

Otthoni feladatok utózungési idő becsléséhez és méréséhez

Kidolgozta: Jenei-Kulcsár Dóra, Rucz Péter

2021. április

A méréshez végezze el a következő feladatokat és dokumentálja az eredményeket mérési jegyzőkönyv formájában. A feladatok elvégzéséhez a következő eszközök szükségesek:

- Hangfelvétel készítésére alkalmas eszköz. Ez az eszköz lehet mobiltelefon vagy számítógéphez csatlakoztatott mikrofon is. A mobiltelefonos méréshez a **RecForge II**¹ szoftvert ajánljuk. Ügyeljen rá, hogy a méréshez kapcsolja ki az automatikus szintszabályzást (*Automatic Gain Control*, AGC). (A funkció pl. a **RecForge II** szoftver menüjéből kikapcsolható.)
- A felvételek feldolgozásához használható jelfeldolgozó környezet, pl. **Matlab**.

Az elkészített jegyzőkönyveket kérjük Rucz Péternek (rucz@hit.bme.hu) küldje elektronikusan, Word vagy PDF formátumban.

1. Utózungési idő becslése

A következő feladatok megoldásához használja fel a mérési segédletben tárgyalt elméleti ismereteket.

Feladatok

1. Becsülje meg a lakásban a legnagyobb illetve legkisebb utózungési idővel rendelkező helyiség (pl. fürdőszoba és nappali) utózungési idejét a Sabine-féle képlet alapján! Az átlagos elnyelési tényezőt válassza $\bar{\alpha} = 10\%$ -nak! Mi a becslés előnye és hátránya? Adja meg a helyiségek főbb méreteit (pl. elnagyolt alaprajzzal)!
2. Becsülje meg az előbbi két helyiség utózungési idejét a modern teremakusztikai megközelítés alapján! Milyen viszonyban van a kapott eredmény a korábban kiszámolttal? (Egy ember $0,5 \text{ m}^2$ ekvivalens elnyelési felülettel becsülhető.)
3. Mit vár, milyen viszonyban lesz a becsült és a mért eredmény? Válaszát indokolja!
4. Adjon becslést az egyensúlyi állapot kialakulásához szükséges időre (mindkét helyiségben)!
5. Mekkora értéket vehet fel a zajszint a szobákban a $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ referenciaszinthez viszonyítva? Válaszát indokolja!

2. Utózungési idő mérése

Az utózungési idő méréséhez legegyszerűbb az impulzusválasz mérésére hagyatkozni. Ehhez a szobákat impulzusszerű gerjesztéssel (pl. taps, zacskó- vagy lufipukkasztás) gerjeszthetjük. A mérés elvégezhető a megszokott zaj módszerével is, ehhez azonban további eszközökre (megfelelő szintű zajforrás) is szükség van. Mind az impulzus, mind a zajgerjesztés könnyen túlvezérelheti a felvételt, azonban jelen mérés esetén ennek nem lesz hatása a kiértékelésre.² A felvételeket veszteségmentes **.wav** formátumban érdemes rögzíteni.

¹<https://play.google.com/store/apps/details?id=dje073.android.modernrecforge&hl=en>

²A túlvezérlés itt a maximális A/D konverziós szint átlépését, nem pedig a mikrofon telítését jelenti. Utóbbi lényegesen nagyobb szintnél következik be és természetesen tönkreteszi a felvételt.

A felvétel feldolgozásához töltsse be a felvételt a feldolgozó programba. **Matlab** használata esetén a feldolgozáshoz célszerű szkriptet készíteni, mely a különböző helyiségek felvételeit betöltve kiértékeli a lecsengési időket. A felvétel az **audioread** függvénnyel tölthető be a legegyszerűbben. A feldolgozáshoz érdemes kívágni egy, az alapzajra jellemző részletet is a felvételtől, melyet a jel-zaj viszony becslésére használhatunk fel a későbbiekben. Emellett a rögzített válaszhoz tartozó részt is érdemes külön kívágni. A felvétel ábrázolása (**plot**) után a kivágások határai könnyen megadhatók grafikusan is, a **ginput** függvény felhasználásával.

Az utózungési idő számításához szinteket kell számítanunk, melyek időbeli átlagolás eredményeként adódnak. A szintek számításához használhatjuk a korábbi L2 mérésen megismert módszereket. Ügyeljünk arra, hogy ebben az esetben a szintszámításhoz használt átlagolási időnek jóval kisebbnek kell lennie a lecsengési időnél. (Tipikusan, ha a lecsengési idő néhány tizedmásodperc, akkor az átlagolási időnek az ezredmásodperces nagyságrendben kell lennie.) Így a felvett teremválaszból kiértékelt szintek alapján kiszámítható az *RT* utózungési idő a mérési segédletben tárgyalt módszerek segítségével. Figyeljük meg, hogy az utózungési idő számításánál egymáshoz mért (relatív) szintekre van csupán szükségünk, így a mérés elvégzéséhez nincs szükség kalibrált hangrögzítő eszközre.

Az utózungési idő mérése így tipikusan a következő lépésekből áll:

- Teremválasz rögzítése a megfelelő formátumban.
- A válasz betöltése, a jellemző részek kivágása a felvételtől.
- Szintszámítás megfelelő időállandóval.
- A maximális szinthez képest vett -5 dB és -25 dB vagy -35 dB szintekhez tartozó időpontok megkeresése a válaszban.
- A meghatározott időpontok alapján a -60 dB-hez tartozó *RT* lecsengési idő kiszámítása illesztéssel, extrapolációval.

Feladatok

1. Méréssel ellenőrizze a fenti becsléseit! Milyen mérési módszert alkalmaz? Miért? Váolja fel a mérési elrendezést. Milyen módon befolyásolhatják a mérés eredményét az alkalmazott eszközök? Ábrázolja a mért válaszból számított szintek időfüggését, jelölje be az utózungési idő számításához használt alappontokat a görbén! Számítsa ki a mérés jel-zaj viszonyát!
2. Milyen viszonyban van a becsült és a mért eredmény? Ha eltérést tapasztal, mi lehet az eltérés oka?
3. Mutassa meg a mért adaton, hogy a lecsengési idő frekvenciafüggő! (Ötlet: ehhez a felvett jelet még a szintszámítás előtt az időtartományban szűrhetjük sáváteresztő szűrővel. **Matlab**: **filter** függvény a szűréshez, a szűrő pedig pl. a **butter** függvénnyel tervezhető.)
4. A mellékelt felvétel egy korábbi évben készült az I épület egyik lépcsőházában. Végezzen előfeldolgozást a hanganyagon (pl. felesleges részek levágása), majd határozza meg az utózungési időt. Vesse össze a kiszámított utózungési időt a lépcsőház és az otthoni helyiségek esetén! Megfelel-e az eredmény az előzetes várakozásnak?