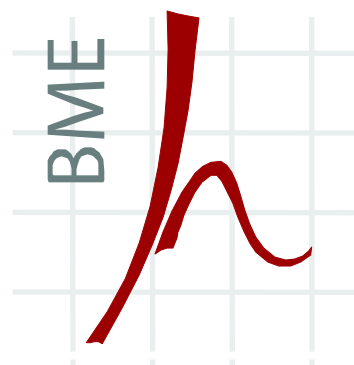




Mobiltelefonos zajmérés lehetőségei és korlátai

Márki Ferenc

*MTA Akusztikai Osztályközi Állandó Bizottság ülés
2015. április 14.*

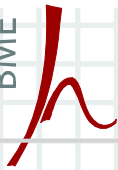
- Az emberek tudatosságát felkelteni, hogy ne csak a tartalmat válogassák meg gyermekeik számára, hanem a „hangerőt” is!

Ezt úgy lehet elérni, hogy

- informálni kell az embereket, hogy mennyire súlyos a helyzet
- szembesíteni az embereket olyan események/helyszínek veszélyességi fokával, melyeket látogatnak (azaz közvetlenül legyenek érintve)
- és biztosítani kell számukra, hogy saját maguk is meg tudnak győződni, hogy van-e veszély → ← sajnos a legtöbb felnőtt füle „félre van kalibrálva” hangerő szempontjából

Mobiltelefon vs. Hangnyomásszint-mérő





Mobiltelefon mint zajmérő

- Nagyon sokfajta hardver és szoftver
- Mikrofon: alapvetően beszédre, cél a „magas-minőségű” hangzás, nem pedig a tökéleteses lapos frekvenciamenet
 - Headset bemenetre HQ mikrofon -> drága
 - MEMS (Microelectromechanical systems=mikrorendszer-technika) mikrofonok
 - HPF (szélzaj miatt) – de sokszor kikapcsolható / némileg kompenzálható
- Az analóg egység (előerősítő): minimális (költség miatt!), így remélhető, hogy nem „rontja el” a jelet
- A/D annyira olcsó, hogy szinte a legrosszabb is megfelelő
- CPU: bőven elegendő

MEMS mikrofonok

“More recent MEMS microphones have remarkably flat responses; on a par with the best 1/2” electret or externally-polarised condenser microphones.”

D. P. ROBINSON, J. TINGAY, “Comparative study of the performance of smartphone-based sound level meter apps, with and without the application of a 1/2” IEC-61094-4 working standard microphone, to IEC-61672 standard metering equipment in the detection of various problematic workplace noise environments”, InterNoise 2014.

“MEMS microphones typically have a sensitivity between 5 and 17.8 mV/Pa and can capture signals as low as 30 dB SPL and as high as 120 to 130 dB SPL (signal-to-noise ratio >60 dB (*ref to 94 dBA*)*). MEMS microphones also have a flat frequency response similar to ceramic and condenser microphones used in type 2 noise dosimeters.”

C. A. Kardous and P. B. Shaw, “Smartphone sound measurement apps”, J. Acoust. Soc. Am. 135 (4), April 2014

** magyarázat: Márki Ferenc*

MEMS mikrofonok - példa

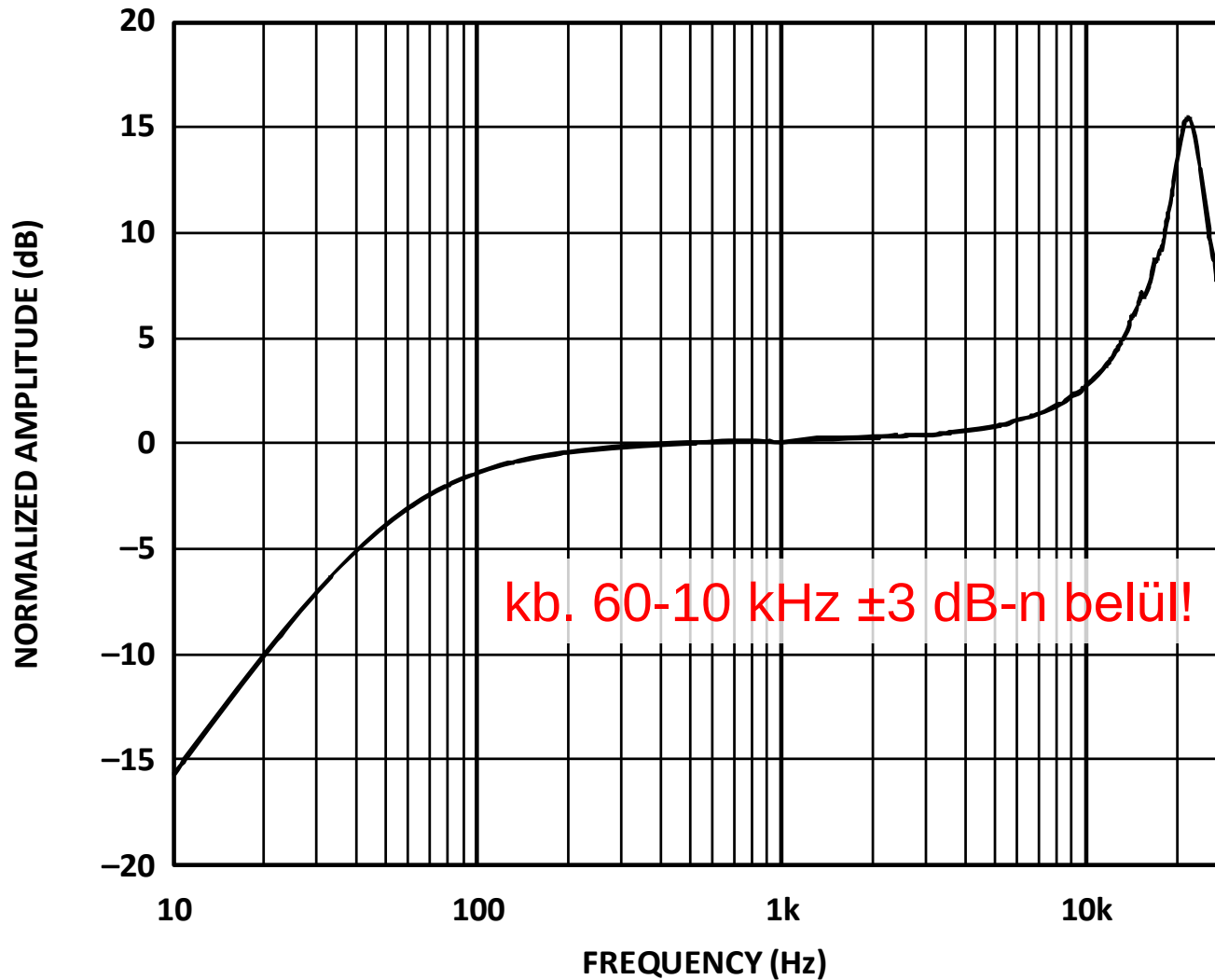
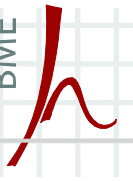


