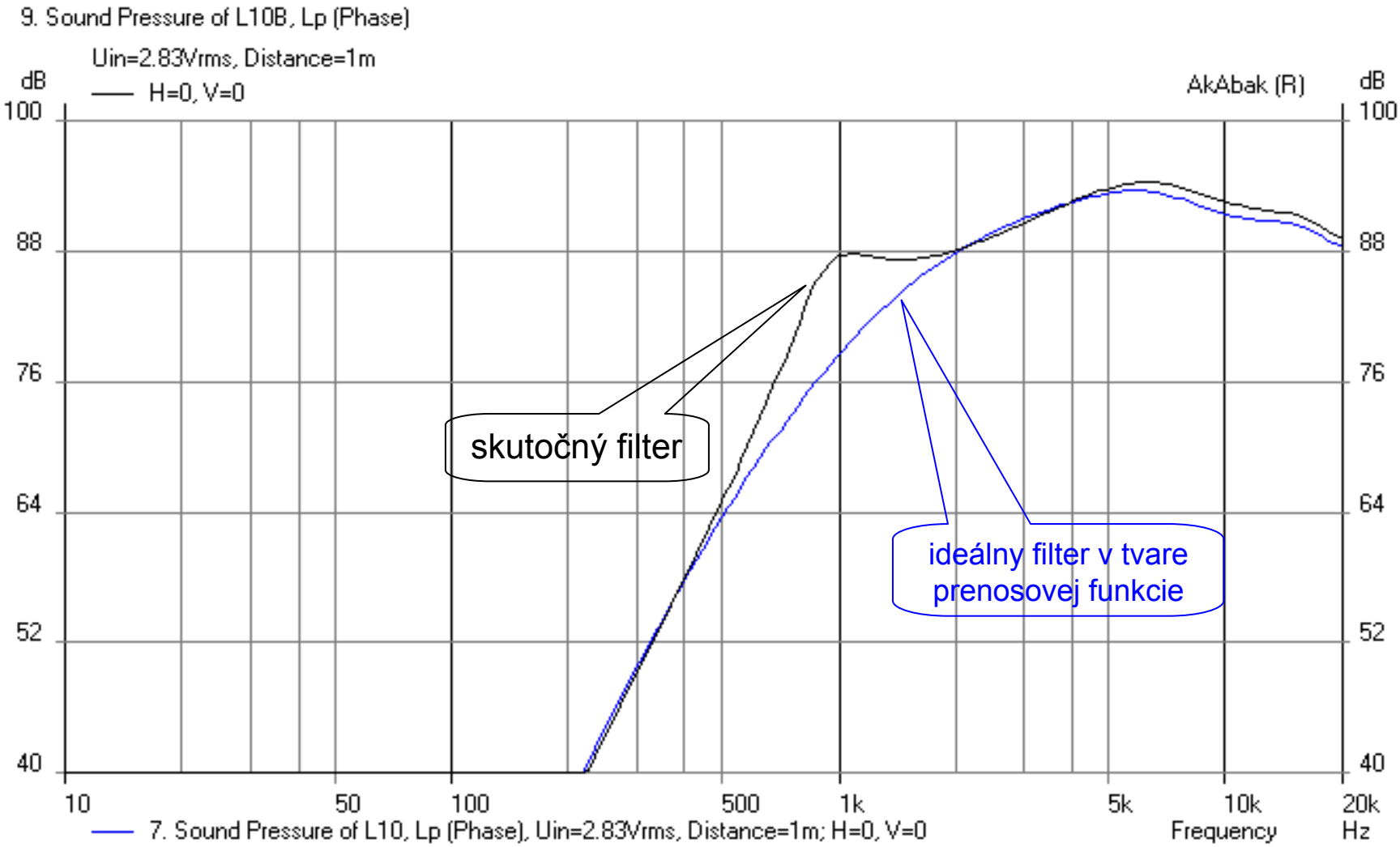
Vysokotónová časť



Napätie na výstupe HP filtra: ukážka vplyvu skutočnej impedancie reproduktora na AFCH filtra



Hladina akustického tlaku vysokotónovej časti po filtrácii skutočným filtrom (záťažou je impedancia reproduktora)

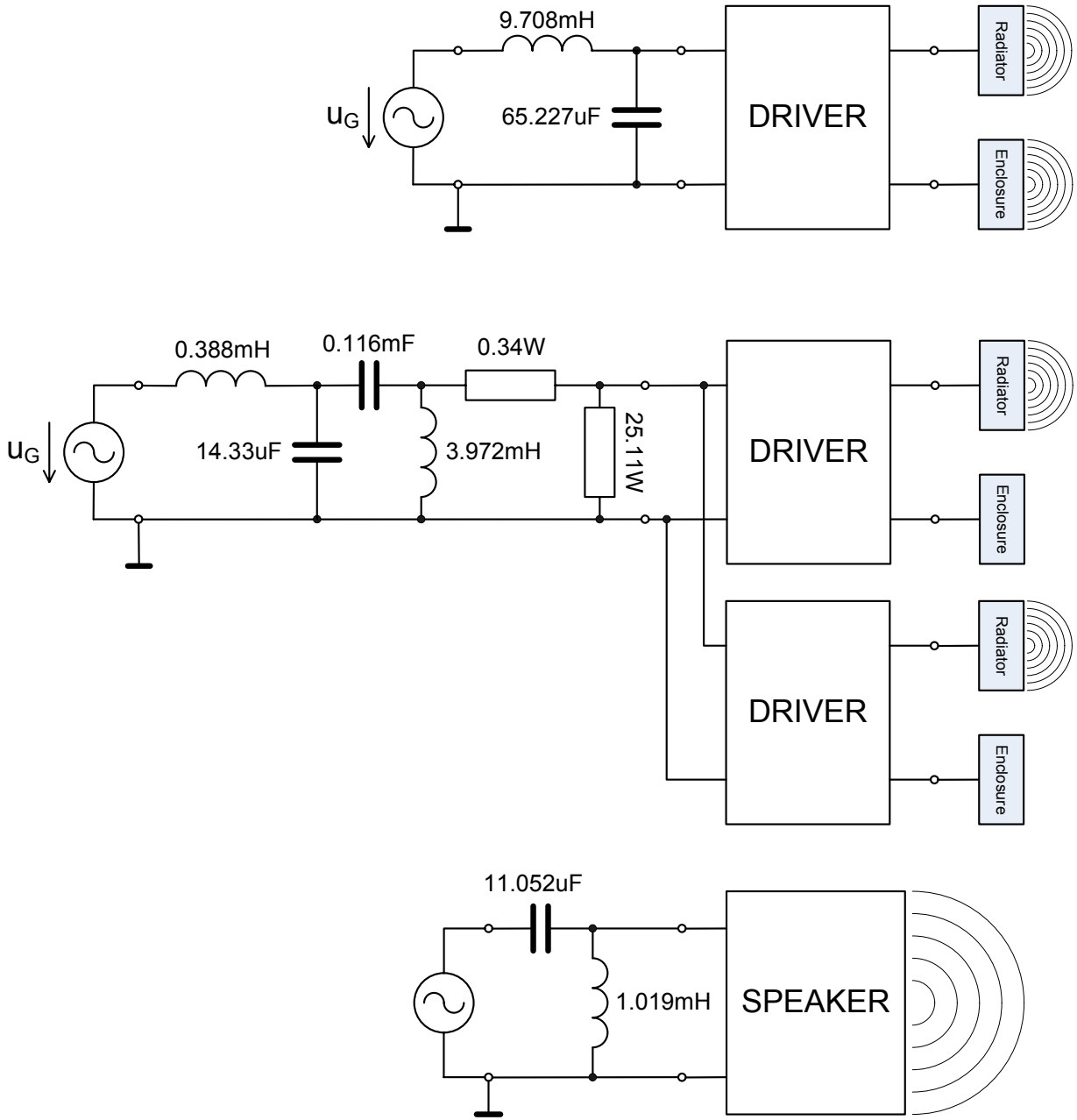


```
Def_Driver  'Woofer'
  SD=350cm2  dD1=5.5cm  tD1=6.5cm   |Cone
  fs=25Hz  Vas=164L  Qms=3.99
  Qes=0.3  Re=6.1ohm  Le=3.08mH  ExpoLe=0.618

Def_Driver  'Midrange'
  SD=55cm2  dD1=3.6cm  tD1=1.75cm   |Cone
  fs=68Hz  Vas=5L  Qms=2.42
  Qes=0.74  Re=6.2ohm  Le=0.31mH  ExpoLe=0.618

Def_Speaker  'Tweeter'
  Meas_Dipole
  SD=7.5cm2  tD1=5.5mm t1=3.5mm  |Convex Dome
  fs=550Hz  Vas=17.8cm3  Qms=2.425
  Bl=3.5Tm  Re=4.8ohm  Le=50uH  ExpoLe=0.618

