

**Technická univerzita v Košiciach**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroniky a multimedialných telekomunikácií**

**Semestrálny projekt z predmetu Elektroakustika**

Vypracoval : Karabinoš Anton

## ZADANIE SEMESTRÁLNEHO PROJEKTU Z PREDMETU ELEKTROAKUSTIKA

Navrhňte a v programe AkAbak simulujte dvojpásmovú reproduktorovú sústavu s basreflexovou ozvučnicou alebo trojpásmovú reproduktorovú sústavu so zatvorenou ozvučnicou/basreflexovou ozvučnicou. Projekt má obsahovať:

1. Výber a parametre reproduktorov podľa katalógového listu.
2. Analýzu zvolených reproduktorov simuláciou ich "diskrétnych" náhradných schém v programe AkAbak a kontrolný výpočet ich TS parametrov.
3. Blokovoú schému zapojenia sústavy, voľbu typu filtrov pre elektrické výhybky, voľbu deliacej frekvencie a analýzu navrhovanej sústavy pomocou makromodelov BassUnit, Speaker a Filter.
4. Syntézu obvodového zapojenia elektrických filtrov a obvodov kompenzácie elektrických impedancií reproduktorov.
5. Návrh finálneho skriptu a simuláciu navrhutej sústavy pomocou diskrétneho zapojenia elektrických filtrov, obvodov kompenzácie elektrických impedancií reproduktorov a makromodelov Driver, Enclosure, Radiator pre nízkotónový a stredotónový reproduktor a Speaker pre vysokotónový reproduktor. V modeli vyžarovania uvažujte aj reálne umiestnenie reproduktorov a sústavy v priestore (odrazy) - makromodel Reflector.
6. Grafické výsledky simulácií – amplitúdové frekvenčné charakteristiky a impulzové/prechodové charakteristiky akustického tlaku v priestore, amplitúdové frekvenčné charakteristiky filtrov, frekvenčné charakteristiky modulu elektrickej impedancie sústavy, ....
7. Grafické prílohy projektu – diskrétne zapojenie náhradnej elektro-mechanicko-akustickej schémy reproduktorov (viď bod 2), blokovoú zapojenie sústavy (viď bod 3), celkové zapojenie sústavy (viď bod 5) a návrh skrinky ozvučnice, vrátane jej umiestnenia v priestore, ....
8. Diskusiu priebežných výsledkov aj finálneho riešenia

## Riešenie :

Z dostupných reproduktorov som si vybral nízkotónový reproduktor od firmy Seas s typovým označením CC 17 RC. Ako stredotónový reproduktor som použil reproduktor s typovým označením DSM 25 FFL od firmy Visaton.

## Parametre reproduktorov sú :

### CC 17 RC

NOMINAL IMPEDANCE	8 Ohm
RECOMMENDED FREQUENCY RANGE	38 – 4000 Hz
SHORT TERM MAXIMUM POWER	250 Watt
LONG TERM MAXIMUM POWER	60 Watt
CHARACTERISTIC SENSITIVITY (1W,1m)	90 dB SPL
OPERATING POWER (96 dB SPL ,1 m)	4,0 Watt
VOICE COIL DIAMETER	26 mm
VOICE COIL HEIGHT	12 mm
AIR GAP HEIGHT	6,0 mm
LINEAR COIL TRAVEL ( p-p )	6,0 mm
MAXIMUM COIL TRAVEL ( p-p)	16 mm
MAGNETIC GAP FLUX DENSITY	0,9 T
MAGNET WEIGHT	0,25 Kg
TOTAL WEIGHT	0,91 Kg
VOICE COIL RESISTANCE	5,7 Ohm
VOICE COIL INDUCTANCE (EQUIVALENT)	0,65 mH
FORCE FACTOR	5,5 N/A
FREE AIR RESONANCE	34 Hz
MOVING MASS	10,5 g
AIR LOAD MASS IN IEC BAFFLE	1,0 g
SUSPENSION COMPLIANCE	2,1 mm/N

SUSPENSION MECHANICAL RESISTANCE	1,1 Ns/m
EFFECTIVE PISTON AREA	130 sq. cm
VAS	45,1 Litres
Mechanical Q factor Qms	2,23
Electrical Q factor Qes	0,46
Total Q factor Qts	0,38

### DSM 25FFL

Nominal power handling with high pass	80 Watt (12 dB/Okt.; 2000 Hz)
Peak power handling with high pass	140 Watt (12 dB/Okt.; 2000 Hz)
Nominal impedance	8 Ohm
Frequency response	1400 - 30000 Hz (-8 dB)
Mean sound pressure (nominal)	92 dB (1 W/1 m)
Resonance frequency	1900 Hz
Magnetic induction	1,7 Tesla
Magnetic flux	425 $\mu$ Weber
Voice coil diameter	2,5 cm
Cutout diameter	7,5 cm
Net weight	0,53 kg
D.C. resistance Rdc	6,2 Ohm
Mechanical Q factor Qms	1,23
Electrical Q factor Qes	1,38
Total Q factor Qts	0,65
Effective piston area Sd	5 cm <sup>2</sup>
Dynamically moved mass mmd	0,28 g
Inductance of the voice coil	0,08 mH

## Kontrolný výpočet TS parametrov :

Nízkotónový reproduktor :

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{M_{MS} \cdot C_{MS}}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{10,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/N}}} = 33,89 \text{ Hz}$$

$$Q_{MS} = \frac{1}{C_{MS} \cdot \omega_s \cdot R_{MS}} = \frac{M_{MS} \cdot 2\pi \cdot f_s}{R_{MS}} = \frac{10,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2\pi \cdot 33,89 \text{ Hz}}{1,1 \text{ N s/m}} = 2,03$$

$$Q_{ES} = \frac{M_{MS} \cdot \omega_s}{(B \cdot l)^2} = \frac{R_E}{(B \cdot l)^2} \cdot \sqrt{\frac{M_{MS}}{C_{MS}}} = \frac{8 \Omega}{(5,5 \text{ N/A})^2} \cdot \sqrt{\frac{10,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/N}}} = 0,591$$

$$Q_{TS} = \frac{Q_{MS} \cdot Q_{ES}}{Q_{MS} + Q_{ES}} = \frac{2,03 \cdot 0,591}{2,03 + 0,591} = 0,45$$

$$V_{AS} = \rho_0 \cdot c_0^2 \cdot C_{MS} \cdot S_D^2 = 1,18 \text{ kg m}^{-3} \cdot (345 \text{ m s}^{-1})^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/N} \cdot (130 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)^2 = 0,0498 \text{ m}^3 = 49,8 \text{ l}$$

Stredotónový reproduktor :

$$C_{MS} = \frac{1}{(2\pi \cdot f_s)^2 \cdot M_{MS}} = \frac{1}{(2\pi \cdot 1900 \text{ Hz})^2 \cdot 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 0,025 \text{ mm/N}$$

$$R_{MS} = \frac{M_{MS} \cdot 2\pi \cdot f_s}{Q_{MS}} = \frac{0,28 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot 1900 \text{ Hz}}{1,23} = 2,717 \text{ N s m}^{-1}$$

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{M_{MS} \cdot C_{MS}}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 0,025 \cdot 10^{-3} \text{ m/N}}} = 1902,26 \text{ Hz}$$

$$B \cdot l = \sqrt{\frac{2\pi \cdot f_s \cdot M_{MS} \cdot R_E}{Q_{ES}}} = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 1900 \text{ Hz} \cdot 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8 \Omega}{1,38}} = 4,40 \text{ N/A}$$

$$Q_{MS} = \frac{1}{C_{MS} \cdot \omega_s \cdot R_{MS}} = \frac{M_{MS} \cdot 2\pi \cdot f_s}{R_{MS}} = \frac{0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2\pi \cdot 1902,26 \text{ Hz}}{2,717 \text{ Ns/m}} = 1,23$$

