

Megoldások a Középületek akusztikai tervezése c. tárgy zh
teremakusztika és zajvédelem témájú feladataihoz
2019. december 21.

Ismertesse röviden az utózungési idő fogalmát!

Egy térben a hangforrás kikapcsolását követően a kezdeti hangenergia-sűrűség/hangenergia 1 milliomod részére csökkenéséhez szükséges idő / a kezdeti hangnyomásszint 60 dB-lel csökkenéséhez szükséges idő.

Fontos: a kezdeti energia csökken 1 milliomod részére, nem az energiaszint. A szint 60 dB-lel csökken.

Hogyan mérne egy teremben utózungési időt?

Egy forrással zajt sugároznék le, majd a forrást kikapcsolnám. Egy hangnyomásszintmérővel nézném a hangnyomásszint csökkenését és egy stopperrel mérném a 60 dB szintcsökkenéshez szükséges időt.

VAGY

Egy forrással zajt sugároznék le, majd a forrást kikapcsolnám, és valamilyen módon rögzíteném a hangnyomásszint csökkenésének időfüggvényét. A 60 dB csökkenéshez tartozó idő az utózungési idő.

VAGY

Egy forrással zajt sugároznék le, majd a forrást kikapcsolnám, és valamilyen módon rögzíteném a hangnyomásszint csökkenésének időfüggvényét. A 20/30 dB csökkenéshez tartozó időből extrapolálnám a 60 dB csökkenéshez szükséges időt, az az utózungési idő.

VAGY

Felfújnék majd kipukkasztanék egy papírzacskót / lőnék riasztópisztollyal és valamilyen módon rögzíteném a hangnyomásszint változását. A maximális hangnyomásszint (pukkanás pillanata) után megnézném, mennyi idő volt szükséges a hangnyomásszint 60 dB-es csökkenéséhez.

Fontos: A mérés az azt jelenti, hogy valami mérőberendezéssel valami fizikai jellemző értékét figyelem és ebből határozok meg valami értéket. A Sabine-képlet nem mérési módszer!

Definiálja a hangnyomásszint fogalmát - nem elég a képlet, a jelöléseket is magyarázza el!

A hangnyomásszint a hangnyomás szintben kifejezett értéke.

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \frac{p_{eff}^2}{p_0^2}$$

p_{eff} : a hangnyomás effektív értéke,

p_0 : a hallásküszöb, értéke 20 μ Pa.

Mi az a decibel? Mire használjuk? Magyarázza el röviden!

A decibel a szintekben kifejezett mennyiségek mértékegysége. Egy energiával arányos mennyiséget viszonyítunk egy viszonyítási értékhez (osztjuk vele), majd ennek a hányadosnak vesszük a tízes alapú logaritmusát, és az eredményt szorozzuk 10-zel (ezért deci az előtagja). Jelölése: dB

Általános számítási módja:

$$L = 10 \cdot \log_{10} \frac{E}{E_0}$$

Az akusztikában azért használjuk, mert nagy értéktartományt kell átfognunk ($2 \cdot 10^5 \dots 10^3$ Pa) és a hangerősség-érzet is exponenciális jellegű.

Fontos: mindig viszonyítunk valamihez, ha nincs viszonyítási alap, nem lehet szintben kifejezni az adott mennyiséget.

Próbálja meg definiálni a nem létező „magasságszint” fogalmát a hangnyomás-hangnyomásszint, magasság-magasságszint párok analógiájára!

Szinteknél általában energia-jellegű mennyiségeket viszonyítunk egymáshoz. Jó kérdés, hogy a magasság energiával arányos-e... Ha energiával arányosnak vesszük, nem kell négyzetre emelni, egyébként igen.