Figure 4. Typical Frequency Response (Measured)



MEMS mikrofonok - példa

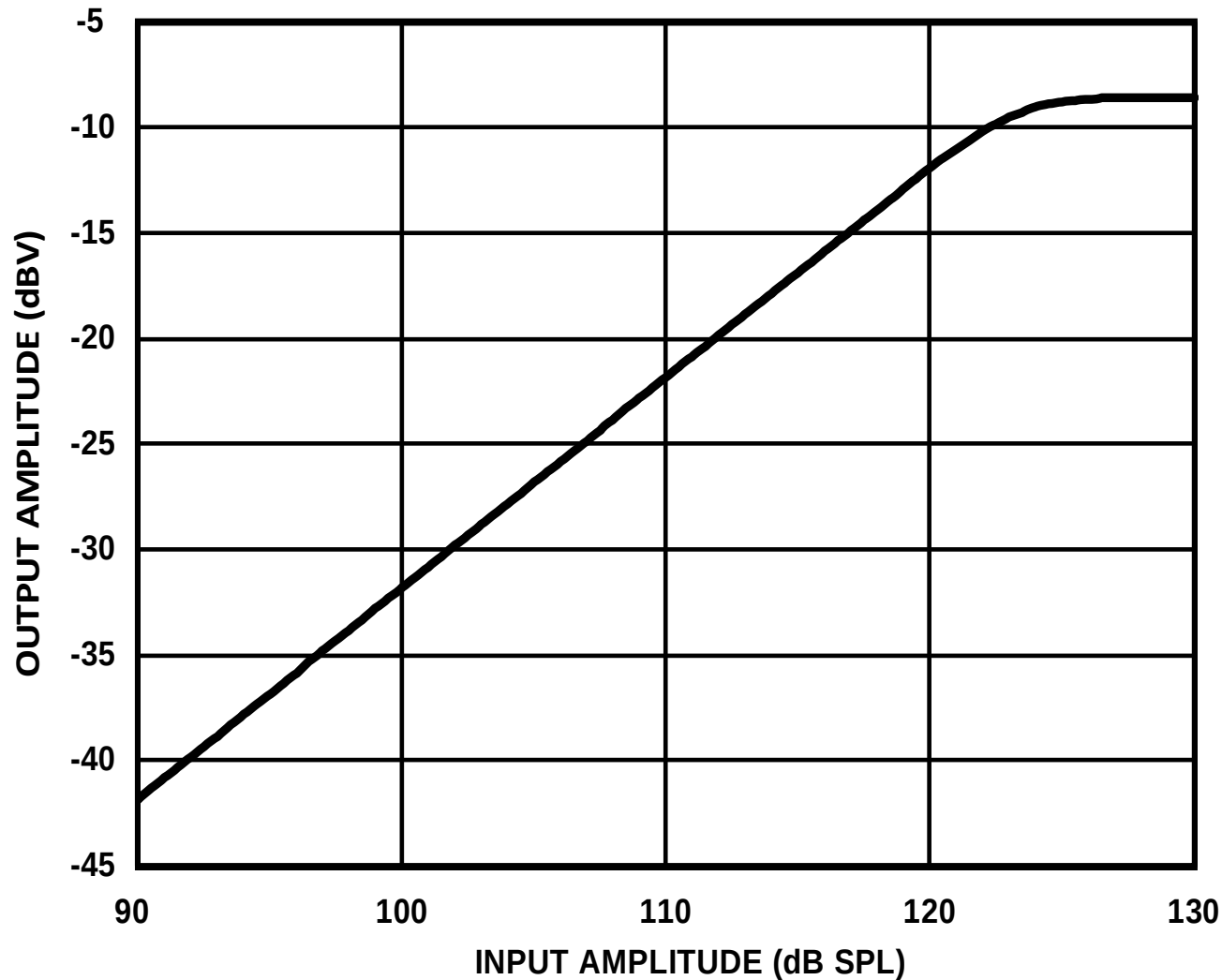


Figure 7. Linearity

MEMS mikrofonok - példa

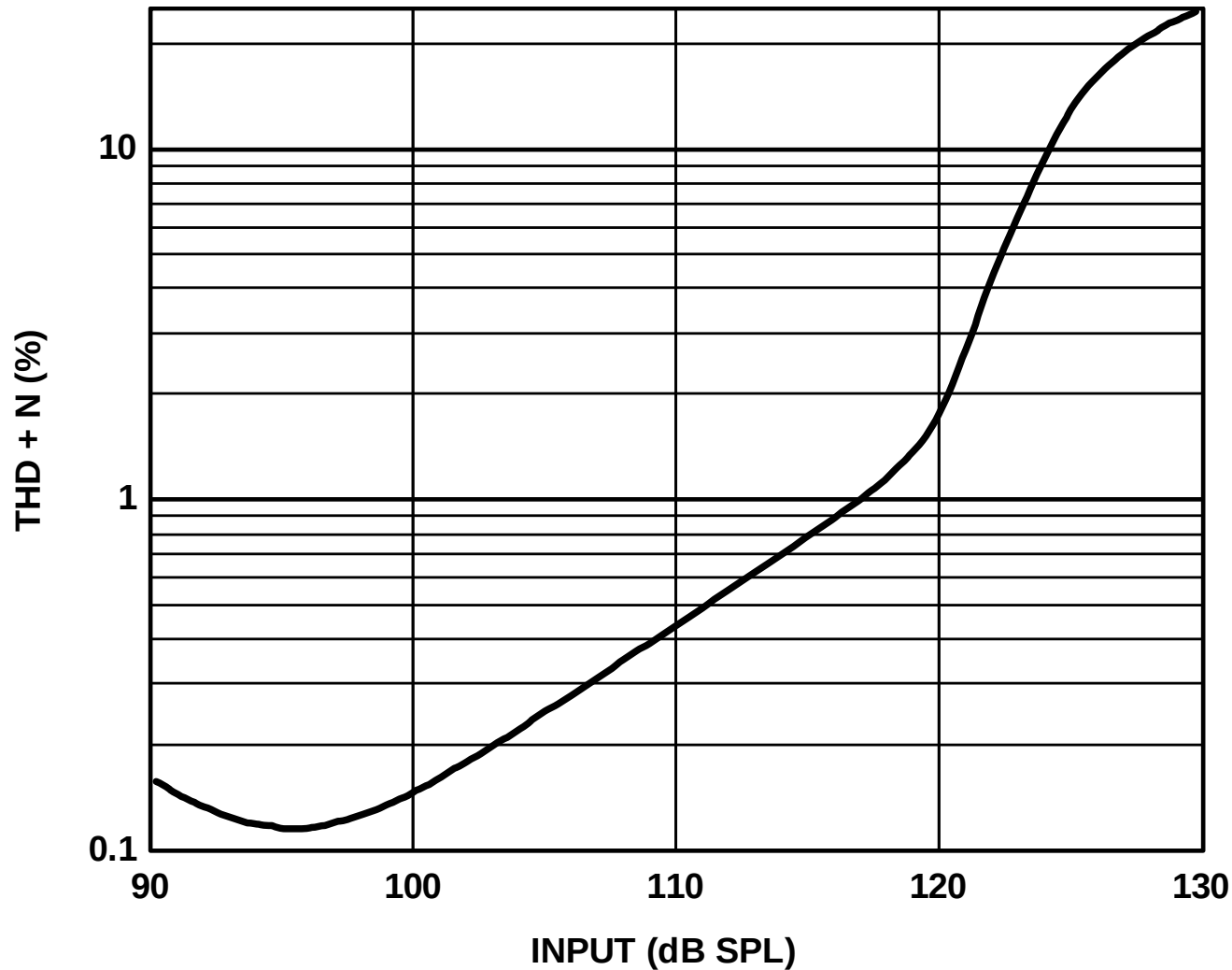
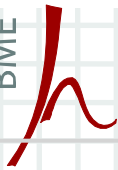


Figure 6. Total Harmonic Distortion + Noise (THD+N) vs. Input SPL



Mobiltelefon gondok

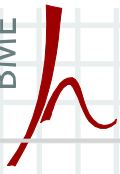
- Az eszköz alakja
- Szél zaj ellen nincs megfelelő védekezés -> csak beltéren és/vagy szélcsendben lesz megfelelő
- Irodalmi adatok: Összességében, ha
 - nincs kiokítva a felhasználó, hogyan kell mérni (forrás felé, nem zajongva, ügyelve szélcsendre, stb.)
 - tetszőleges szoftver
 - tetszőleges hardver→ akár 20 dB hiba
- Pontos méréshez
 - megfelelő szoftver+hardver,
 - és legalább részben „betanított” felhasználó kell

Class-1/2 követelmények (IEC 61672)

- Frekvenciamenet -> szoftveres kompenzációval lehet OK
- Iránykarakterisztika: relatív nagy pontatlanság belefér -> OK

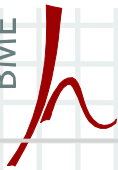
Frekv. [kHz]	Maximális eltérés a főiránytól [dB]					
	$\theta = 30$		$\theta = 90$		$\theta = 150$	
	Class1	Class2	Class1	Class2	Class1	Class2
0,25 to 1	1,3	2,3	1,8	3,3	2,3	5,3
>1 to 2	1,5	2,5	2,5	4,5	4,5	7,5
>2 to 4	2	4,5	4,5	7,5	6,5	12,5
>4 to 8	3,5	7	8	13	11	17
>8 to 12,5	5,5	...	11,5	...	15,5	...

