

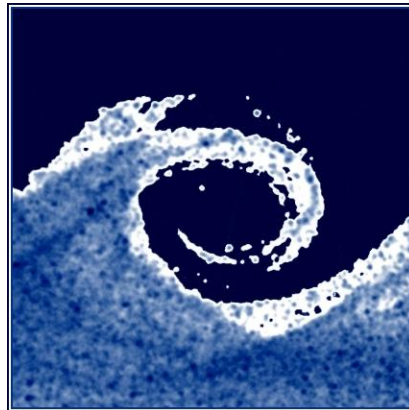
Zajvédő tokozás mérése

Műszaki akusztika

(BMEGEÁTAG15)



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2



Mérést végezte:

Hoyer Csaba

Koncsár Balázs

Szász Norbert

Takács Bálint

Budapest, 2016.11.20.

Tartalomjegyzék:

Mérés célja

Mérés elve

Alkalmazott műszerek

Mérés menete

Burkolatok leírása

Burkolatok hanggátlása tercfelbontásban

Konklúzió

Mérés célja:

Jelen mérés célja egy zengőszobában különböző zajvédő tokok hatásosságának vizsgálata lineáris rendszer és egy erre a rendszerekre jellemző mérés technika segítségével. Egy hangszóró által adott gerjesztés hatására keltett hang, illetve ezen hang mikrofon által érzékelt jelének (spektrumának) összehasonlítása, majd a kapott spektrumok alapján annak vizsgálata, hogy mik a mérőrendszer korlátai.

Mérés elve:

A mérés során a zengőszoba átviteli függvényét határozzuk meg, annak érdekében, hogy a vizsgált burkolatok hatásosságáról információt kapjunk, s ezeket összehasonlíthassuk egymással és a referencia (burkolatlan) esettel. A mérést az igazolhatóság érdekében végezzük zengőszobában, hiszen a szoba viselkedésének jellege könnyen reprodukálható. Az akusztikában a teljes rendet, illetve a teljes káoszt a legkönnyebb imitálni, utóbbinak felel meg a zengőszoba. Ez úgy került kialakításra, hogy a falai illetve a bennük elhelyezett gömbök bármely hangforrás esetén kielégítsék, vagy legalább jól közelítsék azt a feltételt, hogy bárhonnán kiinduló bármilyen irányba haladó hang néhány visszaverődés után a hangtér minden pontjába eljusson. Ez megfeleltethető annak, hogy a zengőszoba falainak hang elnyelése minimális legyen. A zengőszoba épület az épületben elrendezésű, vagyis egy külön kialakított szoba, amely rugókon helyezkedik el, emellett kívülről szigetelt. Ezzel elértük azt, hogy az épület rezgései illetve a kívülről érkező hangok nem befolyásolják a mérésünket. Az épület alatt található rugók sajátfrekvenciája 5 Hz körüli, amely azt jelenti, hogy 5 Hz alatti gerjesztésekre a rugó nem csillapít, 5 Hz-en a szoba rezonál, 5 Hz felett pedig a frekvencia négyzetével arányosan javul a csillapító képesség. Körülbelül 100 Hz-es az a határ, amely felett jól használható a szoba, vagyis már elnyelődik akkora hányada a gerjesztésnek, hogy ne befolyásolja a mérésünket. A magas frekvenciás rezgéseket - amelyek szintén gerjeszthetik a szobát, befolyásolva ezzel a mérésünket - a rugók fölé helyezett gumilapok nyelik el. A jelek vizsgálhatósági tartományát befolyásolja a szoba mérete is. Zengő térben a kinetikus és potenciális energia mind térfogatátlagban mind időátlagban adott helyen megegyezik. Minél nagyobb a szoba, annál inkább alkalmas alacsony frekvenciák vizsgálatára, de fontos figyelembe venni, hogy a szoba méretével nő a benne lévő levegő mennyisége, így a légnyelés is. Az elhelyezést illetően arra kell figyelni, hogy a falaktól megfelelő távolságra helyezzük el a mikrofont, hiszen különböző elven működő (sebesség vagy nyomásérzékelő) mikrofonok esetén a fal közelében a mikrofonunk a hangot hangosabbnak vagy halkabbnak fogja hallani, hiszen a fal közelében a levegő sebessége lecsökken, a nyomása pedig megnő. A mozgási energia potenciálissá alakul át.

