



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ФАКУЛТЕТ ПО ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ

КУРСОВ ПРОЕКТ

ПО АУДИО ТЕХНИКА

ТЕМА:

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НИСКОЧЕСТОТНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА
ОЗВУЧИТЕЛНО ТЯЛО, СЪСТОЯЩО СЕ ОТ ТРИ
ВИСОКОГОВОРИТЕЛЯ (НИСКОЧЕСТОТЕН,
СРЕДНОЧЕСТОТЕН И ВИСОКОЧЕСТОТЕН) И ПАСИВНА
МЕМБРАНА

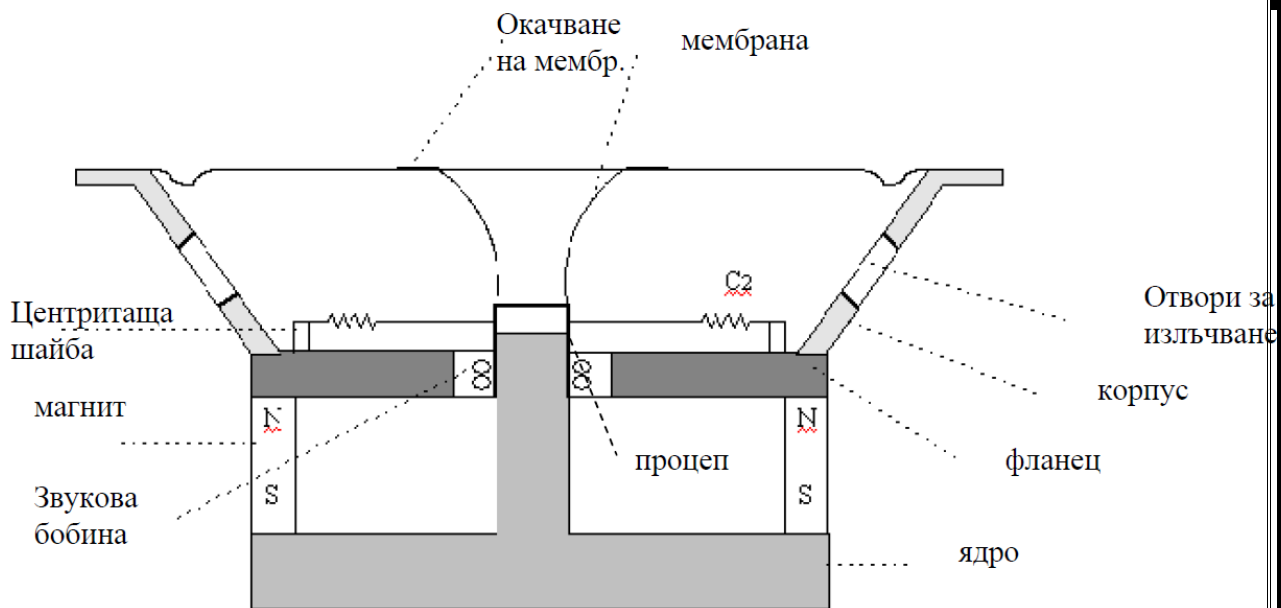
I. Кратка теория за приложението на проектираното озвучително тяло.

Високоговорителите са електроакустични преобразуватели, позволяващи да се получат акустични трептения в резултат на въздействието на електрически сигнали. Те са предназначени да излъчват в пространството акустична мощност в областта на честотите от звуковия спектър, т.е. от 20Hz до 20kHz. В последно време се забелязва тенденция за създаване на високоговорители, които да излъчват акустична мощност и извън областта на звуковия спектър, по-специално в областта на високите честоти до 120kHz.

Високоговорителите преобразуват електрическата енергия в механична. В зависимост от начина на преобразуване те се разделят на: електромагнитни, електродинамични, електростатични (кондензаторни), пиезоелектрични и термойонни. В апаратурата се използват предимно електродинамични високоговорители поради техните експлоатационни и икономически предимства. В последно време намират приложение пиезоелектричните и електростатичните високоговорители за възпроизвеждане на сигнали с честота и над 20 kHz.

В зависимост от начина, по който се осъществява връзката между трептящата система на високоговорителя и пространството в което се възбужда звуково поле, се различават: високоговорители с директно излъчване, чиято трептяща система е свързана директно с пространството, в което се възбужда звуковото поле или се намира в самото звуково поле; рупорни високоговорители, чиято трептяща система е свързана с пространството, в което се възбужда звуково поле, посредством акустичен рупор.