System 'L'
  Coil      Node=1=2  L=9.708mH
  Capacitor  Node=2=0  C=65.227uF
  SynthesisInfo
    Passive  FirstNode=1  RL=6.1ohm  QL=0
    fo=200Hz  vo=1
    {b0=1;
     a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
  Driver 'D1'  Def='Woofer'  Node=2=0=3=4
  Radiator  'Rad1'  Def='D1'    Node=3
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E1'  Node=4
    Vb=45L  Sb=350cm2
    fb=34Hz  dD=10cm  QD/fo=0.34  Visc=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

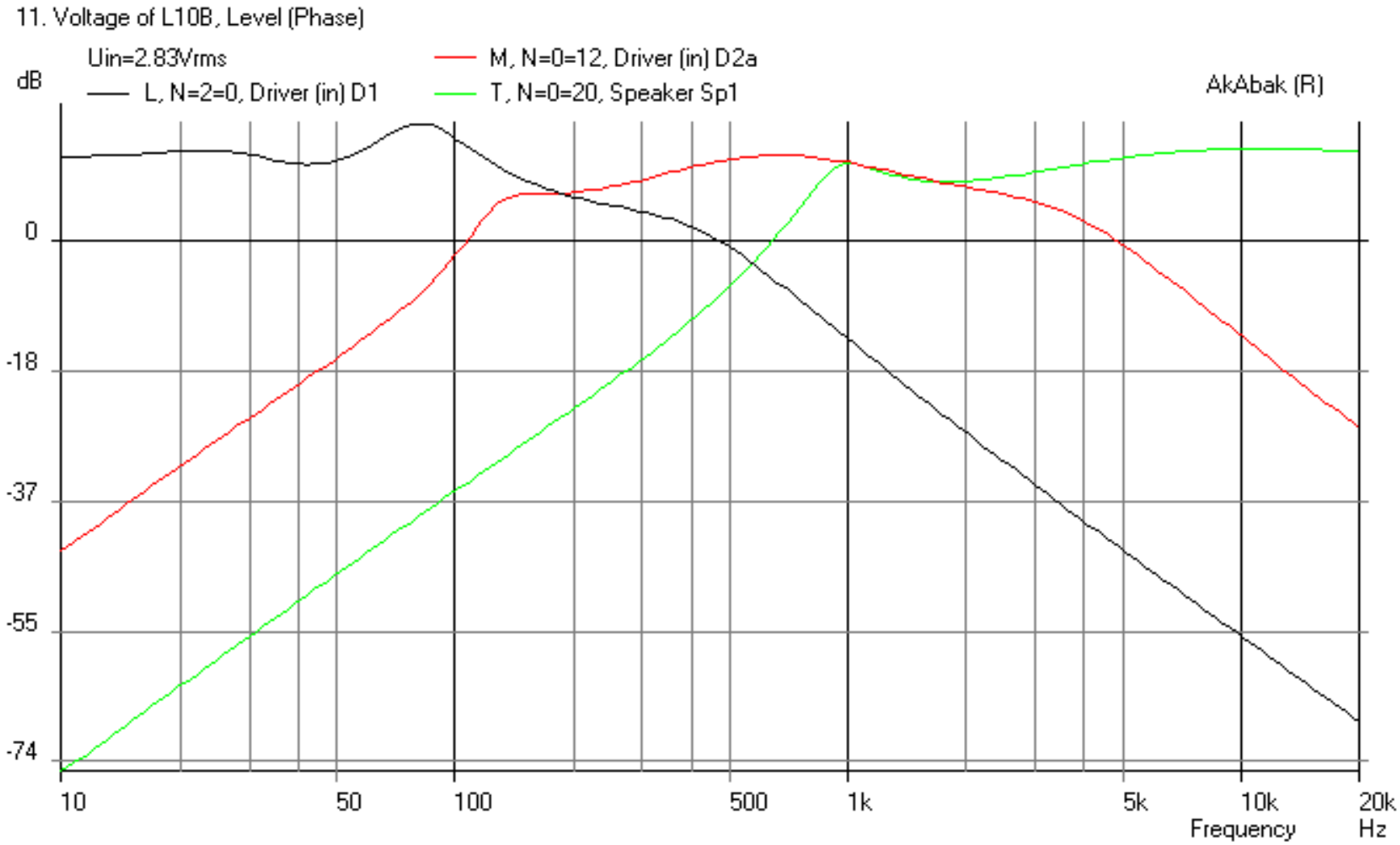
• • •

```
System 'M'
  Coil      Node=1=10  L=0.388mH
  Capacitor  Node=10=0  C=14.33uF
  Capacitor  Node=10=11  C=0.116mF
  Coil      Node=11=0  L=3.972mH
  Resistor  Node=11=12  R=0.34ohm
  Resistor  Node=12=0  R=25.11ohm