Akárhog is, kell egy viszonyítási alap, legyen ez az $h_0 = 1$ m. Tegyük fel, hogy a magasság nem lehet negatív, ekkor egy lehetséges definíció:

$$L_h = 10 \cdot \log_{10} \frac{h}{h_0}$$

Magyarázza el, egy pontszerű forrástól távolodva miért csökken a hangnyomásszint! (hangerő, hang intenzitás)

Az intenzitás a felületegységen átviramló energia. A hangforrásból kilépő és gömbszimmetrikusan terjedő hangenergia a forrástól távolodva egyre nagyobb gömbfelületen oszlik el, így az intenzitás egyre csökken.

Egy pontszerű hangforrás hangteljesítményszintje $L_w=100$ dB Mekkora hangnyomásszintet mérnek a forrástól 100 méter távolságra, ha a forrást a földre, egy nagy kiterjedésű függőleges téglafal tövébe helyezem, és szabad rálátásom van a forrásra?

A házi feladatban körbejártuk ezt a témát.

$$L_p = L_w + K_{\Omega} - K_d$$

A hangforrás a földön van, nagy kiterjedésű téglafal tövében, az irányítási tényező +6 dB.

A távolság miatti csillapításnál van egy 11 dB-es tag is (ez a gömbfelületből adódik), ezt nem illik elfelejteni:

$$K_d = 20 \log_{10} \frac{100}{1} + 11 = 20 \log_{10} 10^2 + 11 = 20 \cdot 2 + 11 = 51 \text{ dB}$$

A hangnyomás így: $L_p = 100 + 6 - 51 = 55$ dB.

Az 50 m távolsághoz sem kell számológép: $50 = 100 / 2$, ezért $K_d = 20 \cdot 2 - 6 + 11 = 45$ dB.

Fontos: A hangnyomásszint a forrástól távolodva csökken, ezt mindenféle tanulmányok nélkül is tudjátok (távolabbról halkabb). Az eredményt mindig ellenőrizni kell... (voltak, akiknek nőtt a hangnyomásszint a távolsággal).

Mennyivel változik a mért hangnyomásszint, ha a forrás teljesítményét huszadára csökkentem / húszszorosára növelem?

A forrás teljesítményét csökkentem/növelem, a forrás teljesítményszintje fog csökkenni/nőni. Amennyivel a teljesítményszint változik, annyival fog a hangnyomásszint is változni.

A 20-as faktor nem más, mint 10-szer 2:

$$L_{w2} = 10 \log_{10}(E_1 \times 20) = 10 \log_{10}(E_1) + 10 \log_{10}(20) = L_{w1} + 10 \log_{10}(10) + 10 \log_{10}(2) = L_{w1} + 10 + 3 = L_{w1} + 13 \text{ dB}$$

A hangnyomásszint 13 dB-lel csökken / nő.

Ha valaki $20 \log_{10}$ -zel számolt, azt is elfogadtam, mert megígértem, hogy ezzel nem szívatok senkit.

Egy 5x8x4 / 6x10x5 méter (szélesség x hosszúság x magasság) teremben 0,5 / 1 másodperc alatti utózengési időt szeretnénk elérni. Az összes felület átlagos hangelnyelési tényezője 10% Milyen hangelnyelési tényezőjű álmennyezetet kell a terembe helyezni, hogy a kívánt célt elérjük? Elérhető a kívánt cél?

(Üres teremmel számoljon!)

A házi feladat és a hangelnyelő anyagokról szóló óra alapján ezt a feladatot mindenkinek hibátlanul meg kellett volna tudni oldania...(az elszámolás nem számít).

Sabine-képlet alkalmazása...Az alábbi egyenletet kell megoldani:

$$T_{cél} = 0,161 \frac{V}{(S_{tot} - S_{menny}) \bar{\alpha} + S_{menny} \alpha_{menny}}$$

$$V = 160 \text{ m}^3 / 300 \text{ m}^3$$

$$S_{tot} = 2 \cdot (5 \cdot 8 + 5 \cdot 4 + 8 \cdot 4) = 2 \cdot (40 + 20 + 32) = 2 \cdot (92) = 188 \text{ m}^2$$

$$\text{ill. } S_{tot} = 2 \cdot (6 \cdot 10 + 6 \cdot 5 + 10 \cdot 5) = 2 \cdot (60 + 30 + 50) = 2 \cdot (140) = 280 \text{ m}^2$$

$$S_{menny} = 5 \cdot 8 = 40 \text{ m}^2 \text{ ill. } S_{menny} = 6 \cdot 10 = 60 \text{ m}^2$$

Ha 1-nél nem nagyobb elnyelési tényező adódik, akkor a cél elérhető (megvalósítható).