Схема на високоговорител:



II. Изчислителна част.

1. Избор на разделителните честоти f_{p1} и f_{p2}

Трябва да се изберат резонансни честоти f_{p1} и f_{p2} . Целта е да се облекчи чрез един средночестотен високоговорител функционирането на нискочестотния в по-високите честоти и съответно и високочестотния високоговорител в по-ниските честоти.

Избираме:

$$f_{p1} = 550 \text{ Hz}$$

$$f_{p2} = 11500 \text{ Hz}$$

2. Изчисляване на елементите на нискочестотното филтрово звено от втори ред L_1 и C_1

Филтъра на нашето трилентово озвучително тяло избираме да е съставен от четири филтрови звена (две нискочестотни звена и две високочестотни звена). Кондензатора C_1 , индуктивността L_1 и нискочестотния високоговорител

нискочестотен филтър от втори ред, с разделителна честота f_{p1} , който филтър ограничава постъпването към входа на нискочестотния високоговорител на сигнали с честота по висока от разделителната честота f_{p1} .

$$L_1 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p1}}, H$$

Където R_T е товарното съпротивление на нискочестотния високоговорител, $R_T = 4\Omega$

$$L_1 = \frac{4}{\sqrt{2}\pi \cdot 550}$$

$$L_1 = 1,63mH$$

$$C_1 = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p1}R_T}, F$$

$$C_1 = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi \cdot 550 \cdot 4}$$

$$C_1 = 51,18\mu F$$

3. Изчисляване на елементите на нискочестотното филтрово звено от втори ред L_3 и C_3

Кондензатора C_3 , индуктивността L_3 и средночестотния високоговорител образуват нискочестотен филтър от втори ред с разделителна честота f_{p2} .

$$L_3 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p2}}, H$$

Където R_T е товарното съпротивление на нискочестотния високоговорител,
 $R_T = 4\Omega$

$$L_3 = \frac{4}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 11500}$$

$$L_3 = 78,3\mu H$$

$$C_3 = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p2} R_T}, F$$

$$C_3 = \frac{1}{2\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 11500 \cdot 4}$$

$$C_3 = 2,45\mu F$$

4. Изчисляване на елементите на високочестотното филтрово звено от втори ред L_2 и C_2

Кондензатора C_2 и индуктивността L_2 образуват високочестотен филтър от втори ред, с разделителна честота f_{p1} .

$$L_2 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p1}}, H$$

Където R_T е товарното съпротивление на високочестотния високоговорител,
 $R_T = 8\Omega$

$$L_2 = \frac{8}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 550}$$

$$L_2 = 3,27mH$$

$$C_2 = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p1}R_T}, F$$

$$C_2 = \frac{1}{2\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 550.8}$$

$$C_2 = 25,6\mu F$$

5. Изчисляване на елементите на високочестотното филтрово звено от трети ред L_4 , C_4 и C_5

Кондензаторите C_4 , C_5 , индуктивността L_4 и високочестотния високоговорител образуват високочестотен филтър от трети ред с разделителна честота f_{p2} . (Това филтрово звено трябва да е от трети ред, защото е необходимо да разтоварим по ефективно лентовия високочестотен високоговорител от механичните влияния на по ниските честоти). Този високочестотен филтър от трети ред ограничава постъпването към входа на високочестотния високоговорител на сигнали с честота по ниска от резонансната честота f_{p2} .

$$L_4 = \frac{R_T}{\pi f_{p2}}, H$$

Където R_T е товарното съпротивление на високочестотния високоговорител,
 $R_T = 8\Omega$

$$L_4 = \frac{8}{\pi \cdot 11500}$$

$$L_4 = 221,43\mu H$$

$$C_4 = \frac{1}{2\pi(1+m)f_{p2}R_T}, F$$

Където $m = (0,4 \div 0,6)$, избираме $m = 0,5$

$$C_4 = \frac{1}{2\pi \cdot (1 + 0,5) \cdot 11500 \cdot 8}$$

$$C_4 = 1,15 \mu F$$

$$C_5 = \frac{1}{2\pi f_{p2} R_T}, F$$

$$C_5 = \frac{1}{2\pi \cdot 11500 \cdot 8}$$

$$C_5 = 1,73 \mu F$$

6. Избиране на стандартни стойности за реализиране на кондензаторите

$$C_1 = 52 \mu F$$

$$C_2 = 25 \mu F$$

$$C_3 = 2,2 \mu F$$

$$C_4 = 1 \mu F$$

$$C_5 = 1,5 \mu F$$

7. С избраните стандартни стойности на кондензаторите преизчисляваме стойностите на бобините, така че да запазим f_{p1} и f_{p2}