A mérés során egy lineáris rendszert egy pszeudorandom jellel gerjesztünk. Lineáris rendszerről akkor beszélhetünk, hogyha teljesül rá a szuperpozíció, vagyis egy adott A illetve B gerjesztésre adott válasz esetén az A+B gerjesztésre adott válasz az előző két válasz összegeként megadható. A rendszertől elvárható a kauzalitás, ami azt jelenti, hogy a rendszer gerjesztése és válasza között ok okozati összefüggés van. A gerjesztő jelünk időtartományban értelmezett függvény, azonban a spektrum frekvencia tartományban értelmezett így ahhoz, hogy a spektrum létrejöheszen, szükség van egy FFT elemzőre. Az FFT elemző segítségével a bemenő és a kimenő időjelet szinuszos összetevőkre bontjuk, a spektrumukat képezzük, majd ezeket a részspektrumokat összegezve, megkapjuk a bemenő illetve kimenő jel teljes spektrumát. Ezeket osztva egymással pedig a rendszer átviteli függvényét határozhatjuk meg. Ezt a műveletsort végzi el helyettünk az FFT elemző.

A mérésnek azonban vannak olyan részei, amelyek megfontolást igényelnek. A mérés során egy adott nagyságú mintavételezési idővel, FFT ablakkal vizsgáljuk a jeleinket. A mérés elején a mintavételezési idő alatt olyan gerjesztésre kapott választ látunk, amelyet még nem ismerünk. Erre kínál megoldást a pszeudorandom jellel történő gerjesztés, amely csak látszólagosan véletlenszerű. Valójában periodikus, periódus ideje megegyezik az FFT ablak hosszával. A mérés során fontos a jó jel/zaj viszony, ennek érdekében indokolt a magas jelszinten történő mérés mellett, hogy a mérőeszközt ne terheljük túl. Megoldás lehetne az is, hogy egy halkabb jelet jobban erősítsünk, ám ekkor figyelembe kell venni a számítások során, hogy különböző erősítésekkel dolgoztunk. Annak érdekében, hogy tovább csökkentjük a hibát, az adatgyűjtőn adatrögzítés közben nem szomszédos csatornákat használunk, elkerülve ezzel a csatornák közötti áthallást.

Alkalmazott műszerek:

Az alkalmazott műszerek mind a mérőrendszer részeit képezik. Ez a mérőrendszer a hangszóróból, bizonyos esetekben tokozásból, a mikrofonból (amely nyomásmérő mikrofon), a kétcsatornás adatrögzítő rendszerből (FFT elemzőből) áll, melynek segítségével így lehetőség nyílik a kimenet által észlelt jel és a bemenet, mint gerjesztő jel összehasonlítására. Azért van szükségünk az FFT elemzőre, mert a gerjesztés és az így előálló válasz is időtartományban értelmezett, nekünk azonban a vizsgálathoz arra van szükségünk, hogy azt lássuk, hogy egy-egy frekvenciát mennyire képes gátolni a tokozás.

Műszerek:

- Hangszóró
- Mikrofon
- Kétcsatornás adatgyűjtő (FFT elemző)