  SynthesisInfo
    Passive  FirstNode=1  RL=3.1ohm  QL=0
    fo=707.11Hz  vo=1
    {b2=1;
     a4=0.123457;  a3=0.702728;  a2=1.246914;
     a1=0.702728;  a0=0.123457;  }
  Driver 'D2a'  Def='Midrange'  Node=0=12=15=16
  Radiator  'Rad1'  Def='D2a'    Node=15
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=16
    Vb=3.2L  Sb=55cm2
  Driver 'D2b'  Def='Midrange'  Node=0=12=17=18
  Radiator  'Rad1'  Def='D2b'    Node=17
    x=0  y=10cm  z=0  HAngle=0  VAngle=0
  Enclosure    'E2'  Node=18
    Vb=3.2L  Sb=55cm2

System 'T'
  Capacitor  Node=1=20  C=11.052uF
  Coil      Node=20=0  L=1.019mH
  SynthesisInfo
    Passive  FirstNode=1  RL=4.8ohm  QL=0
    fo=1.5kHz  vo=1
    {b2=1;
     a2=1;  a1=2;  a0=1;  }
  Speaker    'Sp1'  Def='Tweeter'  Node=20=0
    x=0  y=0  z=0  HAngle=0  VAngle=0
```

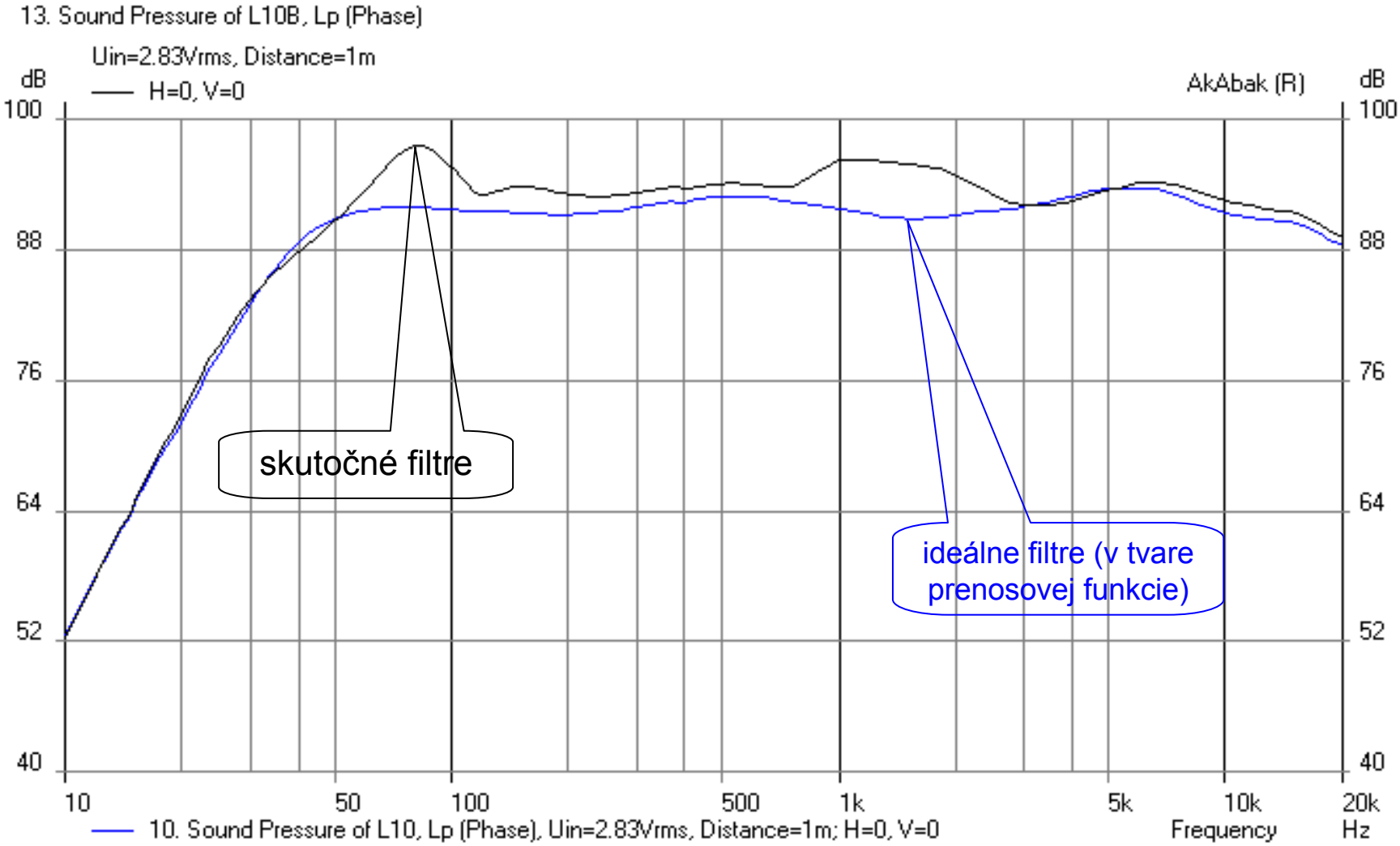
Celá sústava



Napätia na výstupe elektrických filtrov



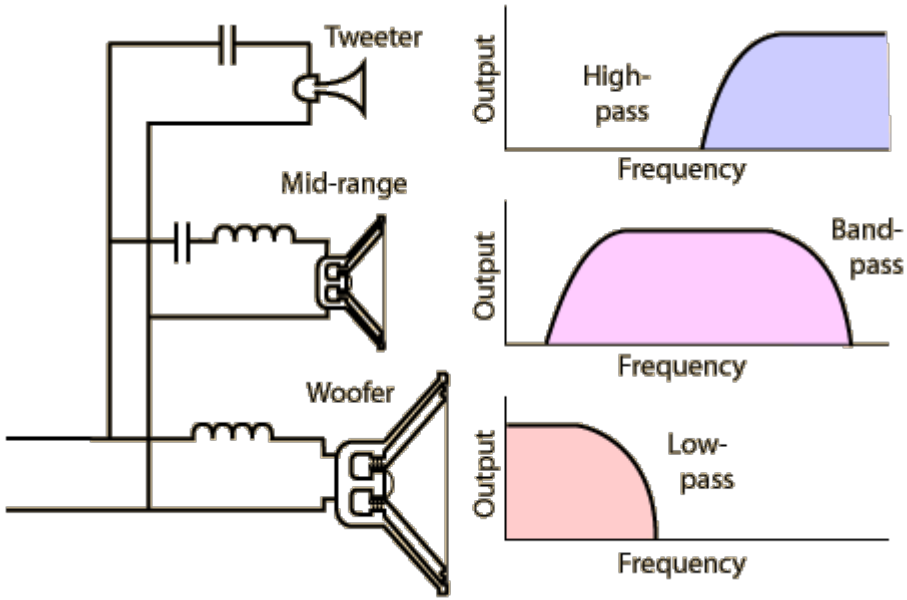
Hladina akustického tlaku sústavy



Úloha elektrického filtra

(tzv. elektronickej výhybky)

- Elektronické výhybky sú elektrické filtre, ktoré delia vstupný audiosignál do frekvenčných pásiem, vhodných na reprodukciu jednotlivými reproduktormi sústavy:
  - Dvojpásmová sústava – dolnopriepustný filter (DP) a hornopriepustný filter (HP)
  - Trojpásmová sústava – DP, pásmový filter (PP), HP



Deliaca frekvencia

- Je to frekvencia, ktorá vymedzuje hranicu medzi frekvenčnými pásmami dvoch "susedných" reproduktorov
- Pri deliacej frekvencii by mali obidva reproduktory emitovať rovnaký "osový" akustický tlak