- При C_1

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p1} C_1}, \Omega$$

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 550 \cdot 52 \cdot 10^{-6}}$$

$$L_1 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p1}}, H$$

$$L_1 = \frac{3,94}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 550}$$

$$R_T = 3,94\Omega$$

$$L_1 = 1,61H$$

- При C_3

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p2} C_3}, \Omega$$

$$L_3 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p2}}, H$$

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi \cdot 11500 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6}}$$

$$L_3 = \frac{4,45}{\sqrt{2}\pi \cdot 11500}$$

$$R_T = 4,45\Omega$$

$$L_3 = 87,1\mu H$$

- При C_2

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi f_{p1} C_2}, \Omega$$

$$L_2 = \frac{R_T}{\sqrt{2}\pi f_{p1}}, H$$

$$R_T = \frac{1}{2\sqrt{2}\pi \cdot 5550 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}$$

$$L_2 = \frac{8,2}{\sqrt{2}\pi \cdot 5550}$$

$$R_T = 8,2\Omega$$

$$L_2 = 3,35mH$$

- При C_4

$$R_T = \frac{1}{2\pi(1+m)f_{p2} C_4}, \Omega$$

$$L_4 = \frac{R_T}{\pi f_{p2}}, H$$

$$R_T = \frac{1}{2\pi \cdot (1+0,5) \cdot 11500 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}$$