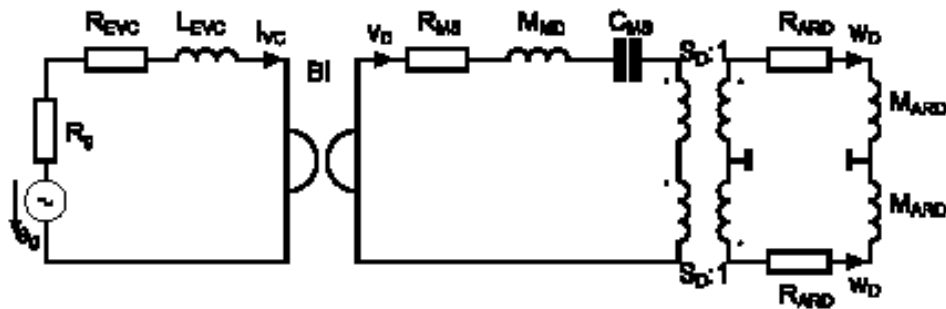
$$Q_{ES} = \frac{M_{MS} \cdot \omega_s}{(B \cdot l)^2} = \frac{R_E}{(B \cdot l)^2} \cdot \sqrt{\frac{M_{MS}}{C_{MS}}} = \frac{8 \Omega}{(4,4 \text{ N/A})^2} \cdot \sqrt{\frac{0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{0,05 \cdot 10^{-3} \text{ m/N}}} = 1,383$$

$$Q_{TS} = \frac{Q_{MS} \cdot Q_{ES}}{Q_{MS} + Q_{ES}} = \frac{1,23 \cdot 1,383}{1,23 + 1,383} = 0,651$$

$$V_{AS} = \rho_0 \cdot c_0^2 \cdot C_{MS} \cdot S_D^2 = 1,18 \text{ kgm}^{-3} \cdot (345 \text{ ms}^{-1})^2 \cdot 0,025 \cdot 10^{-3} \text{ m/N} \cdot (5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)^2 = 0,0000008 \text{ m}^3 = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

## Analýza reproduktorov simuláciou ich disktrétnych náhradných schém v programe AkAbak :

Pri tvorbe skriptu som vychádzal z elektro – mechanicko – akustickej analogickej schémy reproduktora v nekonečnej ozvučnici, ktorá bola zhodná čo sa týka zapojenia pre nízko aj vysokotónový reproduktor.



Elektrickú časť tvoria prvky  $R_{EV}$  a  $L_{EV}$ , kde rezistor predstavuje odpor vinutia cievky reproduktora a cievka indukčnosť cievky reproduktora.

Elektrická a mechanická časť je oddelená pomocou gyrátora s prevodom  $Bl$ . Prvky  $R_{MS}$ ,  $M_{MS}$  a  $C_{MS}$  predstavujú mechanický odpor, mechanickú hmotnosť a mechanickú poddajnosť reproduktora.

Akustickú časť tvoria akustické vyžarovacie hmotnosti a akustické vyžarovacie odpory, ktoré predstavujú vyžarovanie reproduktora dopredu a dozadu.

## Výpočet $R_{ARD}$ a $M_{ARD}$ :

Nízkotónový reproduktor :

$$R_{ARD} = \frac{\rho_0 \cdot (2\pi \cdot f_s)^2}{2\pi \cdot c_0} = \frac{1,18 \text{kgm}^{-3} \cdot (2\pi \cdot 34 \text{Hz})^2}{2\pi \cdot 345 \text{ms}^{-1}} = 24,54 \Omega$$

$$R_D = \sqrt{\frac{S_D}{\pi}} = \sqrt{\frac{130 \cdot 10^{-4} \text{m}^2}{\pi}} = 6,43 \text{cm}$$

$$M_{ARD} = \frac{8 \cdot \rho_0}{3\pi^2 \cdot R_D} = \frac{8 \cdot 1,18 \text{kgm}^{-3}}{3\pi^2 \cdot 6,43 \cdot 10^{-2} \text{m}} = 3,958$$

Stredotónový reproduktor :

$$R_{ARD} = \frac{\rho_0 \cdot (2\pi \cdot f_s)^2}{2\pi \cdot c_0} = \frac{1,18 \text{kgm}^{-3} \cdot (2\pi \cdot 1900 \text{Hz})^2}{2\pi \cdot 345 \text{ms}^{-1}} = 77580,03 \Omega$$

$$R_D = \sqrt{\frac{S_D}{\pi}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-4} \text{m}^2}{\pi}} = 1,26 \text{cm}$$

$$M_{ARD} = \frac{8 \cdot \rho_0}{3\pi^2 \cdot R_D} = \frac{8 \cdot 1,18 \text{kgm}^{-3}}{3\pi^2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-2} \text{m}} = 25,3$$

## Výpis skriptu :

|Simulacia s diskretnymi suciastkami

SYSTEM 'Woofe'r'

Resistor 'Revc' Node=1=2 R=5.7ohm

Coil 'Levc' Node=2=3 L=0.65mH

Gyrator 'BI' Node=3=0=4=0

BI=5.5Tm

MechResistance 'Rms' Node=4=5

Rm=1.1Ns/m

MechMass 'Mms' Node=5=6

Mm=10.5g

MechCompliance 'Cms' Node=6=7

Cm=2.1e-3m/N

Coupler 'Sd:1(h)' Node=7=8=9

Ratio=76.92

Coupler 'Sd:1(d)' Node=8=0=0=10

Ratio=76.92

AcouResistance 'Rard(h)' Node=9=11

Ra=24.84Ns/m5

AcouResistance 'Rard(d)' Node=10=13

Ra=24.84Ns/m5

AcouMass 'Mard(h)' Node=11=0

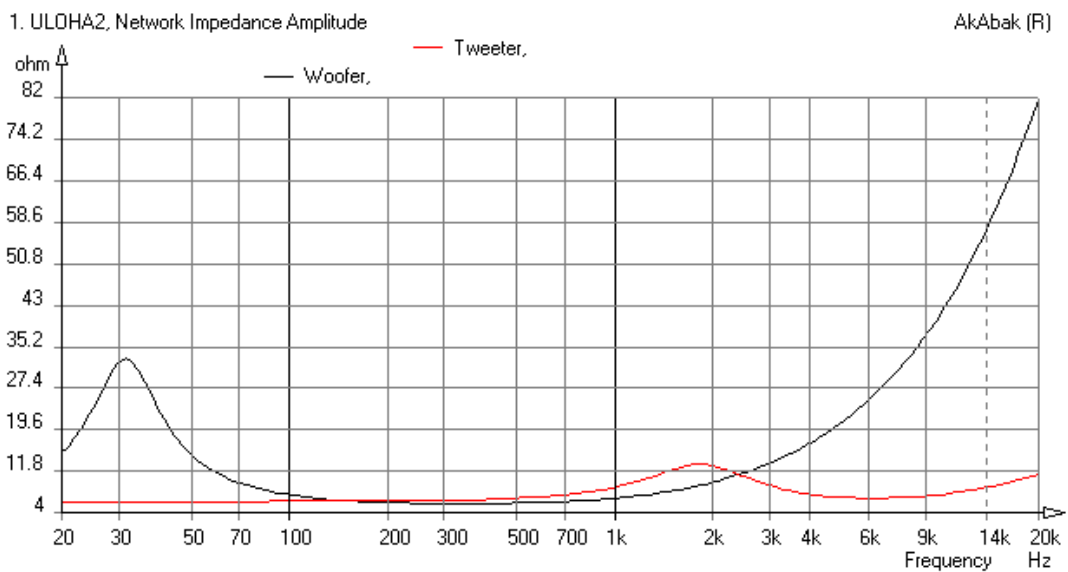
$Ma=4.958\text{kg/m}^4$   
 AcouMass 'Mard(d)' Node=13=0  
 $Ma=4.958\text{kg/m}^4$

SYSTEM 'Tweeter'

Resistor 'Revc' Node=1=2 R=6.2ohm  
 Coil 'Levc' Node=2=3 L=0.08mH  
 Gyrtator 'BI' Node=3=0=4=0  
 $BI=4.4\text{Tm}$   
 MechResistance 'Rms' Node=4=5  
 $Rm=2.717\text{Ns/m}$   
 MechMass 'Mms' Node=5=6  
 $Mm=0.28\text{g}$   
 MechCompliance 'Cms' Node=6=7  
 $Cm=0.025\text{e-}3\text{m/N}$   
 Coupler 'Sd:1(h)' Node=7=8=9  
 Ratio=2000  
 Coupler 'Sd:1(d)' Node=8=0=0=10  
 Ratio=2000  
 AcouResistance 'Rard(h)' Node=9=11  
 $Ra=77580.03\text{Ns/m}^5$   
 AcouResistance 'Rard(d)' Node=10=13  
 $Ra=77580.03\text{Ns/m}^5$   
 AcouMass 'Mard(h)' Node=11=0  
 $Ma=25.3\text{kg/m}^4$   
 AcouMass 'Mard(d)' Node=13=0  
 $Ma=25.3\text{kg/m}^4$