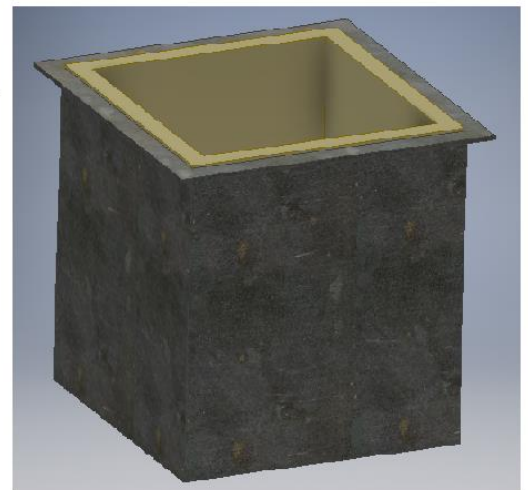
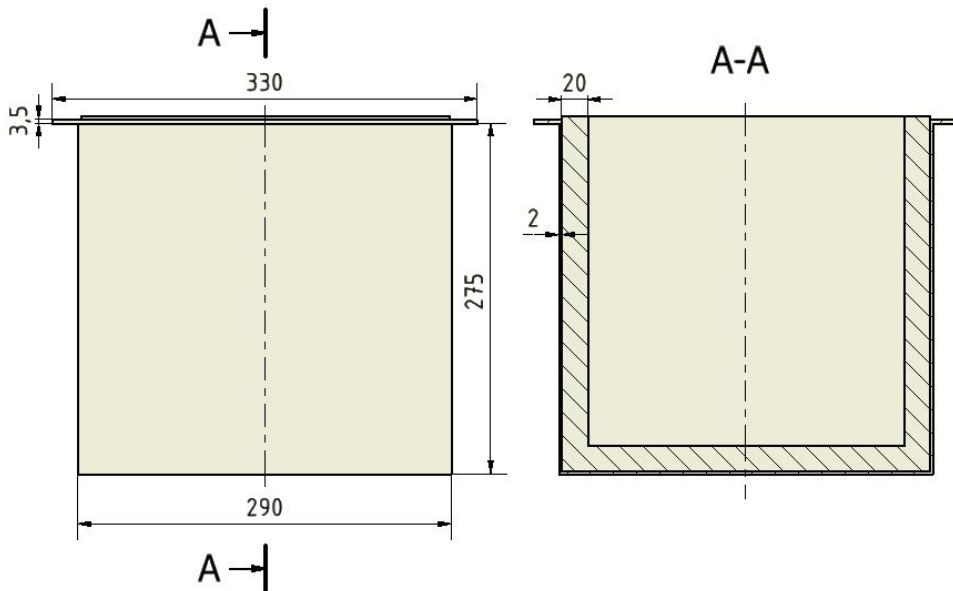
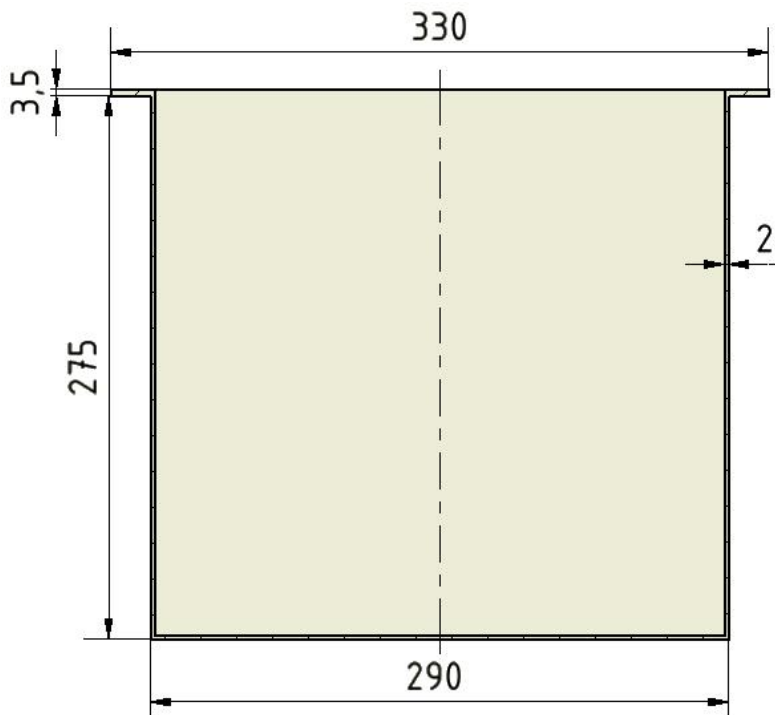
Mérés menete:

A mérést 5 lépésben végezzük el. Az első lépés a burkolatlan eset. A második, amikor a kisebb fémtokot helyezük a hangforrás fölé. A harmadik esetben ugyanennek a toknak egy szigeteléssel ellátott verzióját, a negyedik esetben egy kétrétegű szigeteléssel ellátott tokot helyezünk el a hangszóró körül. Az ötödik lépésben pedig a tökéletes tokot imitáló, kikapcsoljuk a hangforrást. Minden mérés esetében a hangszóróra rákapcsoljuk az általunk meghatározott időfüggő gerjesztést, majd várunk addig, ameddig az FFT elemző által mutatott spektrum be nem áll a valós átlag körüli értékre.

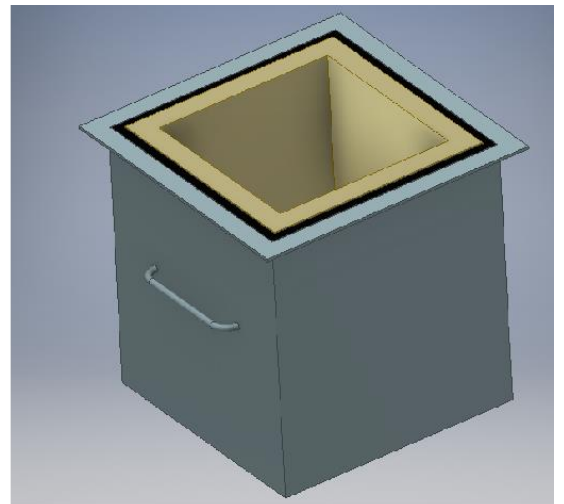
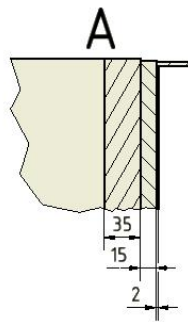
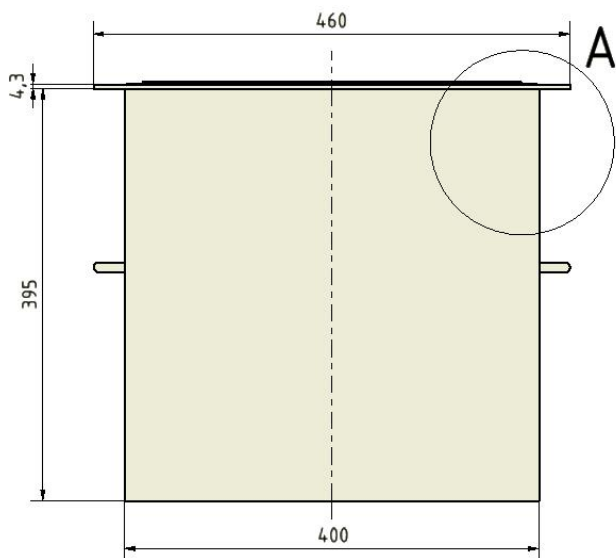
Burkolatok leírása:

Burkolatokat a zajterhelés csökkentése érdekében alkalmazunk, vagyis az a fő célunk, hogy a hangforrás által keltett hang teljes spektrumát, vagyis minden olyan frekvenciát, amelyet a hangforrás kibocsájt, a lehető leginkább elnyeljük, illetve az, hogy minimalizáljuk a zaj kijutását hangtérbe.

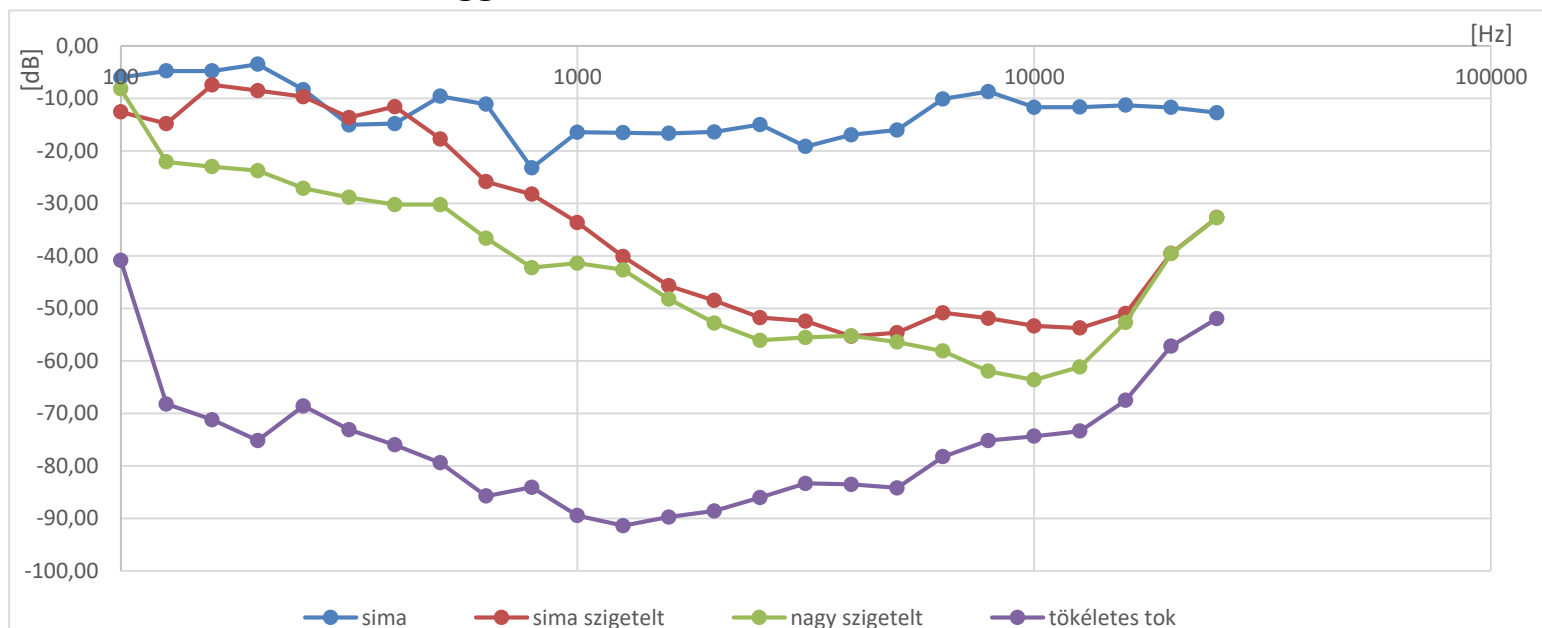
A három vizsgált burkolat:



Mindhárom tok lemezvastagsága 2 mm, a legnagyobb tokban el van helyezve egy közel 15 mm-es PVC réteg, valamint egy 35 mm vastag üvegyapots réteg.



Burkolatok hanggátlása tercfelbontásban:



Az átviteli függvényeket tercfelbontásban Excel táblázatba exportálva, majd az egyes spektrumokat a burkolat nélkül mért spektrumból kivonva kapjuk meg az egyes burkolatok hangelnyelését.

Konklúzió:

A mérésünk arra irányult, hogy megnézzük, a különböző burkolattípusok hogyan segítik a hanggátlást. Az első esetben, ahol egy szigetetlen tokot vizsgáltunk a szigetelő hatás, a többi méréshez képest nem jelentős, vagyis maga a hangforrás köré helyezett fém nem ér el jelentős hatást. Amikor ugyanezen toknak a szigetelt változatával vizsgáltunk alacsony frekvenciákon nem jelentős a különbség, ám a közép és magas frekvenciákon sokkal jobb hanggátlást tudtunk elérni. A harmadik mérés esetén, amikor egy több rétegű, szigeteléssel

ellátott tokot vizsgálunk, a 100 és 1000 Hz közötti tartományban további hanggátlás javulás érhető el. A tökéletes tok esete adja az irányt ahhoz, hogy következtetéseket vonhassunk le a fejlesztési irányokról. Látható, hogy a nagyon alacsony, illetve nagyon magas frekvenciákat még a tökéletes tok sem képes úgy gátolni, mint a középfrekvenciákat. Érdekes lehet megvizsgálni, hogy a legjobb hanggátlást biztosító toknál - amely a harmadik eset volt - különböző anyagokat szigetelőként használva hogyan változik a hanggátlás. Érdekes lehet azt is megvizsgálni, hogy különböző szigetelő anyagokat különböző nagyságú felületeken alkalmazva milyen hanggátlás érhető el. Összességében elmondható, hogy a hanggátlás a nagyon alacsony, illetve a nagyon magas frekvenciák tartományában nehézkes, azonban az emberi fül korlátozott képességei miatt érdemes kijelölni egy olyan határt, ami alatt illetve felett már nem érdemes vizsgálatokat végezni. Ezt a határt befolyásolhatja a hangban megjelenő frekvenciák aránya is, hiszen ha kevés adott frekvenciájú összetevő található a hangban, azt a többi összetevő elnyomhatja. Tágíthatja, illetve tovább szűkítheti a vizsgálati tartományt az alkalmazási környezet, vagyis az, hogy a rendszerünk, amelyet vizsgálunk, milyen rezgésekre érzékeny.