Mennyi lesz a teremben a kritikus sugár? (Irányítási tényező 1)

A kritikus sugár képletét nem kell feltétlenül tudni, de a jeleshez illik emlékezni arra, hogy mi is az és mitől függ:

$$r_0 = \left(\frac{R_{rc} D_{\theta}}{16\pi} \right)^{1/2}$$

A kritikus sugár az irányítási tényezőtől és a teremállandótól függ. Az irányítási tényező 1, a teremállandó pedig:

$$R_{rc} = \frac{\bar{\alpha} S}{1 - \bar{\alpha}}$$

Magyarázza el tömören az impulzusválasz fogalmát!

Az impulzusválasz a terem (Dirac-) impulzus gerjesztésre adott válasza.

(A teremben impulzusjellegű zajt hozunk létre, az impulzusválasz az erre a gerjesztésre kialakuló hangnyomás időfüggvénye.)

Magyarázza el tömören az energielecsengési-görbe fogalmát! Rajzoljon le egy diffúz térre jellemző energielecsengési görbét!

Az energielecsengési-görbe a hangnyomásszint csökkenését ábrázolja (tehát függőleges tengelye logaritmikus). A görbét általában normálják, így 0 dB-ről indul. A görbéről leolvasható az utózengési idő: a -60 dB-es szinthez tartozó idő az utózengési idő. Neve angolul Energy Decay Curve, EDC.

Az energielecsengési görbe az impulzusválaszból (is) számítható.

A diffúz térre jellemző lecsengés exponenciális, így ha diffúz térre jellemző energielecsengési görbét rajzolunk, akkor egy negatív meredekségű (csökkenő) egyenest kell rajzolni. Ha precízek vagyunk, a görbe 0 időpontban 0 dB-ről indul, előtte vízszintes.

Milyen hangtisztasági paramétereket ismer? Soroljon fel legalább 1-et és magyarázza el, milyen fizikai tartalma van a paraméternek! (Nagyvonalakban hogyan számoljuk, mi alapján?)

Kétféle hangtisztasági paramétert (paraméter-csoportot) tanultunk, az egyik a C_x – Clarity, a másik a D_y – Deutlichkeit vagy Definition.

Mindkettő egy energiaarányt fejez ki: adott idő előtt (X ill Y ms előtt) beérkező hangenergiát viszonyít az X idő után beérkező, vagy az összes beérkező hangenergiához:

$$C_x = 10 \log_{10} \frac{E_{0-X}}{E_{X-\infty}}$$

azaz a 0 és X ms között beérkező hangenergia viszonyítva az X ms után beérkező hangenergiához decibelben kifejezve és

$$D_y = \frac{E_{0-Y}}{E_{0-\infty}}$$

azaz a 0 és Y ms között beérkező hangenergia viszonyítva az Y ms után beérkező hangenergiához (százalékban kifejezve).

Zenei célú termeknél $X = 80$ ms, beszédcélú termeknél $Y = 50$ ms értékeket szoktunk használni.

Fizikai tartalom:

Az első X vagy Y ms alatt érkező energia a hasznos („JEL”), ez hordozza az információt. Ehhez képest a később érkező energia a „haszontalan”, zavar minket a hasznos jel értelmezésében, élvezetében („ZAJ”). A két energia egymáshoz képesti viszonya egyfajta jel-zaj-viszony (Clarity ilyen), illetve viszonyíthatjuk a hasznos energiát az összes fülünkbe érkező energiához (Definition ilyen).