$$L_4 = \frac{9,23}{\pi \cdot 11500}$$

$$R_T = 9,23\Omega$$

$$L_4 = 255,48\mu H$$

8. Изчисление на пълния качествен фактор Q_{Tp}

$$Q_{Tp} = \frac{Q_{Mp} Q_{ep}}{Q_{Mp} + Q_{ep}}$$

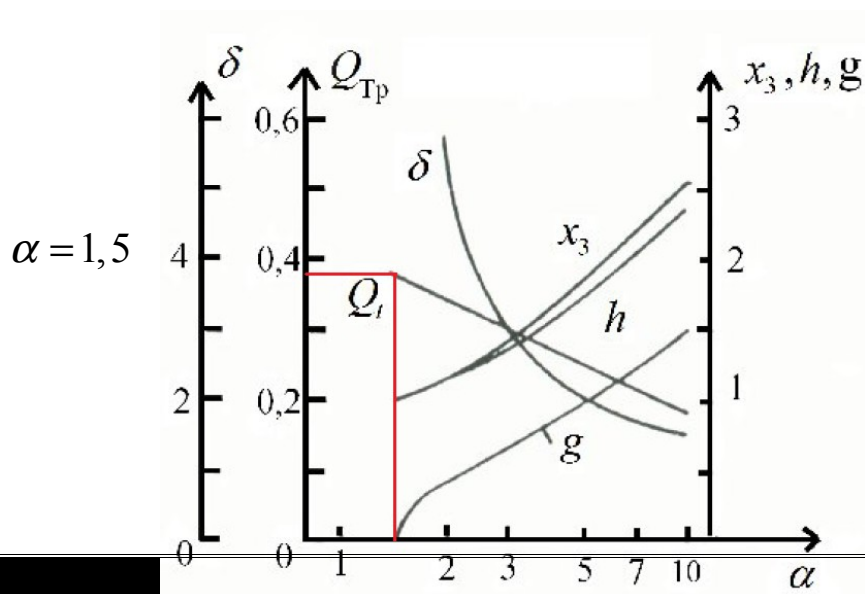
$$Q_{Mp} = 4,94$$

$$Q_{ep} = 0,41$$

$$Q_{Tp} = \frac{4,94 \cdot 0,41}{4,94 + 0,41}$$

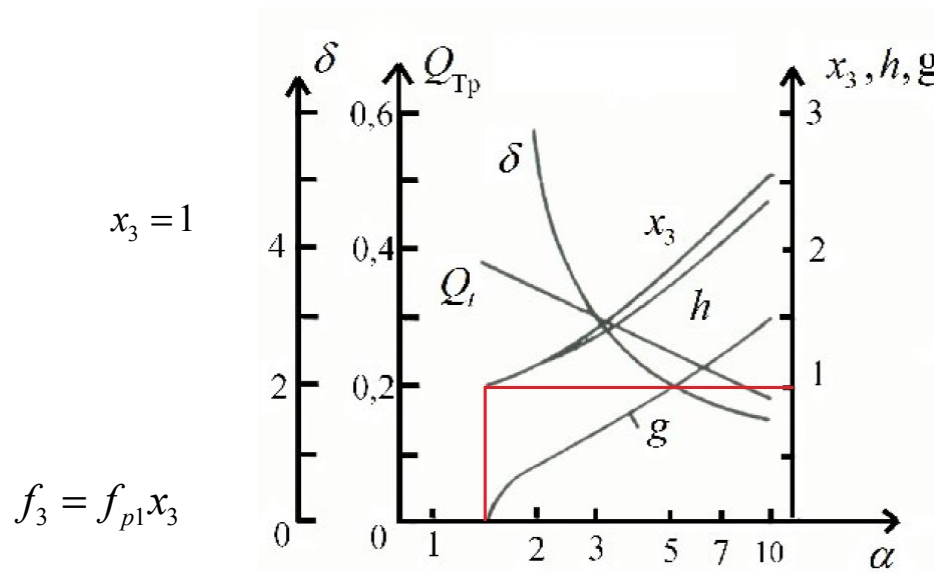
$$Q_{Tp} = 0,38$$

9. Отчитане на коефициента на гъвкавост α от номограмата чрез зависимостта $Q_{Tp} = h(\alpha)$



10. Отчитане от номограмата на честотата, при която нивото пада на -3dB спрямо максималното ниво към ниските честоти от зависимостта

$$x_3 = f(\alpha)$$



$$f_3 = f_{p1} x_3$$

$$f_3 = 550.1$$

$$f_3 = 550 \text{ Hz}$$

11. Изчисляване на еквивалентния обем на нискочестотния високоговорител V_e

За изчислим еквивалентния обем на нискочестотния високоговорител е необходимо да намерим s , ψ , p_s , S (S_e).

- $\psi = 1,4$ – това е константа, която се определя от отношението на специфичните топлини на газа при постоянно налягане и постоянен обем (в случая стойността е за въздух)

- $p_s = 10^5 \text{Pa}$ – статично налягане, което в случая се отнася за въздуха от атмосферата на морското равнище.

- Механичната гъвкавост окачване на високоговорителя е равна на:

$$c = \frac{1}{4\pi^2 f_p^2 m}, mN^{-1}$$

, където $m = 8g$ е маса на присъединения към трептилката въздух, резонансната честота е равна на резонансната честота на нискочестотния високоговорител.

- Еквивалентната звукоизлъчваща повърхност $S(S_e)$ е равна на:

$$S_e = \frac{\pi}{4} D_e^2, m^2$$

, където D_e еквивалентен диаметър на звукоизлъчването.

Еквивалентния обем на нискочестотния високоговорител може да се изчисли по формулата:

$$V_e = c\psi p_s S_e^2, dm^3$$

$$c = \frac{1}{4\pi^2 f_p^2 m}, mN^{-1}$$

$$m = 8g = 8 \cdot 10^{-3} kg$$

$$c = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot 70^2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}$$

$$c = 0,646 mN^{-1}$$

$$S_e = \frac{\pi}{4} D_e^2, m^2$$

$$D_e = 280mm = 0,28m$$

$$S_e = \frac{\pi}{4} \cdot 0,28^2$$

$$S_e = 61,58 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$V_e = c \psi p_s S_e^2, dm^3$$

$$V_e = 64,42 \cdot 1,4 \cdot 10^5 \cdot (61,58 \cdot 10^{-3})^2$$

$$V_e = 1,34 m^3$$

12. Изчисляване на обема на озвучителното тяло V_{OT}

$$V_{OT} = V_e \alpha, dm^3$$

$$V_{OT} = 1,34 \cdot 1,5$$

$$V_{OT} = 2,01 m^3$$

13. Чертеж на озвучителното тяло