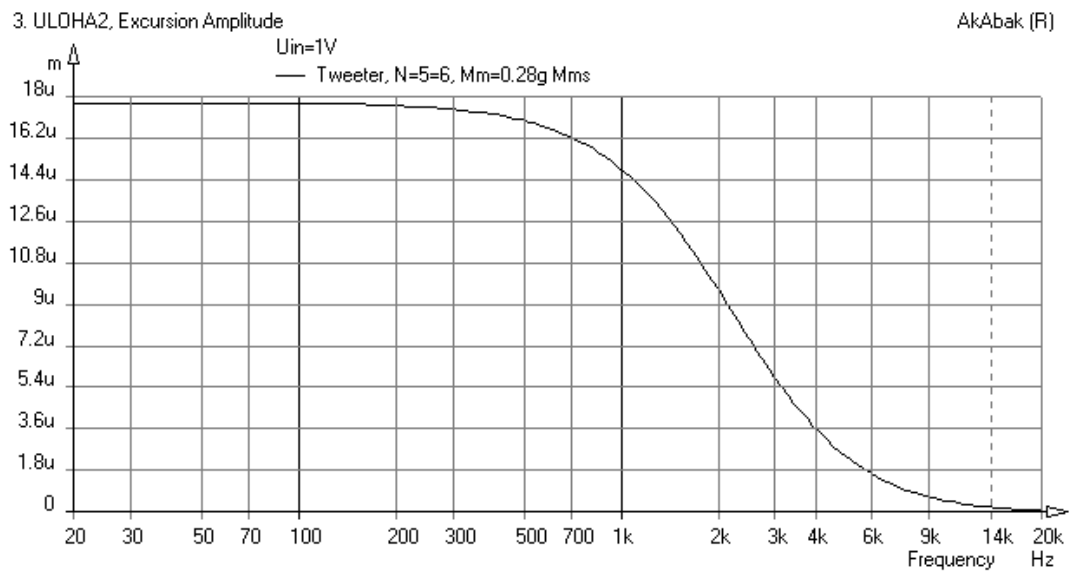
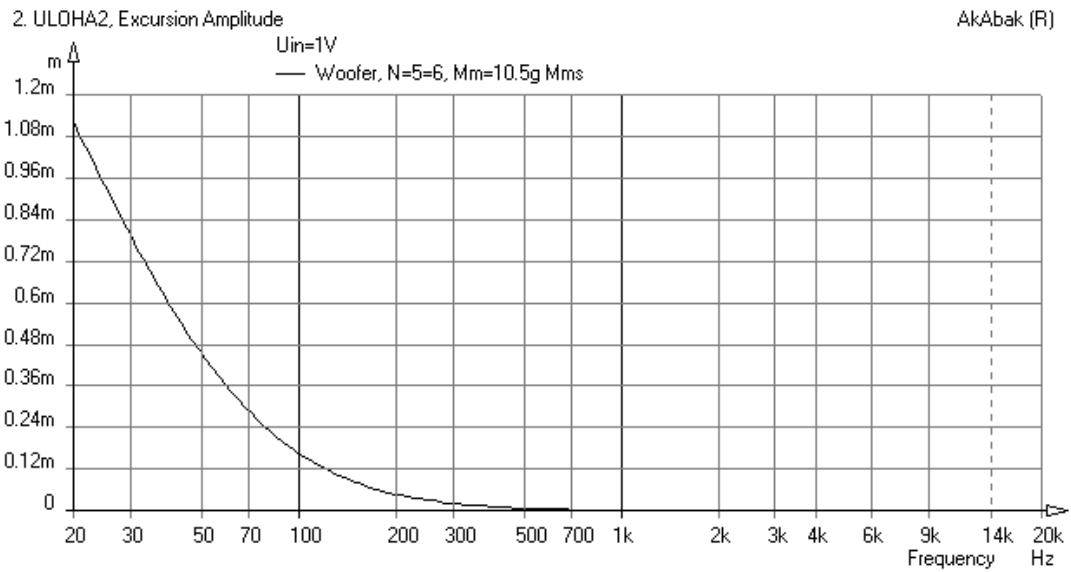
**Získané grafické závislosti:**

Vstupná impedancia sústavy :

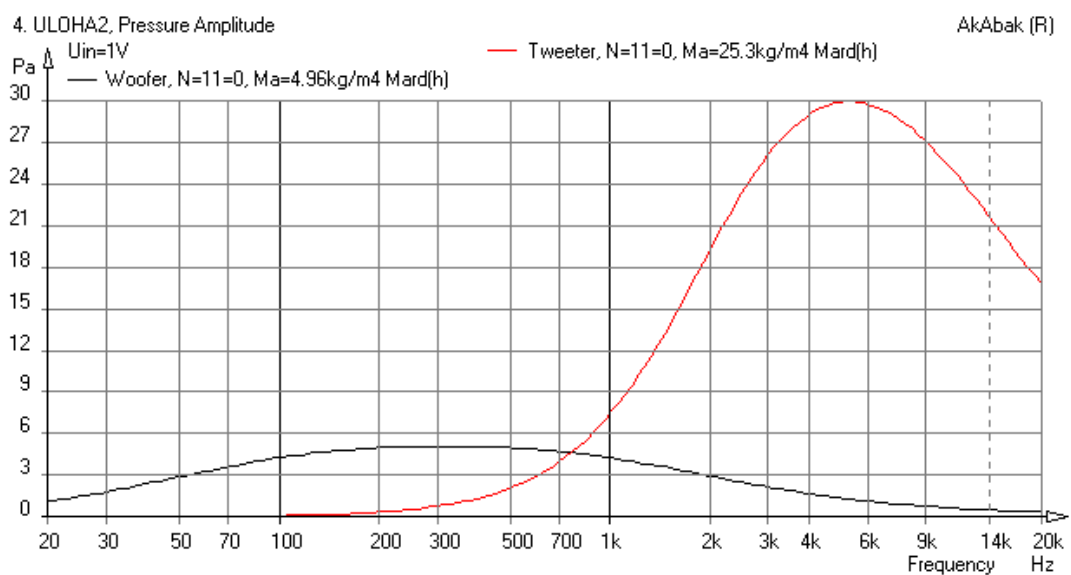




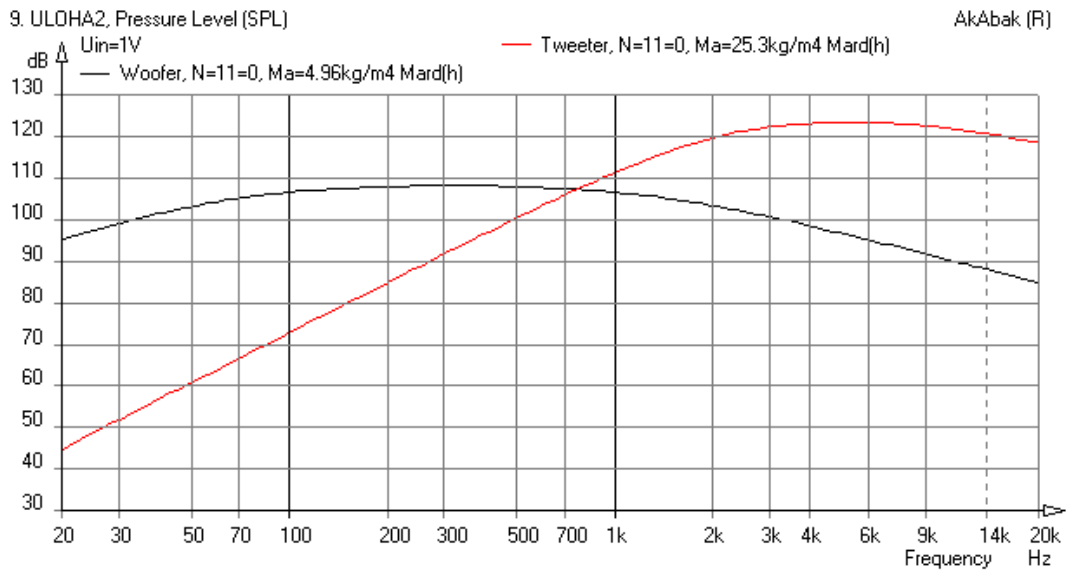
## Mechanické výchylky kmitania membrán oboch reproduktorov:



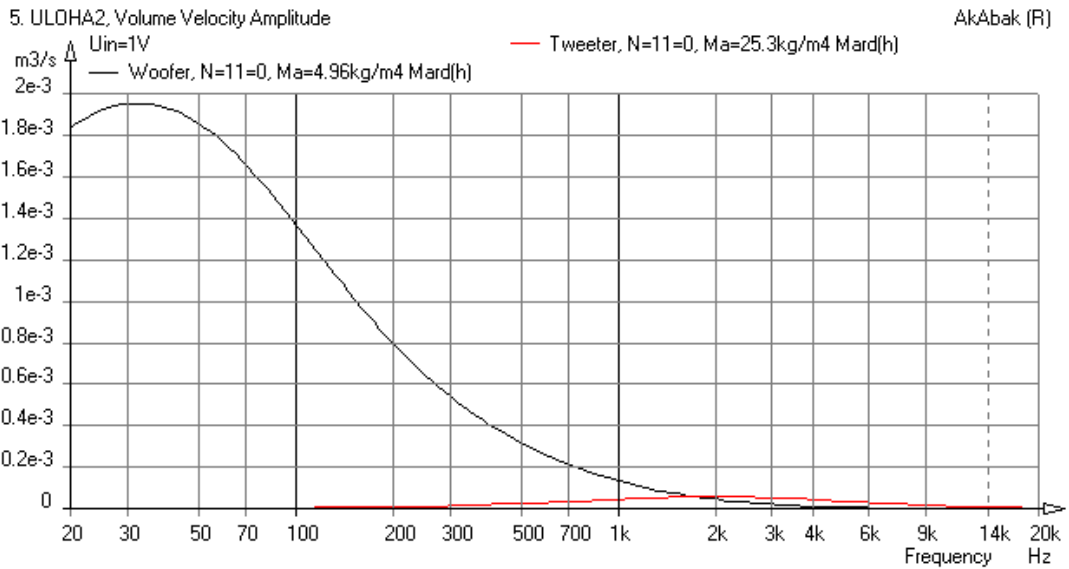
## Výsledný akustický tlak generovaný sústavou v Pascaloch:



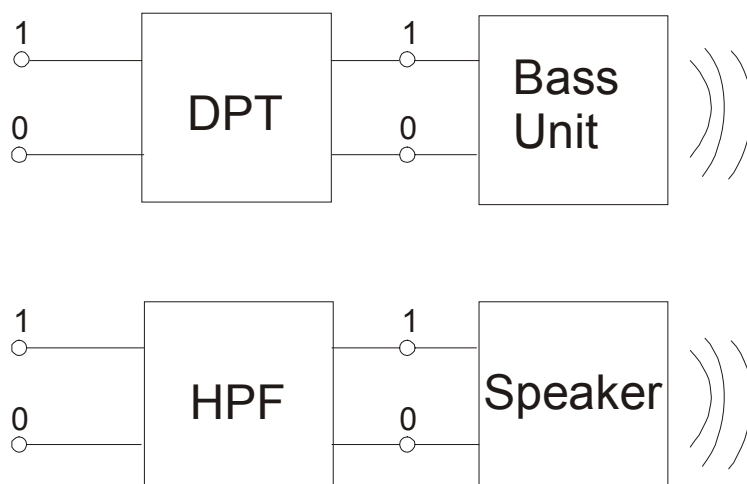
## Výsledný akustický tlak generovaný sústavou v dB:



## Objemová rýchlosť generovaná sústavou:



## Bloková schéma zapojenia sústavy a voľba elektrických výhybiok :



kde : DPF je dolno-priepustný filter s medznou frekvenciou 3500Hz

HPF je hornopriepustný filter s medznou frekvenciou 3500Hz

BassUnit a Speaker makromodely nízko a vysokotónového reproduktora

Keďže zvolené reproduktory majú odporúčané frekvencie: nízkotónový 34 – 4000Hz a vysokotónový 1400 – 30 000Hz zvolil som medznú frekvenciu pre filtre 3500Hz. Pri tejto frekvencii bol prechod medzi nízkotónovým a vysokotónovým reproduktorom na výstupe najvyrovnannejší.

Obidve elektrické výhybky sú Butterworthove filtre druhého rádu.

## Návrh bassreflexovej ozvučnice :

Z ponuky alignments som si vybral ako najvhodnejšiu variantu ozvučnicu s parametrami :

$$Q_b/f_b=1,886 \quad V_b=37,2l \quad f_3=41\text{Hz} \quad Q_e=0,644 \quad f_e=39,3\text{Hz} \quad f_b=38,6\text{Hz} \\ f_{sb}=34\text{Hz}$$

zo týchto parametrov a z parametrov nízkotónového reproduktora ( $V_{as}$ ) som určil  $\alpha$  ako :

$$\alpha = \frac{V_{as}}{V_{ab}} = \frac{45,1l}{37,2l} = 1,212$$

$$h = \frac{f_b}{f_s} = \frac{38,6\text{Hz}}{34\text{Hz}} = 1,135$$

$$V_D = S_D \cdot X_{\max} = 130 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{m} = 2,08 \cdot 10^{-4} \text{m}^3$$

$$D_{P_{\min}} \geq \sqrt{f_b \cdot V_D} = \sqrt{38,6\text{Hz} \cdot 2,08 \cdot 10^{-4} \text{m}^3} = 8,96\text{cm} \rightarrow D_p = 9\text{cm}$$

Z grafu so potom odčítal dĺžku bassreflexovej trubice :  $L_v=12\text{cm}$

## Analýza pomocou makromodelov BassUnit a Speaker v programe AkAbak :

### Výpis skriptu :

```
|Simulacia s BassUnit Speker a Filter
Def_BassUnit 'Woofer'
  dD=12.86cm |Piston
  fs=34Hz Mms=10.5g Qms=2.23
  Qes=0.46 Re=5.7ohm Le=0.65mH ExpoLe=7.814e-3
  Rg=0.1ohm Xms=1.6cm
  Vb=37.18L fb=38.6Hz Qb/fo=1.886
  Qe=0.644 fe=39.3Hz
|Performance in vented enclosure:
| fsb Qtr fD f3
| 34.0Hz 0.387 849.7Hz 41.0Hz
| SPLmax Pelmax Uomaxt60 Ripple
| 104.5dB 41.8W 22.01V94.1ms 0
```

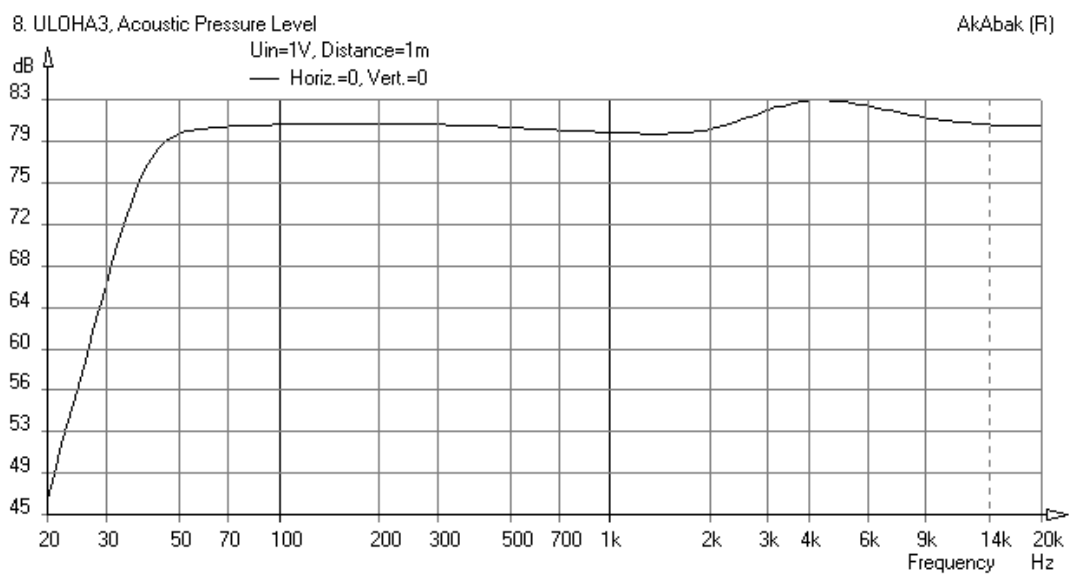
```
Def_Speaker 'Tweeter'
  Meas_Dipole
  dD=2.52cm |Piston
  fs=1.9kHz Mms=0.28g Qms=1.23
  Qes=1.38 Re=6.2ohm Le=80uH ExpoLe=7.814e-3
  Rg=0.1ohm
```

```
System 'Woofer'
  Filter 'DP-Filter'
    fo=3.5kHz
    {b0=1;
    a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  BassUnit Def='Woofer'
  Node=1=0
  x=0 y=0 z=0 HAngle=0 VAngle=0
```

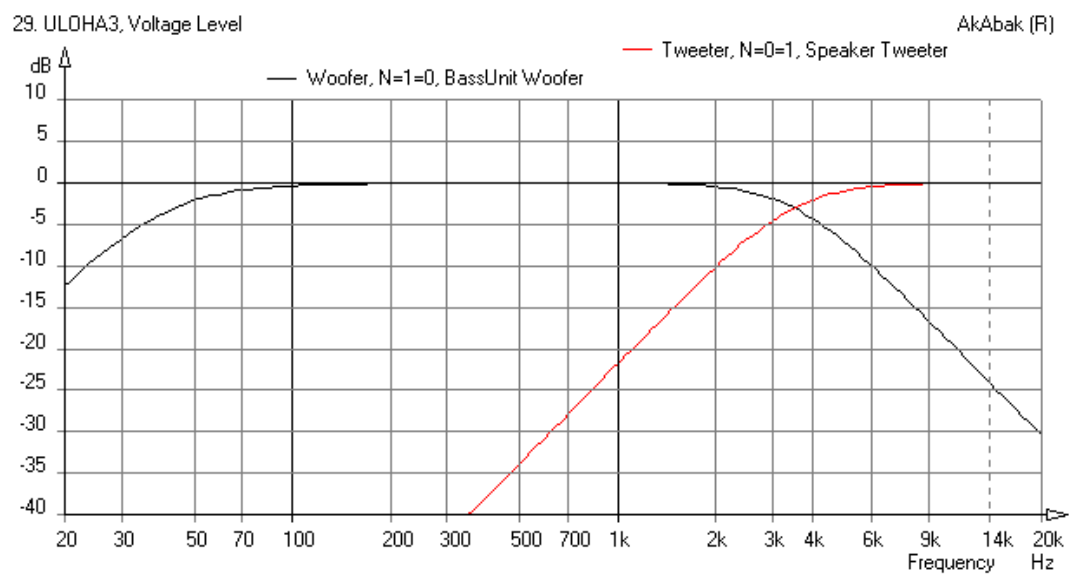
```
System 'Tweeter'
  Filter 'DH-Filter'
    fo=3.5kHz
    {b2=1;
    a2=1; a1=1.414214; a0=1; }
  Speaker Def='Tweeter'
  Node=0=1
  x=0 y=0 z=0 HAngle=0 VAngle=0
```

## Získané grafické závislosti :

Akustický tlak generovaný sústavou :



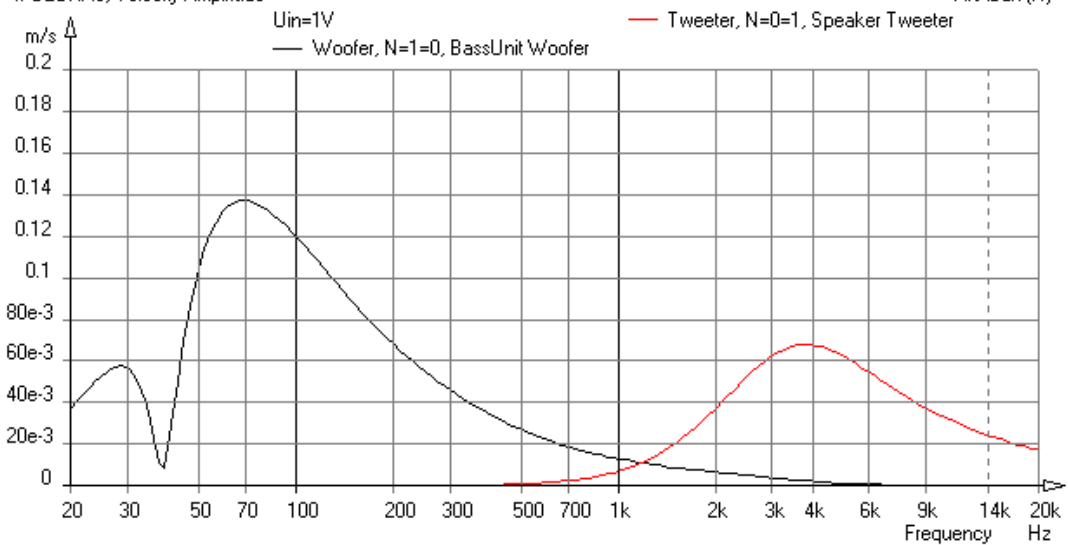
Amplitúdové frekvenčné charakteristiky filtrov :



## Objemová rýchlosť generovaná sústavou:

4. ULOHA3, Velocity Amplitude

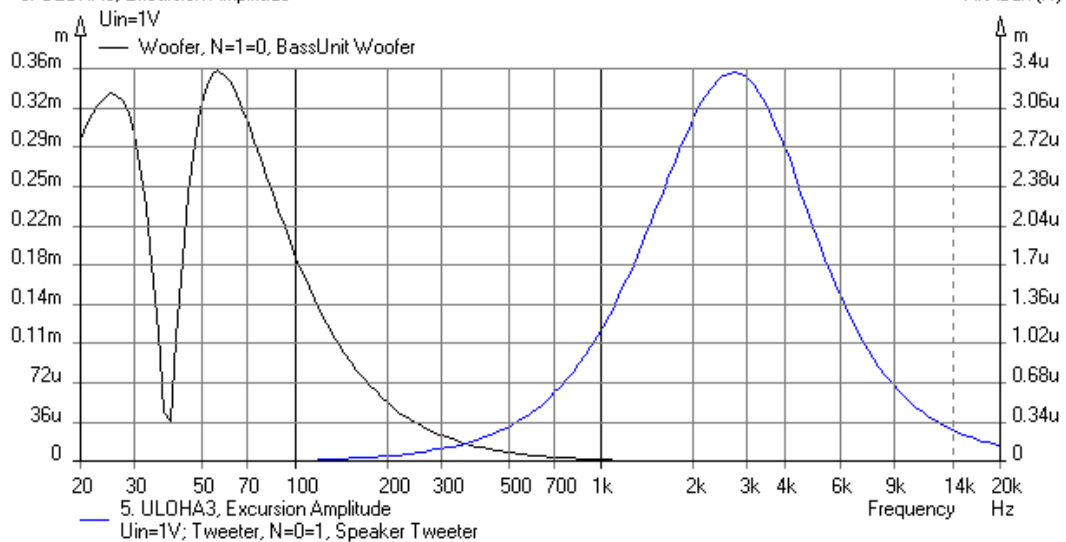
AkAbak (R)



## Mechanické výchylky kmitania membrán oboch reproduktorov:

5. ULOHA3, Excursion Amplitude

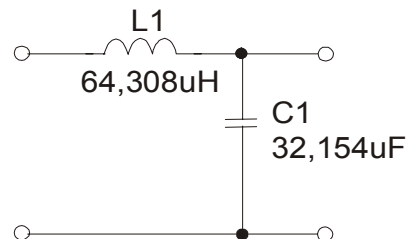
AkAbak (R)



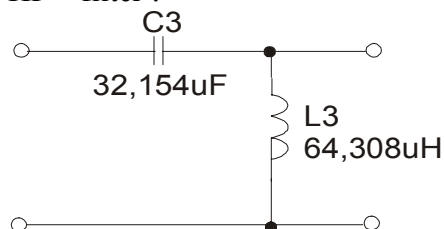
## Syntéza obvodového zapojenia elektrických filtrov a obvodov kompenzácie elektrických impedancií reproduktorov :

Pomocou ponuky Filter->LCR-Syntesis som získal tieto zapojenia elektrických filtrov:

DP – filter :



HP – filter :



Kvôli ochrane nízkotónového reproduktora pred zničením spôsobeným veľkou výchylkou pri nízkych frekvenciách som použil HP filter ktorý je zapojený za elektrickou výhybkou pre nízkotónový reproduktor. Je to Butterworthov filter druhého rádu, ktorého parametre sú :

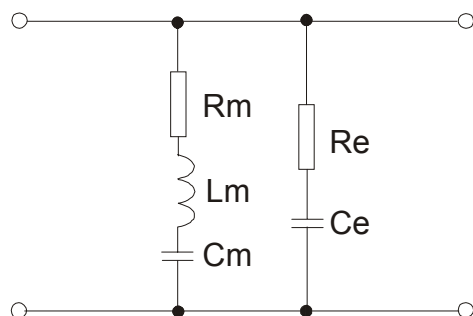
$$f_m = 39,3\text{Hz}$$

$$C = 2.864\text{mF}$$

$$L = 5.727\text{mH}$$

### Zapojenie obvodov kompenzácie elektrických impedancií reproduktorov :

Tieto obvody slúžia na potlačenie nárastu elektrickej impedancie v rezonancii ( $R_m$ ,  $L_m$ ,  $C_m$ ) a na potlačenie nárastu reaktancie cievky reproduktora ( $R_e$ ,  $C_e$ ). Pre nízkotónový reproduktor som použil iba zapojenie pre kompenzáciu nárastu reaktancie cievky. Vysokotónový reproduktor má kompenzované aj rezonančné prevýšenie aj nárast reaktancie cievky reproduktora.



Nízkotónový reproduktor :

$$R_e = 21,03\Omega$$

$$C_e = 3,613\text{mF}$$

Vysokotónový reproduktor :

$$R_m = 7,142\Omega$$

$$L_m = 0,684\text{mH}$$

$$C_m = 10,263\text{uF}$$

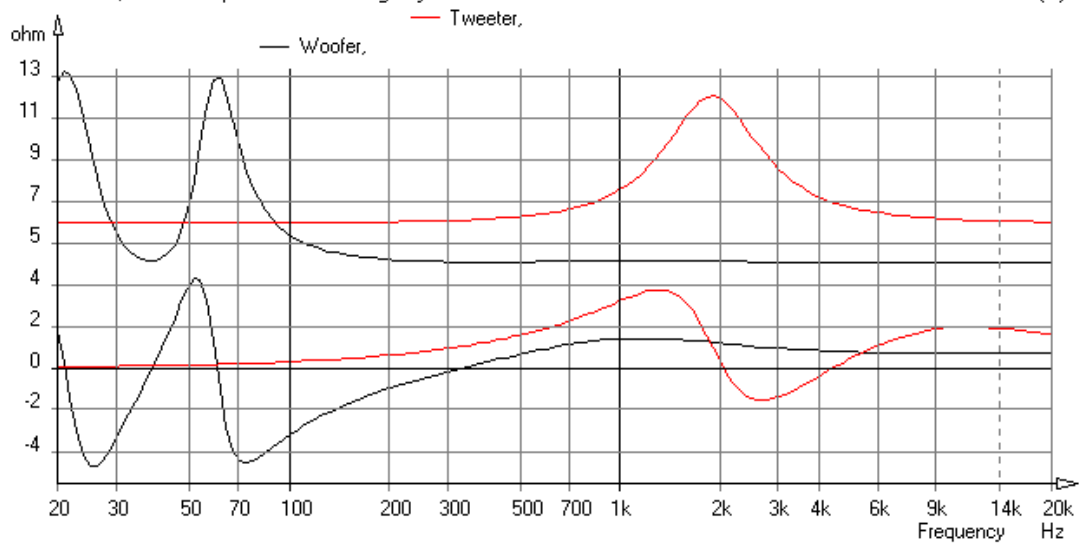
$$R_e = 0,658\Omega$$

$$C_e = 0,511\text{uF}$$

### Impedancie reproduktorov pred kompenzáciou :

6. UL0HA4, Network Impedance Real+Imaginary

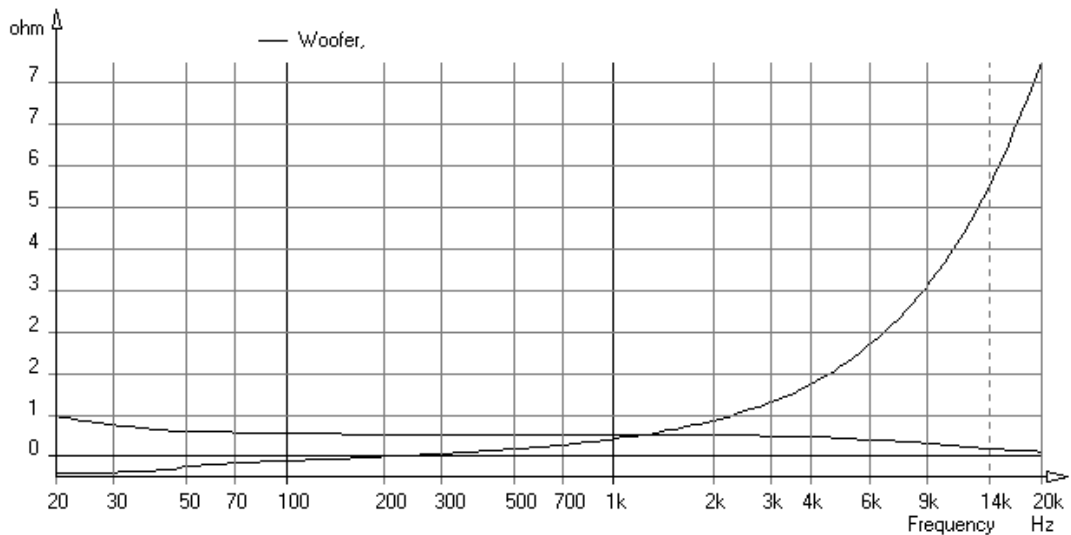
AkAbak (R)



### Impedancie reproduktorov po kompenzácii :

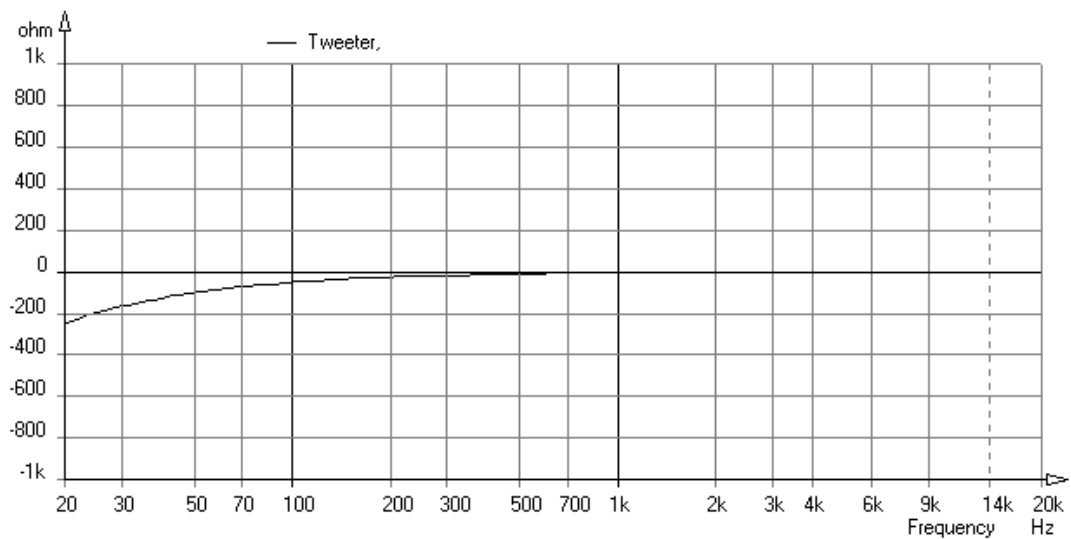
8. UL0HA4, Network Impedance Real+Imaginary

AkAbak (R)



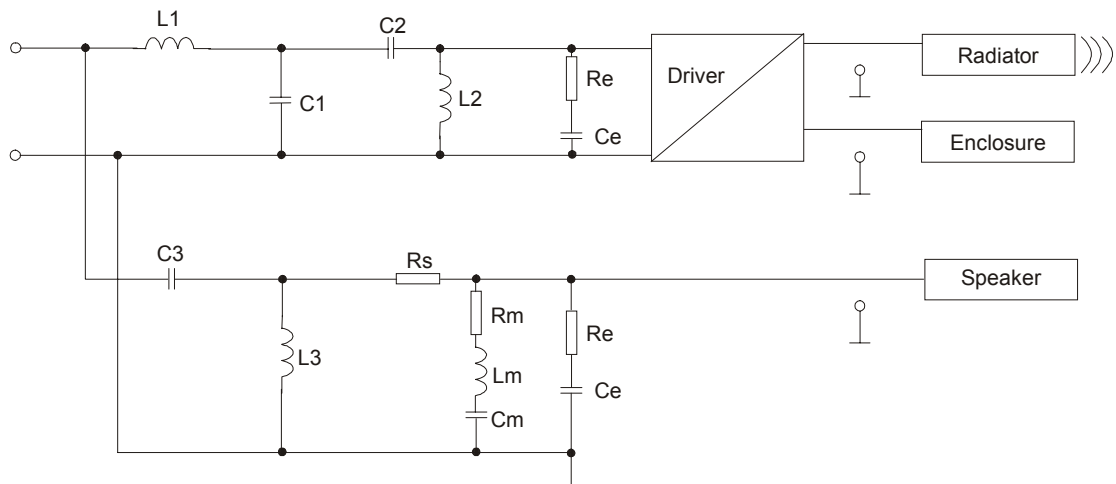
9. UL0HA4, Network Impedance Real+Imaginary

AkAbak (R)





## Celkové zapojenie sústavy :



kde :

$$L1 = 64,308\mu\text{H}$$

$$C1 = 32,154\mu\text{F}$$

$$C2 = 2,864\text{mF}$$

$$L2 = 5,727\text{mH}$$

$$R_e = 21,03\Omega$$

$$C_e = 3,613\text{mF}$$

$$C3 = 32,154\mu\text{F}$$

$$L3 = 64,308\mu\text{H}$$

$$R_s = 6,7\Omega$$

$$R_m = 7.142\Omega$$

$$L_m = 0,684\text{mH}$$

$$C_m = 10,263\mu\text{F}$$

$$R_e = 0,658\Omega$$

$$C_e = 0,511\mu\text{F}$$

## Finálny skript :

|Finálny skript

Def\_Driver 'Driv\_Woofe'

dD=12.86cm |Piston

fs=34Hz Mms=10.5g Qms=0.38

Qes=0.46 Re=5.7ohm Le=0.65mH ExpoLe=0.618

Def\_Speaker 'Speak\_Tweeter'

Meas\_Dipole

dD=2.52cm |Piston

fs=1.9kHz Mms=0.28g Qms=1.23

Qes=1.38 Re=6.2ohm Le=80uH ExpoLe=0.618

Rg=0.1ohm

Def\_Reflector TopCorner

Left=4.0m Top=1.0m Right=4.0m

HAngle=45.0° VAngle=-32.0°

#### System 'Woofers'

|Damping: 0 DP-Deliaci 3.5kHz

Coil Node=1=2 L=64.308uH

Capacitor Node=2=0 C=32.154uF

Resistor 'RL' Node=2=0 R=1ohm

|Damping: 1 Ochranny filter-HP 39.3Hz

Capacitor Node=2=3 C=2.864mF

Coil Node=3=0 L=5.727mH

Resistor 'RL1' Node=3=0 R=1ohm

|Impedance compensation

Capacitor Node=3=0 C=3.613mF Rs=21.03ohm

Driver 'Driver' Def='Driv\_Woofers'

Node=3=0=4=5

Enclosure 'Skrinka' Node=5

Vb=37.2L Qb/fo=1.886 Lb=41.3cm

fb=38.6Hz dD=9cm

x=0 y=0 z=0 HAngle=0 VAngle=0

dEdge=20cm Reflection

Radiator 'Woofers' Def='Driver'

Node=4

x=0 y=245.2mm z=0 HAngle=0 VAngle=0

dEdge=1cm Reflection

#### System 'Tweeter'

|Damping: 0 HP -Deliaci 3.5kHz

Capacitor Node=1=2 C=32.154uF

Coil Node=2=0 L=64.308uH

Resistor 'RL' Node=2=0 R=1ohm

|Impedance compensation

Resistor 'R' Node=2=3 R=6.7ohm

Capacitor Node=3=0 C=0.511uF Rs=0.658ohm

Capacitor Node=3=0 C=10.263uF Rs=7.142ohm Ls=0.684mH

Speaker 'Tweeter' Def='Speak\_Tweeter'

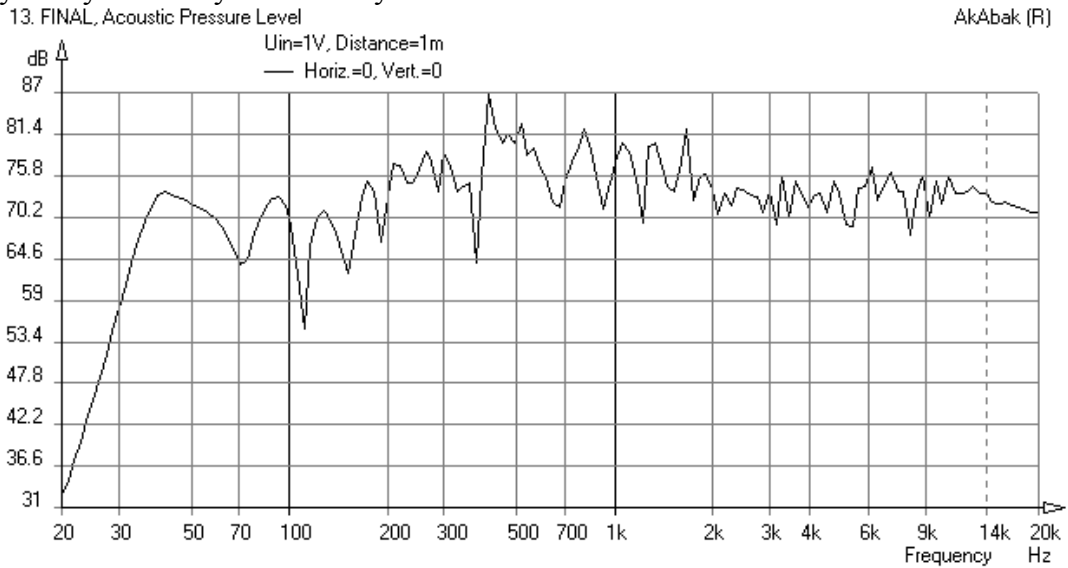
Node=0=3

x=0 y=338.4mm z=0 HAngle=0 VAngle=0

dEdge=1cm Reflection

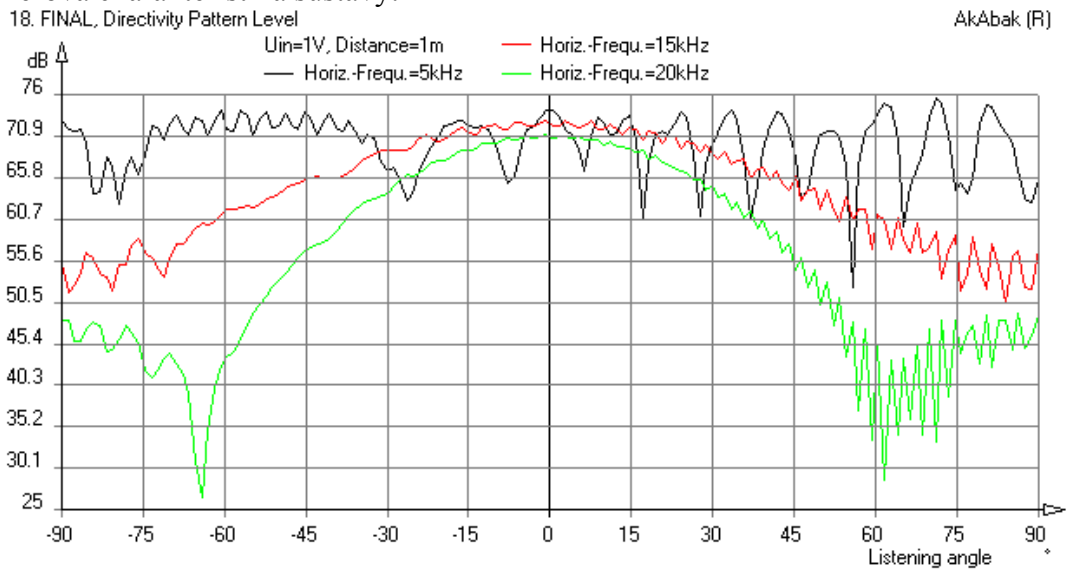
## Získané grafické závislosti :

### Výsledný akustický tlak sústavy :



-pri simulácii boli povolené odrazy a difrakcie.

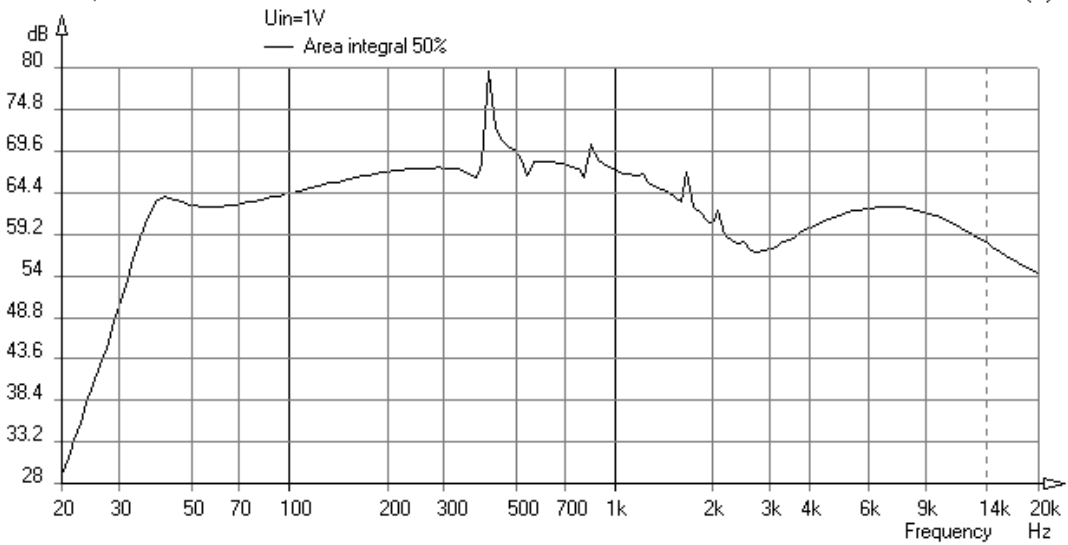
### Smerová charakteristika sústavy:



### Akustický výkon sústavy :

19. FINAL, Total Acoustical Power Level

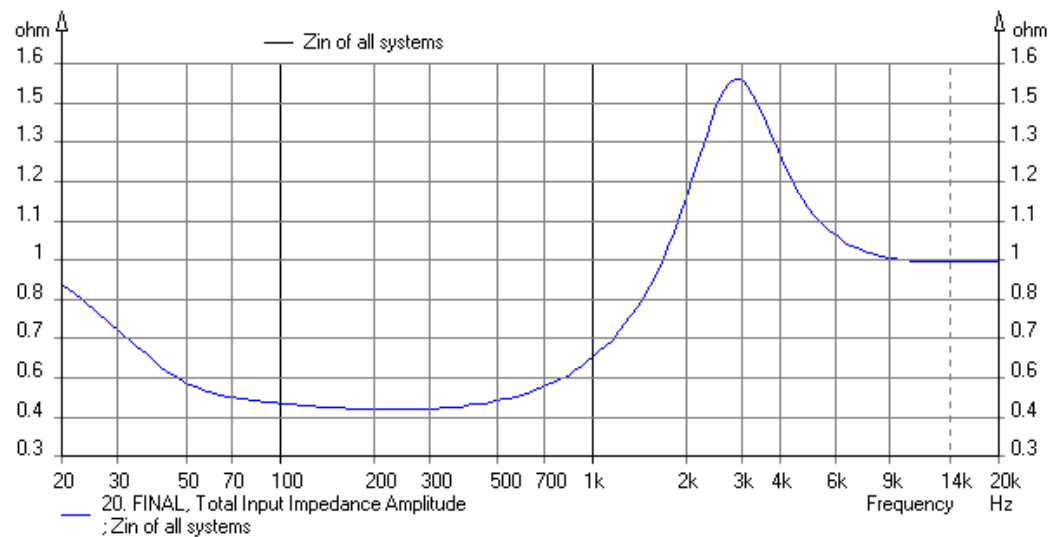
AkAbak (R)



### Vstupná impedancia sústavy :

20. FINAL, Total Input Impedance Amplitude

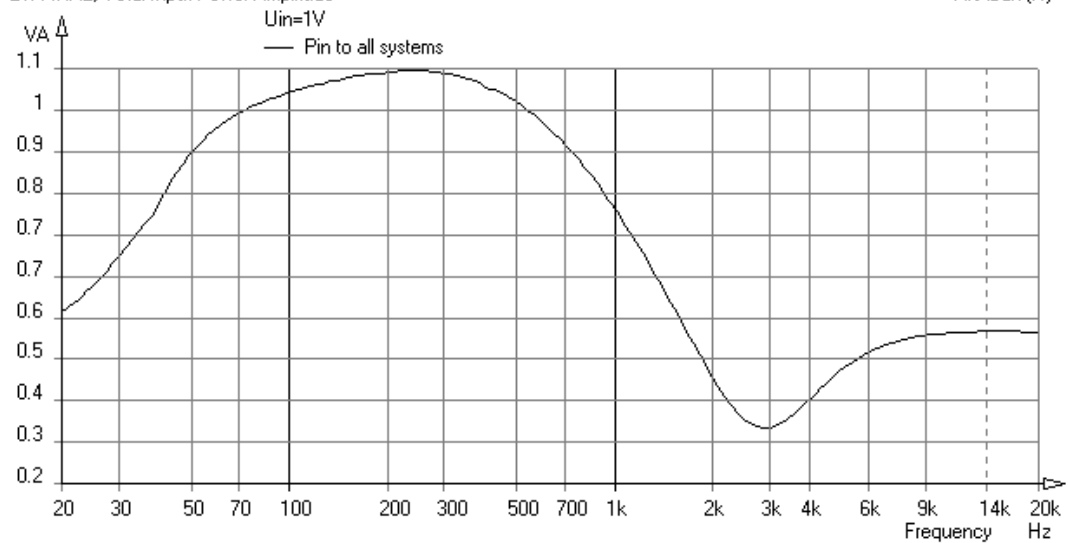
AkAbak (R)



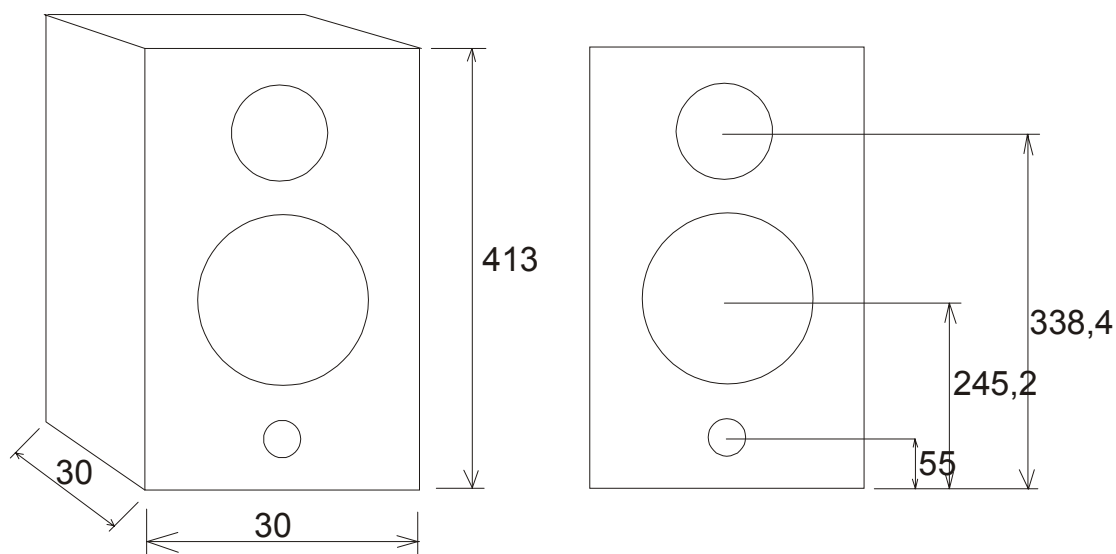
### Vstupný príkon sústavy :

21. FINAL, Total Input Power Amplitude

AkAbak (R)

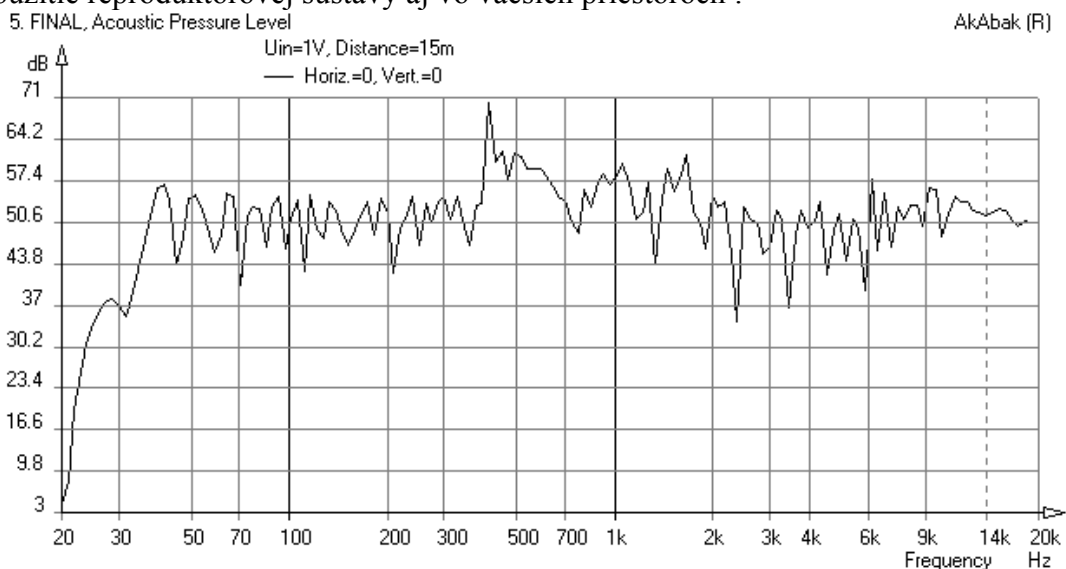


## Nákres výslednej reproduktorovej sústavy :



## Záver a zhodnotenie :

Navrhnutá reproduktorová sústava má ako vidieť zo závislosti pomerne dobré smerové vlastnosti aj keď so zvyšujúcou frekvenciou sa jej smerovosť zhoršuje. Výsledný akustický tlak sústavy je vysoký aj keď vzhľadom na difrakcie a odrazy pomerne nestabilný. Výsledný akustický výkon sústavy je asi 65dB čo umožňuje použitie reproduktorovej sústavy aj vo väčších priestoroch :



Na grafe je akustický tlak vo vzdialenosti 15m, z ktorého je vidieť, že akustický tlak je aj v takejto vzdialenosti postačujúci.

Čo sa týka cenových relácií reproduktorovej sústavy, boli použité kvalitné reproduktory zahraničných firiem, ktorých cena je pomerne vysoká.

Takáto reproduktorová sústava z hľadiska výkonu aj ceny nie je vhodná na domáce použitie, pretože by tu nebol plne využitý jej výkon a výrazne by sa prejavovali odrazy od stien.