- Frekvencia-súlyozó szűrők pontossága: szoftver -> OK



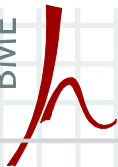
Class-1/2 követelmények (IEC 61672)

- Linearitás -> ha nincs kompresszió és/vagy auto-gain, akkor OK, mivel az A/D-k elegendően lineárisak
- Saját-zaj: 30-34 dBA SPL -> többnyire OK
- Időállandó (Gyors ill. lassú): szoftver -> OK
- Burst-jel válasz
(különböző hosszúságú és szintű 4kHz-es szinusz burst-jelre a max. és az integrált érték különbségére előírás a ref. számításhoz képest. Pl. $L_{AFmax} - L_A$)
- Ismételt burst-jel válasz
- Alul-/Túl-vezérlés indikáció: szoftver -> OK
- C-súlyozott csúcs hangnyomás-szint: szoftver -> OK



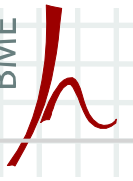
Class-1/2 követelmények (IEC 61672)

- Statikus nyomás
(85 kPa – 108 kPa tartományban a maximális eltérés a referencianyomáson mért értéktől:
class 1: 0,7 dB
class 2: 1 dB)
- Hőmérséklet
(Maximális eltérés a referenciahőmérsékleti értéktől:
class 1: -10 °C to +50 °C tartományban 0,8 dB
class 2: 0 °C to +40 °C tartományban 1,3 dB)
- Páratartalom
(25 % – 90 % tartományban a maximális eltérés:
class 1: 0,8 dB
class 2: 1,3 dB)



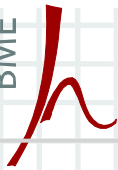
Következtetés

- megfelelő szoftver/hardver → nagy mennyiségű, elfogadható pontosságú adatgyűjtésre megfelel (Megjegyzés: Irodalom alapján: 3-5 dB elérhető; zenés előadások: tipikus spektrum, dinamika, ref.-hoz közeli légköri paraméterek)
- Legnagyobb gond: max. hangerő
- Könnyen kalibrálható szoftvert kell írni és lehetőséget kell biztosítani sok eszköz bemérésére
- Minimális „betanítást” biztosítani kell:
 - hol a mikrofon, hogyan kell tartani az eszközt,
 - ne keltsen „önzajt”,
 - ne árnyékolja le a mikrofont, stb.
- Célszerű a képzett személyek és „bemért” (megfelelő minőségű) eszközeik által mért adatokat külön gyűjteni



Ötlet-”csemegék”

- Néhány segédinformációval együtt a mérések automatikusan továbbíthatók egy szerver felé
- A mobiltelefonok által szolgáltatott információk összegzett/rendszerezett formában történő megjelenítése
 - Átlagos zajterhelés – és ennek élettani minősítése
 - Átlagos hangerő-vélemény – vö. minősítés
- *Elegendő adat után:*
 - Helyszínek szerinti összesítés
 - Előadók szerinti összesítés
 - Kirívóan veszélyes helyszínek/előadók/rendezvények
 - Hallásbarát hangmérnökök
(akik rendre elfogadható hangerőn hangosítanak)



Ha a projekt támogatást nyer...

- professzionális szoftvert lehetne fejleszteni (egyébként csak hallgatók és esetleg önkéntesek fejlesztenék)
 - ki lehetne választani 1 készüléket, kedvezően sokat beszerezni és azt odaadni betanított, megbízható személyeknek – cserébe ők vállalnák, hogy rendszeresen mérnek
- Így az adatok sokkal megbízhatóbbak lennének
- Tudományos értékű következtetéseket lehetne levonni

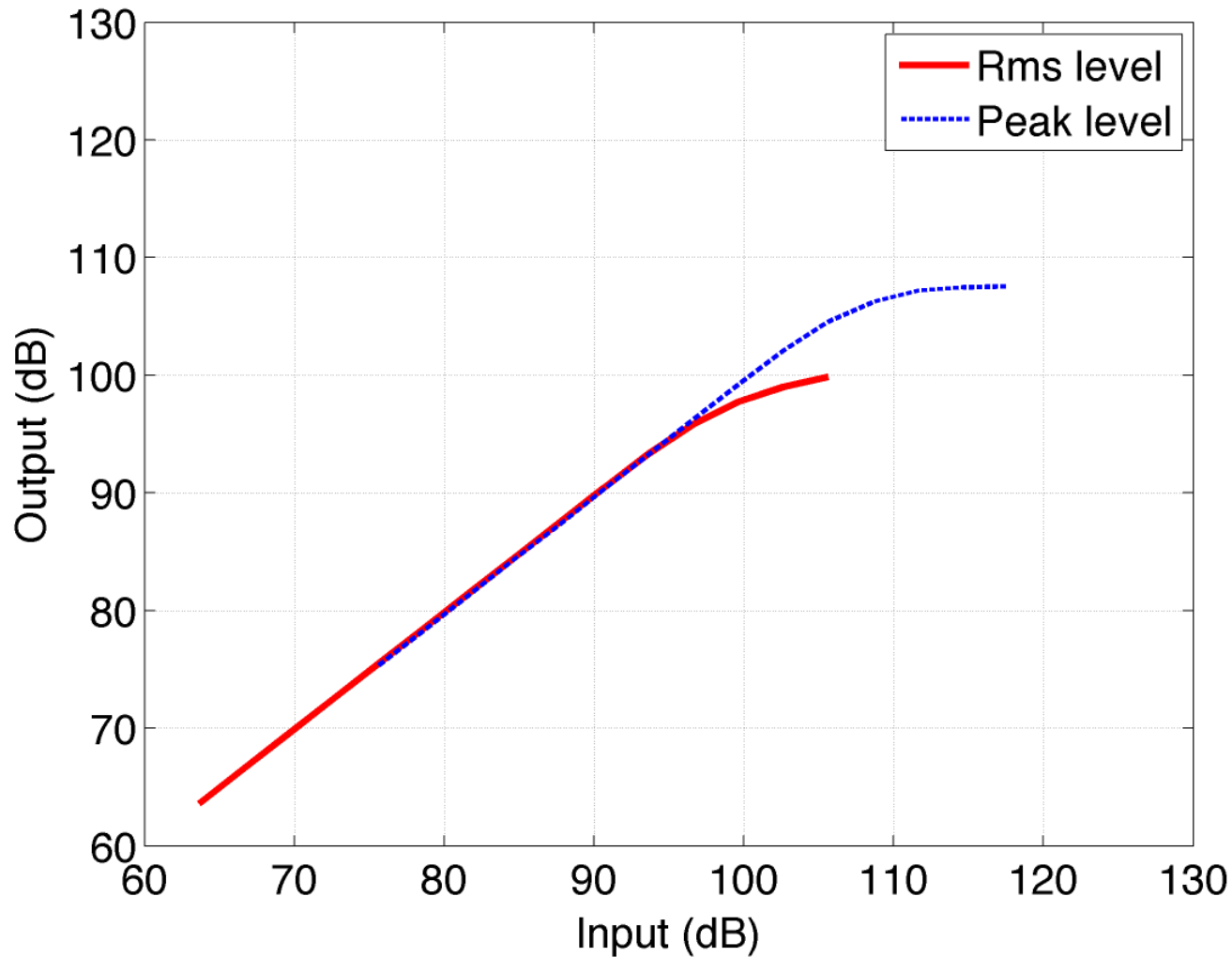
Példa: NoiseTube projekt: <http://www.noisetube.net/> ill. <http://www.slideshare.net/n.maisonneuve/noisetube-project>

Köszönöm a figyelmet!



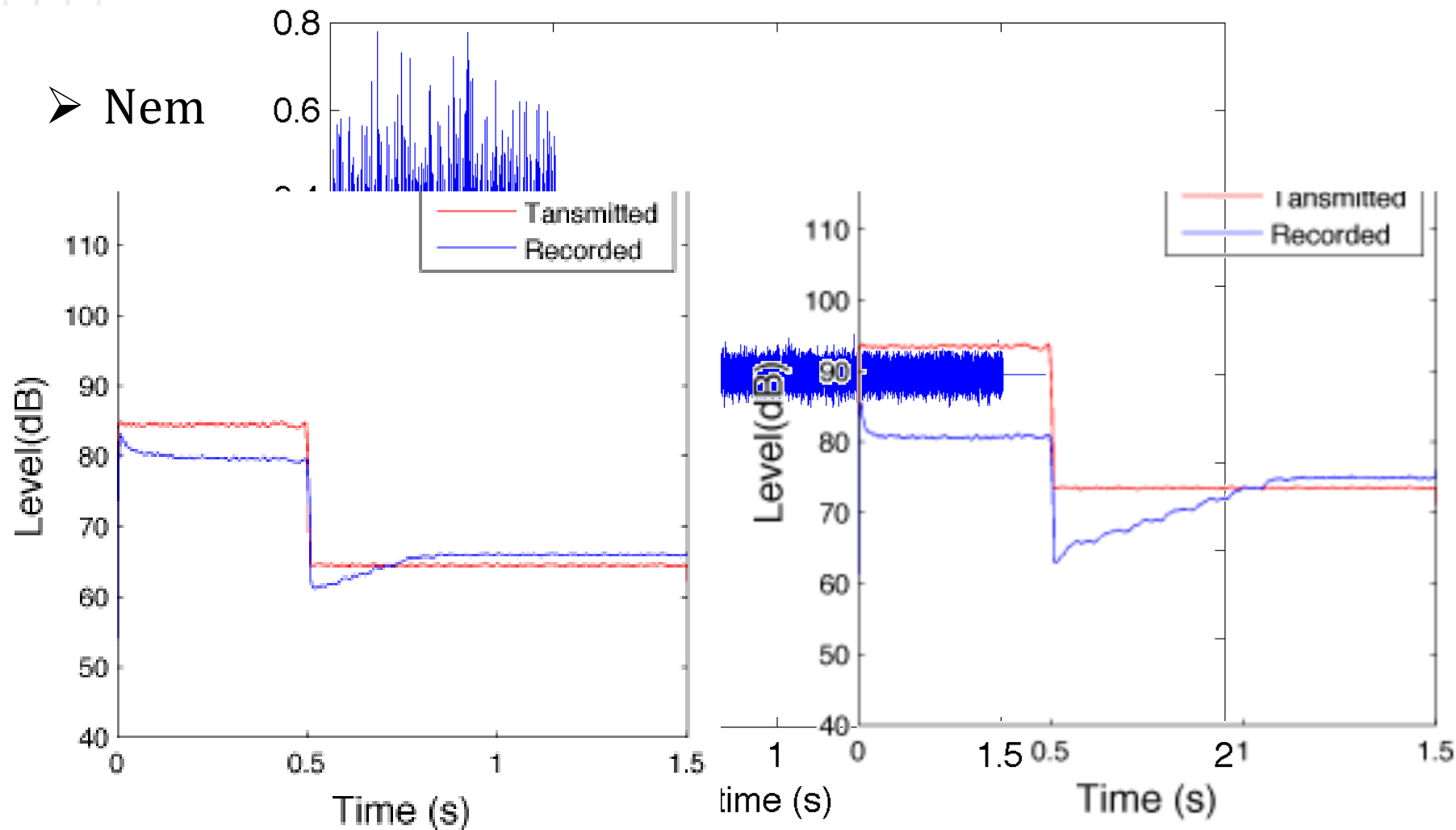
Mobiltelefon gondok

➤ Nem-lineáris viselkedés: limitálás



Mobiltelefon gondok - limitálás

➤ Nem

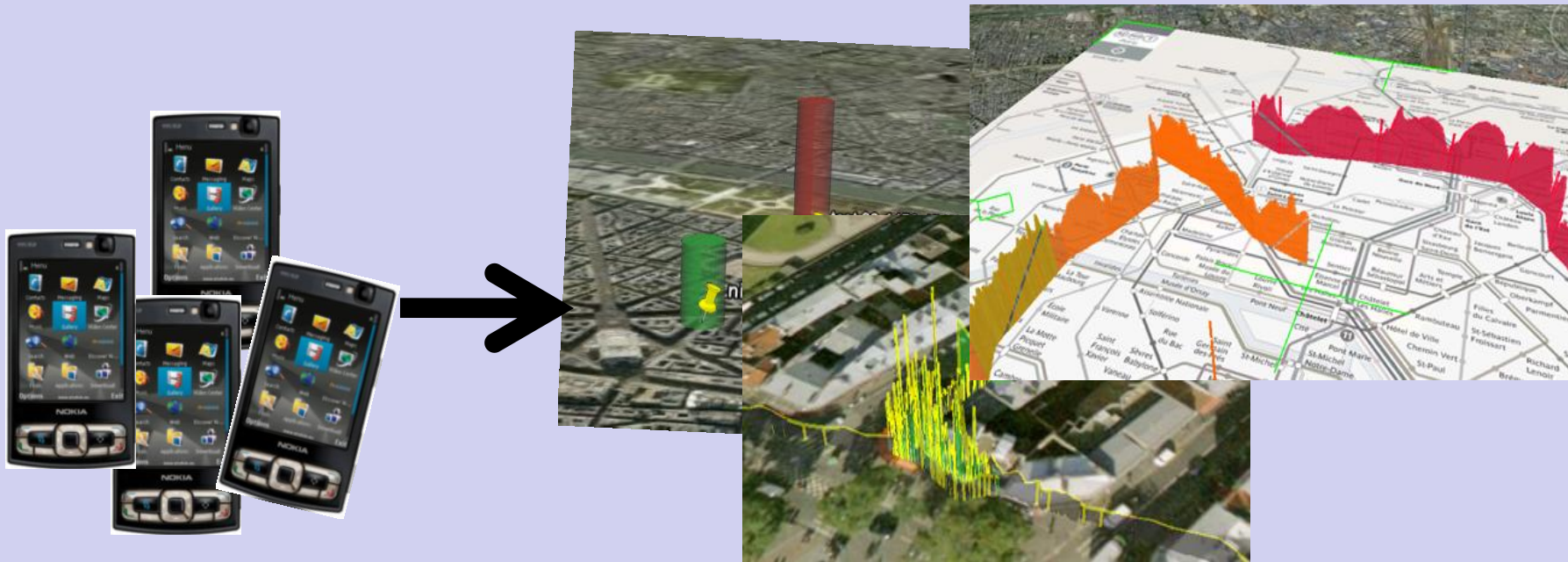


P. Kendrick, S. Groves-Kirkby, I. Jackson, T. Cox, B. Fazenda, "Measuring a portable audio device's response to excessive sound levels", Technical Report University of Salford, 2013.



www.noisetube.net

Participatory monitoring of noise pollution using mobile phones



- Goal:** Enabling citizens to measure and tag their everyday exposure to inform the community by:
- ➔ supplying **real exposure data**
 - ➔ building a **collaborative exposure map** of their environment



But, what about the accuracy? **NoiseTube**

Sound Level Meter
(200\$)



?
=



Virtual noise sensor =
microphone + software

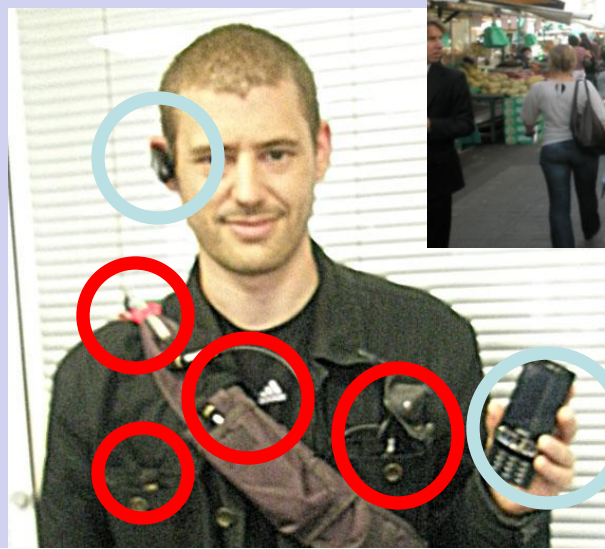
Experiment In lab



After correction: error 2 db

Real-world experiment

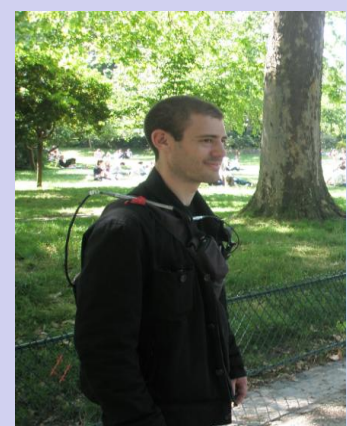
Collaboration with



Person equipped with sensors

— Phone + hand free kit

— Professional sensors





But, what about the accuracy? **NoiseTube**

Sound Level Meter
(200\$)



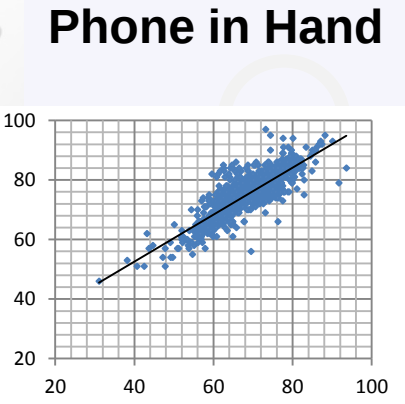
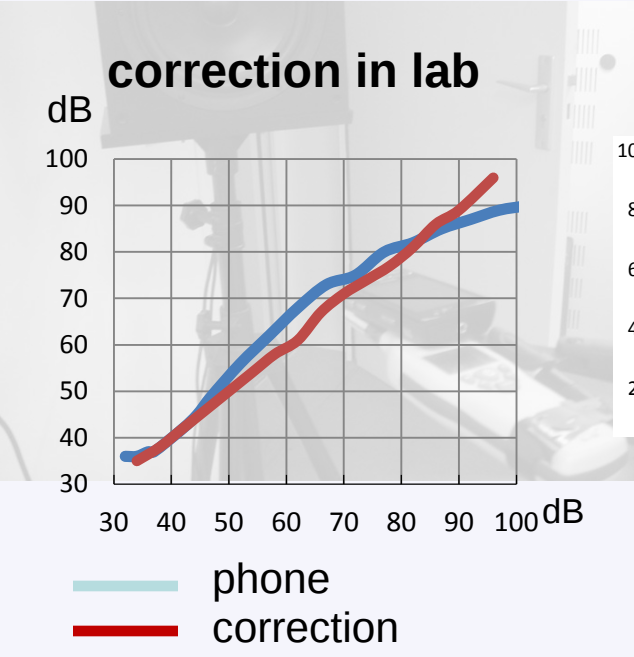
?
=



Virtual noise sensor =
microphone + software

Experiment In lab

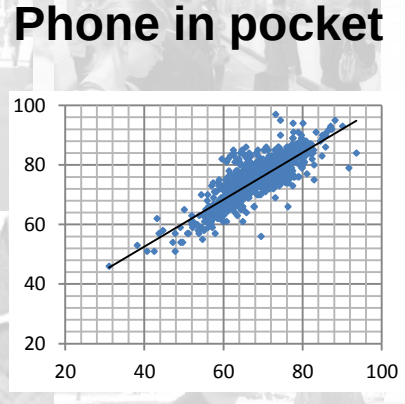
Real-world experiment



+/- 2,5 db



+/- 4,5 db



+/- 6,5 db

MEMS mikrofonok - példa

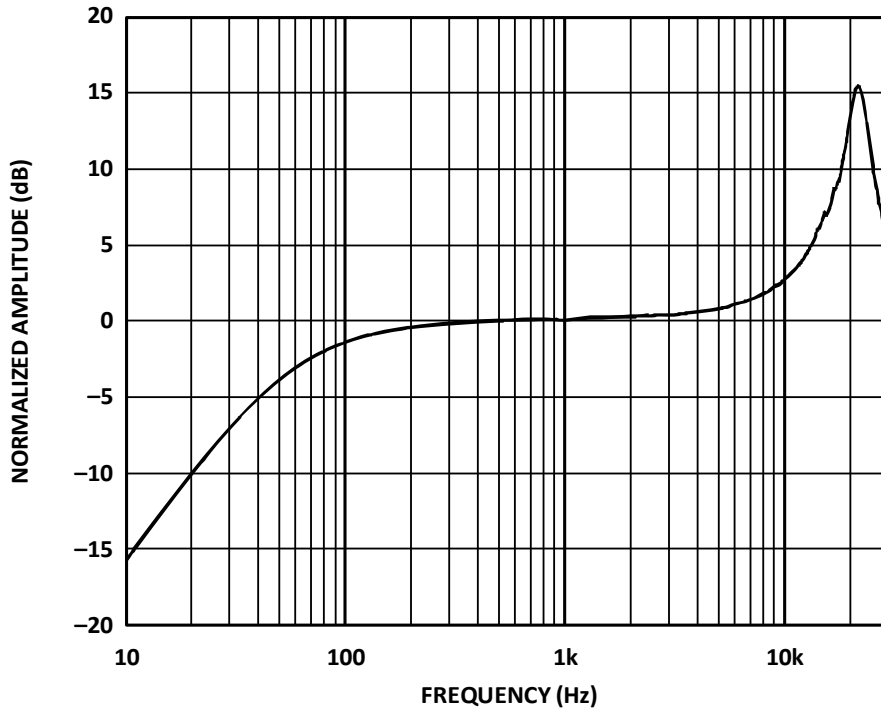


Figure 4. Typical Frequency Response (Measured)

kb. 60-10 kHz ± 3 dB-n belül

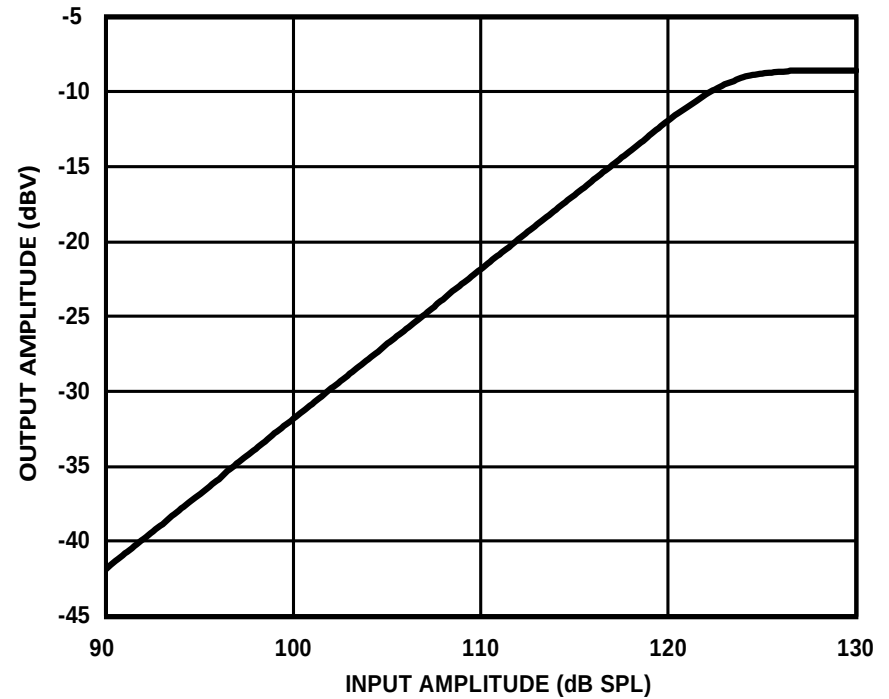


Figure 7. Linearity

MEMS mikrofonok - példa

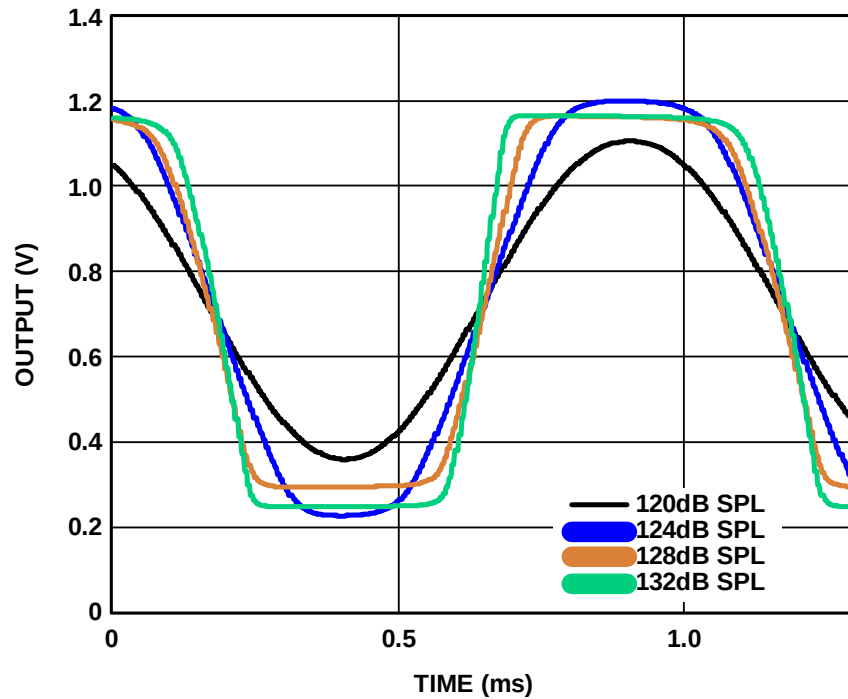


Figure 8. Clipping Characteristics

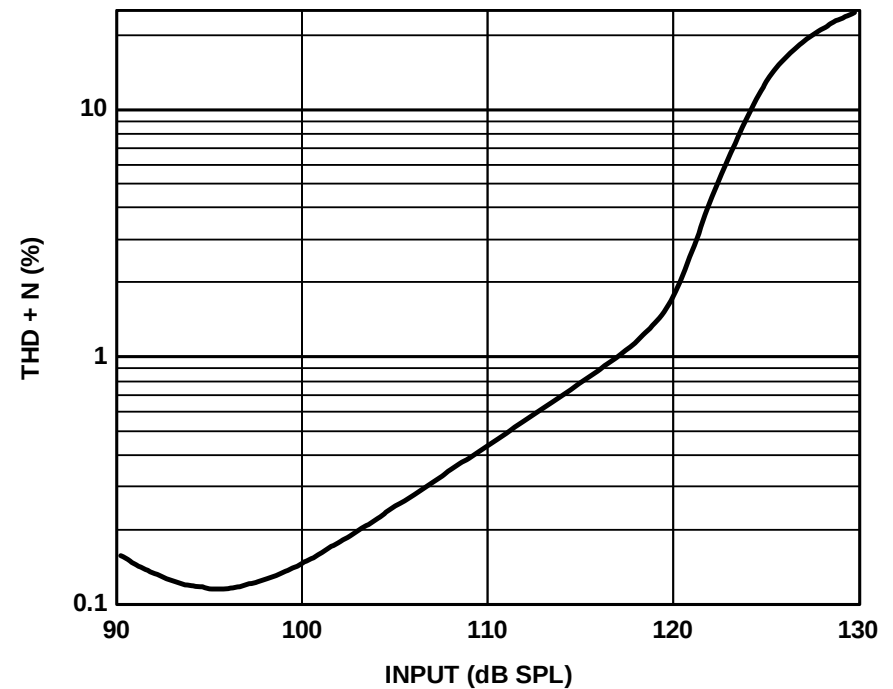


Figure 6. Total Harmonic Distortion + Noise (THD+N) vs. Input SPL