- Typické hodnoty:
  - Dvojpásmová sústava v rozmedzí 1.5-2 kHz
  - Trojpásmová sústava v rozmedzí 300-800 Hz resp. 3-5 khz
- Presnejší odhad deliacej frekvencie:
  - Mala by byť zvolená tak, aby reproduktor neemitoval akustické vlnenie pri frekvencii väčšej, ako je frekvencia, pri ktorej kR=1 (k – vlnové číslo, R – polomer plochy ústia membrány)
  - Ak chceme reproduktor používať pri frekvencii vyššej, je potrebné osobitnú pozornosť venovať výberu (resp. návrhu) vhodného reproduktora (najmä materiál membrány)

Medzná frekvencia

- Medzná frekvencia výhybkového filtra je bežne špecifikovaná ako frekvencia, pri ktorej AFCH filtra klesá o 3 dB, v špeciálnych prípadoch o 6dB:
  - DP má hornú medznú frekvenciu
  - HP má dolnú medznú frekvenciu
  - PP má dolnú aj hornú medznú frekvenciu
- Skutočná medzná frekvencia pásma sa môže odlišovať od teoreticky vypočítanej, čo môže byť spôsobené:
  - rozdielom medzi menovitým odporom a skutočnou impedanciou reproduktora
  - interakciou prenosových funkcii filtra a reproduktora

Rád, typ a trieda filtra

- Rád filtra – sklon AFCH v pásme zádrže
  - 1. rád – 6dB/okt. resp. 20dB/dek.
  - 2. rád – 12dB/okt. resp. 40dB/dek.
  - 3. rád - 18dB/okt. resp. 60dB/dek.
  - N-tý rád – N x 6dB/okt. resp. N x 20dB/dek.
- Typ filtra:
  - Dolný priepust
  - Horný priepust
  - Pásmový priepust
  - Pásmová zádrž
- Trieda filtra
  - Butterworth
  - Čebyšev
  - Bessel
  - Linkwitz-Riley
  - ...


TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH