



Ipari mérés technika alapok (Audiomérés)

Tartalomjegyzék

1	<u>A MINŐSÉG.....</u>	<u>3</u>
2	<u>IPARI MÉRÉSTECHIKA BEVEZETÉS(TERMÉKTESZTELÉS).....</u>	<u>4</u>
2.1	MÉRÉS PXI PLATFORMMAL.....	4
3	<u>AKUSZTIKAI ALAPOK.....</u>	<u>5</u>
3.1	A HANG FIZIKAI LEÍRÁSA.....	5
3.2	HALLÁSKÜSZÖB, AZ EMBERI HALLÁS SÁVSZÉLESSÉGE.....	7
4	<u>A HANG.....</u>	<u>8</u>
4.1	A HANG.....	8
4.2	FREKVENCIA ÁTVITEL.....	8
5	<u>ÁTVITELI JELLEMZŐK ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEK.....</u>	<u>8</u>
5.1	MIA DECIBEL (DB)?.....	8
5.2	HANGTECHNIKÁBAN HASZNÁLTOS DB:.....	9
5.3	RMS, PEAK, PEAK TO PEAK.....	10
6	<u>ZAJ ÉS EGYÉB JELLEMZŐK.....</u>	<u>11</u>
6.1	A ZAJ.....	11
6.2	TORZÍTÁS.....	11
6.3	ZAJOK MEGJELENÉSÉNEK OKAI.....	12
6.4	DINAMIKA-TARTOMÁNY.....	13
7	<u>A MÉRÉS LEÍRÁSA.....</u>	<u>13</u>
7.1	HANGSZÓRÓ IMPEDANCIA KARAKTERISZTIKÁJÁNAK MÉRÉSE SZINUSZOS JELLEL(PXI4461)13	
7.2	MÉRÉSI ELRENDEZÉS.....	14

1 A minőség

Mit is jelent a minőség? A minőség általános értelemben annak a meghatározása, hogy a fogyasztók mennyire elégedettek egy adott termékkel vagy szolgáltatással. A fogyasztók elvárásai alapján ítélik meg az elégedettségük szintjét, tulajdonképpen ezzel kifejezik, hogy mennyire felel meg az előzetes elképzeléseiknek az adott termék vagy szolgáltatás.

Garvin 8 dimenziót [Garvin, 1988] határozott meg, amely alapján a fogyasztók eldöntik, hogy mekkora értéket jelent számukra az adott termék:

- **Teljesítmény:** a fogyasztó számára fontos tulajdonságok (paraméterek) jellemzői határozzák meg.
- **Kiegészítő tulajdonságok:** a teljesítmény másodlagos vonásai, azok a funkciók, amelyek az alapvető funkciókat bővítik
- **Megbízhatóság:** annak a valószínűsége, hogy a termék hosszú ideig működik a követelményeknek megfelelően.
- **Standardoknak való megfelelés:** az a mérték, amennyire a tervezett és működési jellemzők megfelelnek az elfogadott színvonalnak
- **Tartósság:** a termék élettartamának jellemzője, az idő, amíg a termék jól használható vagy amíg helyette más újabb terméket nem vesz a fogyasztó.
- **Szervizelhetőség:** a javítás színvonala (gyorsasága és könnyűsége)
- **Esztétikum:** a termék külső jegyei, például: hogy néz ki, milyen a tapintása, illata. Az esztétikai értéket nagyrészt egyéni ízlés határozza meg.
- **Érzékelt minőség:** ebben elsősorban a hírnév, a márkanev a meghatározó, mivel a fogyasztóknak általában nincs elegendő információjuk a termék pontos tulajdonságairól, ezért az észlelésüket a feltételezésükre, a márká iránti múltbéli tapasztalataikra alapozzák.

A vállalati stratégiáknak fontos része a minőségpolitika, amely célja az elkészített termékek kiváló minőségének elérése és a minőségi szabványoknak való megfelelés. A jó minőségű termék lehetőséget nyújt a vállalat számára a piaci részesedés, valamint profit növelésére.

Miért olyan fontos a gyártási folyamatok fejlesztésével illetve felügyeletével kapcsolatban a minőség kérdésével foglalkozni? A tömeggyártás fázisában a termékkel szemben támasztott magas minőségi követelmények elérése folyamatos ellenőrzéssel (a termék paramétereinek megmérése és az értékek specifikációkkal történő összehasonlítása) és fejlesztéssel biztosítható. Gyártás szempontjából azért fontos a minőség kérdéskörével foglalkozni részletesebben, mivel a követelmények betartását, ellenőrzését -részben- a gyártás során alkalmazott berendezések úgynevezett terméket tesztelő (tesztrendszernek nevezett – termékre jellemző mechanikai, elektronikai paramétereket vizsgáló – mérő állomás) eszközök biztosítják. Az ipari mérés technika alapjai és azon belüli is az audiomérés keretein belül egy egyszerűsített teszteljárás mutatunk be.

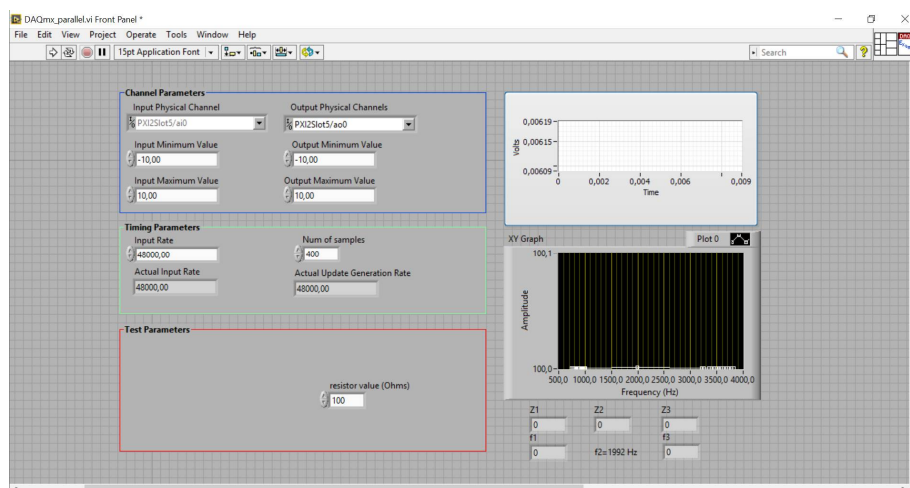
2 Ipari mérés technika bevezetés (terméktesztelés)

2.1 Mérés PXI platformmal

A minőségi célok előéréhez használatos mérés technikai eszköz a National Instruments által gyártott PXI rendszer és Labview mérés technikai szoftver. A LabView egy grafikus programfejlesztő, amely elsősorban mérés technikai és a hozzákapcsolódó jelfeldolgozási feladatok megoldására szolgál, de alkalmas más, pl. szimulációs munkákra is. A grafikus programozás egy látványos, látszólag könnyen követhető programozási módot jelent, amely a gyártó és forgalmazók véleménye szerint a hagyományos programnyelveket nem ismerőknek készült. Ebben van is némi igazság, mégis meg kell jegyezni, hogy a programozás alapvető jellemzői (változók deklarálása, ciklusok) teljes mértékben a C programnyelvhez hasonlóan, illetve azzal analóg módon történnek, ezért bármilyen hagyományos programnyelv alapszintű ismerete sokat segít a kezdeti lépésekben. Természetesen az, hogy mi az integer, vagy double (Pascalban real) típusú változó, vagy hogyan használható a for és while ciklus, gyorsan megtanulható apróságok, ezért valóban ajánlható a LabView mindenkinek, aki gyorsan és egyszerűen szeretne saját mérőprogramot készíteni. A rendszer műszervezélésre szolgál, az elkészült forrásprogramok „vi” (virtual instrument) kiterjesztést kapnak. A vi programok speciális könyvtárakba -VI Library – rendezhetők. A VI library a Windows intézőben 1 file-ként jelenik meg „.llb” kiterjesztéssel, de LabView környezetben egy VI library természetesen több vi programot is tartalmazhat. Ha LabView-ban programozunk, akkor a legegyszerűbb esetben 2 ablakot használunk: a felhasználói kezelőfelület ablakát (Front Panel) és a grafikus program ablakát (Block Diagram).

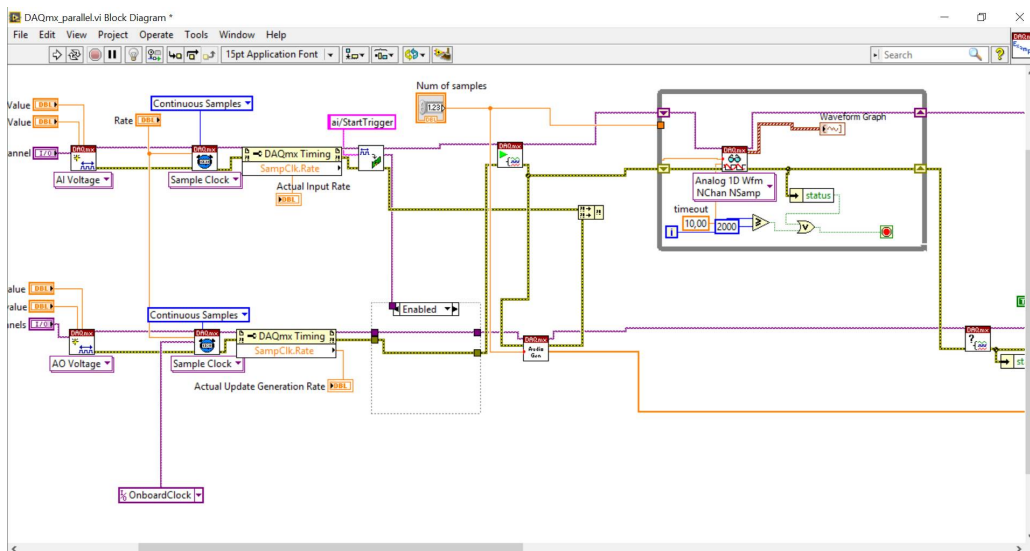
A Panel

A felhasználói ablak jelenik meg az elkészült *.exe program futtatásakor a képernyőn. Ezen az ablakon vannak elhelyezve a programot vezérlő nyomógombok, kapcsolók, (pl. kilépés a programból, mérés indítása, file-ba mentés, visszatöltés, stb.), érték megadó mezők (pl. mintavételi frekvencia beállítása, csatornák számának megadása, stb.), különböző kijelzők, grafikonok, vagy legördülő típusú menük, vagyis amit a program használója lát. A program fejlesztése közben a LabView fejlesztő környezetéből történő futtatás során is ezen a képernyőn tesztelhető a program.



A Diagram

A Pánelen elhelyezett objektumok névvel ellátva automatikusan megjelennek a grafikus program ablakában. Itt tervezzük meg a program futását. Tulajdonképpen olyan ez, mint a szokásos programnyelvekben (Pascal, C) a szöveges formátumú forrásnyelvű program, csak itt nem a szövegesen beírt sorok futnak le sorba egymás után, hanem a grafikus jelekkel meghatározott műveletek, függvények, a köztük lévő vezetékezésnek megfelelően.



Az audio mérések esetben az ún. DAQmx technikát használjuk, amely segítségével a műszervezrlő programrészlet gyorsan, rövid idő alatt elkészíthető. Bővebb információ a program használatáról a és műszerekről a www.ni.com oldalon található.

3 Akusztikai alapok

3.1 A hang fizikai leírása

A hang valamilyen rugalmas közeg mechanikai rezgéséből áll. Amit mi hangként érzékelünk az a mozgási energia egy fajtája, az akusztikai energia. Az akusztikai energia valamilyen fizikai közegben (pl. levegő) fellépő nyomásváltozás, illetőleg annak továbbterjedése (hullám). Egy teljes periódus két részből áll: a periódus első felében a levegő molekulák összesűrűsödnek (magasabb nyomás), majd ezt követi egy ritkulási szakasz (alacsonyabb nyomás). Minél nagyobb mértékű a sűrűsödés, illetve ritkulás, annál nagyobb a hangnyomás és ezáltal az amplitúdó.

Az egységnyi idő alatti levegő nyomásváltozások számát a hullám **frekvenciájának** hívjuk, ennek mértékegysége a **Hz** (Hertz). Azt az időt, amely alatt egy teljes hullám lejátszódik, periódusidőnek hívjuk, ami a frekvencia reciproka.

A hanghullám a levegőben kb. 340 m/s sebességgel terjed. Ez többek közt függ a páratartalomtól és a légköri nyomástól is, viszont nem függ a frekvenciától. Az a távolság, amelyet egy adott frekvenciájú hanghullám egy periódus alatt tesz meg, **hullámhossznak** nevezzük. (hullámhossz = hang terjedési sebessége / frekvencia).

Az ember által hallható frekvenciatartomány: 20Hz-20kHz. Az emberi beszéd tartomány alaphangjai kb. a 300Hz-3kHz-ig terjednek.

A hanghullám elektronikai reprezentációja egy, a hang ütemének megfelelően változó feszültség vagy áram.

A hanghullám időbeli viszonyát egy adott időponthoz képest **fázisnak** nevezzük. A fázist fokokban mérjük. A szinuszhullám egy teljes periódusának a fázisa 360° . Ha két hanghullám fáziskülönbsége 180° , akkor a két hullámnak azonosak a null-átmenetei, viszont ellentétes előjelűek, ilyenkor mondjuk, hogy a két hullám **ellenfázisban** van.

Ha két periodikus jelet (pl. szinuszhullám) összeadunk, akkor szintén egy periodikus jelet fogunk kapni. Ez alapján, illetve Fourier bási szerint minden periodikus jel felbontható különböző frekvenciájú és fázisú szinuszjelek összegére ld. EVT Tanszék, V1 5. emelet (Fourier-felbontás).

Ha egy f frekvenciájú periodikus jelet felbontunk szinuszos összetevőire, akkor az f frekvenciájú szinuszos összetevőt **alapharmonikusnak**, míg a $2f$, $3f$, $4f$, stb. (kf , ahol k természetes szám) frekvenciájú összetevőket **felharmonikusoknak** hívjuk.

A hang légnyomás ingadozás formájában keletkezik úgy, hogy az állandó értékűnek tekinthető légköri nyomásra szuperponálódik a hangnyomás. A tér egy pontján az eredő légnyomás $P(t)$ a P_0 -val jelölt légköri nyomás és a $p(t)$ hangnyomás eredője:

$$P(t) = P_0 + p(t)$$

A fizikai jellemzésre viszont általában a hangnyomást dB-ben szokták megadni egy referencia nyomás függvényében:

$$\text{Hangnyomássz int : } L_p [\text{dB}] = 20 \lg \frac{p}{P_0}$$

A hang jellemezhető az időegység alatt a felületegységen áthaladó energia nagyságával is. Ez a hangintenzitás.

$$I = \frac{p^2}{P_0 c} \quad ; \text{ ahol } c \text{ a terjedésssebesség}$$

$$\text{Intenzitássz int : } L_i [\text{dB}] = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad ; \text{ ahol } I_0 = 1 \frac{\text{pW}}{\text{m}^2}$$

3.2 Hallásküszöb, az emberi hallás sáv szélessége

Az emberi hallás mind a frekvencia, mind a hangnyomás tartományában korlátozott. Kísérletek alapján megállapították, hogy milyen hangnyomásszinteket vagyunk képesek még éppen érzékelni. Ezen mérési eredményeket nevezzük hallásküszöbnek. A hallásküszöb erősen frekvenciafüggő. (Nagy frekvenciákon az emberi fül érzékenysége romlik.) A hallhatóság tartománya 20Hz-20kHz közé esik.

A nagyon erős hangok fájdalomérzetet keltenek. A fájdalomérzet kialakulásához tartozó határt fájdalomküszöbnek nevezzük. (Ez az érzet kb. 120dB-es intenzitásszint esetén következik be.)

A szubjektív hangosságérzet számszerűsítésére vezették be a hangerősség fogalmát. Egy tetszőleges hang hangerőssége annyi *phon*, ahány dB a vele azonos hangosságérzetet keltő 1kHz-es szinuszhang hangnyomásszintje.

3.2.1 Az emberi hallás sáv szélessége

Egy csendes szobában az emberi fül számára azonos intenzitású hangok nem keltenek azonos hangosságérzetet, mert ez függ a frekvenciától. A legnagyobb érzékenység a 2kHz és a 4kHz közötti sávban van.

3.2.2 Frekvenciatartománybeli elfedés

A jelenség lényege az, hogy egy adott frekvencián szóló hang a vele egy időben megszólaló és közeli frekvencián lévő kisebb intenzitású hangokat elfedi, vagyis azok nem hallhatóak.

3.2.3 Időbeli elfedés

Egy adott frekvencián szóló nagy intenzitású maszkoló hang a közeli frekvencián lévő kisebb intenzitású teszthangokat nem csak akkor fedi el, amikor együtt szólnak, hanem kis ideig még a maszkoló hang kikapcsolása után is.

4 A hang

4.1 A hang

4.2 Frekvencia átvitel

Tekintsünk két egyszerű mérőberendezést:

Színusz generátor → „vizsgált berendezés” → szintmérő (kimeneti szint)

Színusz generátor → „vizsgált berendezés” → fáziskomparátor (kimeneti és bemeneti szinuszjelek fáziskülönbségét méri)

Az első méréssel gyakorlatilag a frekvencia függvényében az átviteli karakterisztikát kapjuk meg, ez a **frekvencia átvitel**, míg a másodikkal a **fázisátvitelt** vagy más néven **fázistolást** (ez a Bode-diagramm).

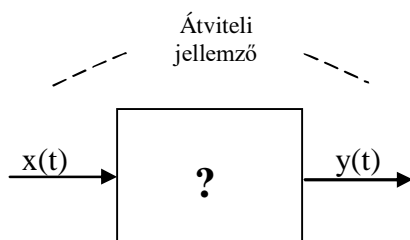
Mivel az ember hallásának frekvenciaérzékenysége logaritmikus, ezért a frekvencia-átvitel frekvenciaskálája is logaritmikus.

Ha egy frekvencia (f_2) egy másik frekvenciának (f_1) pontosan kétszerese, akkor azt mondjuk, hogy a két frekvencia közti távolság egy **oktáv**. Ez egy zenei alaphangköz is.

5 Átviteli jellemzők és mértékegységek

5.1 Mia deciBel (dB)?

A dB mindig két mennyiség arányát adja meg. Átviteli jellemzők értelmezése a hangjel útjának leírásához:



A bementi és kimeneti jelek szintjeinek viszonyát (erősítés) a legegyszerűbb dB-ben megadni:

Tehát: $A = 20 \log(y(t)_{\max}/x(t)_{\max})$

Feszültség szintek közötti arány esete:

Példa: mekkora az arány dB-ben 2V és 1V között:

$$20 \log(2/1) = 20 \log 2 = 20 \cdot 0,301 = 6,02 \approx 6 \text{ dB}$$

Példa: mekkora az arány dB-ben 2W és 1W között:

$$10 \log(2/1) = 10 \log 2 = 10 \cdot 0,301 = 3,01 \approx 3 \text{ dB}$$

Ha két teljesítmény közti arányra vagyunk kíváncsiak, akkor a következőképpen alakul a képlet:

$$10 \cdot \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

5.2 Hangtechnikában használatos dB:

A hangtechnikában a dB-t szintmérésre alkalmazzák, mégpedig úgy, hogy rögzítik az egyik mennyiséget (P_2 , U_2 , stb...). Ettől függően megkülönböztetjük az alábbi dB-eket:

- dBm

Teljesítmény (dBm) = $10 \log (P/1 \text{ mW}_{\text{rms}})$, ahol P mW_{rms} -ben van megadva (600 Ω impedanciánál)

- dBu

Feszültség (dBu) = $20 \log (U / 0.775 \text{ V}_{\text{rms}})$, ahol U V_{rms} -ben van megadva.

- dBV

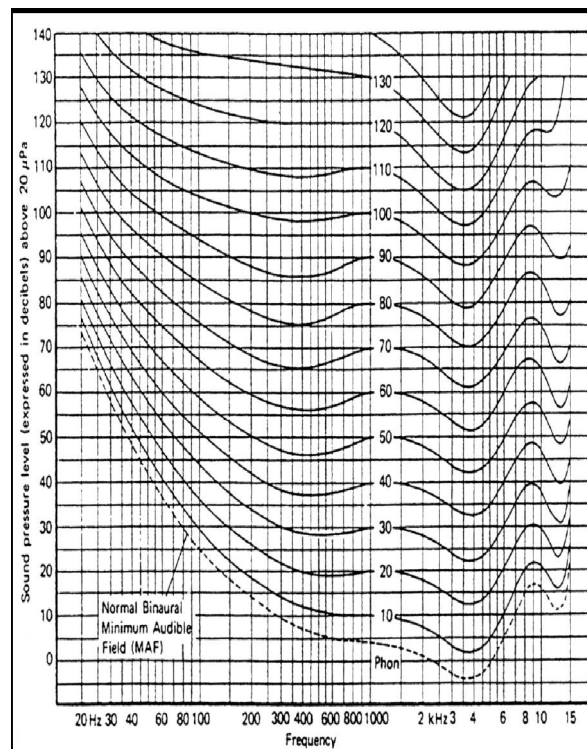
Feszültség (dBV) = $20 \log (U / 1 \text{ V}_{\text{rms}})$, ahol U V_{rms} -ben van megadva.

- dBSPL (hangnyomás)

Nyomás (dBSPL) = $20 \log (p / 20 \cdot 10^{-6})$, ahol p Pa-ban van megadva.

(a 0dBSPL-t évtizedekkel ezelőtt határozták meg, több ember hallásküszöbét vizsgálva, elvileg egy ép hallású (vidéki) ember hallásküszöbe 0dBSPL, 1kHz-en, a fájdalomküszöb kb. 130 dBSPL)

Az ember hallása frekvenciában nem egyenletes. Ugyanazt a hangosságérzetet más és más frekvencián más és más hangnyomás jelképezi (Fletcher-Munson görbék).



1. ábra Azonos hangerősség görbéi(Fletcher-Munson)

5.3 *RMS, Peak, Peak to Peak*

Az RMS a Root Mean Square angol kifejezés rövidítése, ami négyzetes középértéket, közismertebben effektív értéket jelent, ez szinuszos jelnél $\sqrt{2}/2=0,707$ -szorososa a csúcsértéknek.

A Peak(csúcs) a csúcsértékét jelenti a jelnek. A Peak to Peak (alsó indexben *pp*) a pozitív és negatív csúcs közti különbség. A hangtechnikai gyakorlatban olyan átviteli jellemzőket használnak az elemek leírására, amik a hangzás érzeti tulajdonságait fejezik ki a hangjel megváltozásában. A gyakorlatban az ideális átvitelt ezért úgy lehet általánosítva definiálni, hogy a hangjel útjában található minden elem lineáris és a számunkra fontos minden frekvenciakomponenst átenged, fázisátvittele lineáris, és eközben a lehető legkisebb késleltetést okozza.

6 Zaj és egyéb jellemzők

6.1 A zaj

A zajt úgy definiálhatjuk, mint a hasznos jeltől független, ahhoz hozzáadódó zavarjel. Hagyományosan az ilyen zajt véletlennek tekinthetjük, színezettségével (frekvenciatartalmával), spektrális sűrűségével és jelszintjével jellemezhetjük. A hangtechnikai gyakorlatban alapvetően kétféle zajmodellel lehet találkozni. Az egyik az ún. fehér zaj (“white noise”), a másik a rózsazaj (“pink noise”). Az ideális fehér zaj végtelen sáv szélességű, és azonos energiával tartalmaz minden frekvenciát. Ha a fehér zaj energiáját tekintjük, az minden lineáris sáv szélességben azonos. Ilyen az eszközök saját termikus zaja például. Miközben a fehér zajt jelszintek beállítására lehet használni, az átviteli függvények felvételére nem alkalmas, mert a logaritmusos frekvenciasávokra eső energiatartalom változik. Ilyen mérésekre ezért alkalmasabb a célszerűen színezett rózsazaj, ami tulajdonképpen a fehér zaj -3dB/oktáv szűrővel színezett változata. A rózsazaj ezzel a színezéssel már a logaritmusos sávokban azonos energiát tartalmaz. Kisebbségi frekvenciákon sokkal több energiát tartalmaz, mint nagyobb frekvenciákon. A hangjel útjában működő eszközök mindegyike valamilyen mértékben zajt ad az eredeti jelhez, így azok zajosságát általában a jel-zaj viszonytal (ang. “signal-to-noise ratio”, vagy SNR) fejezhetjük ki. A jel-zaj viszony a hasznos jel és a zaj jel energiatartalmának arányából számolható: Jelnek hívjuk az általunk hasznosnak ítélt hangokat ill. ennek elektromos megfelelőjét. Ha egy hangrendszer bemenetére jelet teszünk, és nézzük a kimenetét, akkor minden, ami azon kijön az eredeti jelen felül, zajnak minősül.

Kétféle zajt különböztetünk meg:

- ami független az eredeti jeltől: ez a hagyományos értelemben vett **zaj**
- ami függ az eredeti jeltől: ez a **torzítás**

Jel/zaj viszony (signal to noise ratio SNR) a hasznos jel és a zaj jel energiatartalmának arányából határozható meg az alábbi képlet szerint jel hányadosát. Hangtechnikában ez általában a maximálisan, torzításmentesen kivezérhető jel és a bemeneti jel nélküli zaj hányadosa dB-ben

$$SNR[dB] = 10 \log \frac{E_{jel}}{E_{zaj}}$$

6.2 Torzítás

A torzítás általános definíciója szerint a hasznos jellel összefüggő, ahhoz hozzáadódó zavarjel. A nonlinearitás következménye az átviteli jellemzők jelszinttől való függősége. A nemlineáris viselkedés következménye, hogy a jelalak torzul ezért a frekvenciatartománybeli tartalom is változik. (Trapézba átmenő szinus, stb.) A torzítást százalékban szokás megadni.

Három fontos torzításról beszélhetünk:

- harmonikus
- intermodulációs
- tranziens-intermodulációs

6.2.1 Harmonikus torzítás

A legegyszerűbb torzítási típus a *teljes harmonikus torzítás* (“Total harmonic distortion” vagy T.H.D.). Belátható, hogy az egyszerű nemlineáris átmenet mindig harmonikus komponenseket ad

az eredeti jelhez, innen az elnevezés. A harmonikus torzítási paraméter azt írja le, hogy mekkora a torzított komponensek energiatartalma az eredeti tiszta szinuszos jel energiatartalmához képest, az arányt pedig szabvány szerint százalékban olvashatjuk:

$$THD[\%] = \sqrt{\frac{k_1 + k_2 + \dots + k_n}{k_0}}$$

Mivel a működés nemlineáris, a torzítás egy szinttől és frekvenciától erősen függő jellemző. Ennek megfelelően a specifikációkban a harmonikus torzítást különböző jelszintekre a frekvencia függvényében, vagy fordítva adják meg. Ha egyéb részleteket nem írnak a paraméter jelentéséről, feltételezhető hogy azt 1kHz-es bemenő szinuszos jellel mérték.

A harmonikus torzítás viszonylag jól tűrhető, hiszen a harmonikusok jelenléte természetes, és többékevésbé eleve megtalálható a jelben.

6.2.2 Intermodulációs torzítás

Az összetettebb torzítási mechanizmusok hatását például két szinuszos jeltől álló mérőjellel lehet mérni. A torzítási termékek ekkor a két szinuszos jel különbségi frekvenciáinak egészszámú többszöröseinél keletkeznek. Innen e torzítási mérték elnevezése: intermodulációs torzítás. A legelterjedtebben használt intermodulációs torzítást mérő eljárást az SMPTE fejlesztette ki még a filmes hangátvitel jellemzésére. Az SMPTE intermodulációs torzítás egy 60Hz-es és egy 7kHz-es szinuszos jelet használ 4:1 jelszint-arányban (tehát a 60Hz-es jel szintje 12dB-vel nagyobb). Létezik más eljárás is, például 1:1 arányban 14kHz-es és 15kHz-es jelekkel.

Az intermodulációs torzítás sokkal zavaróbb, mint a harmonikus torzítás, hiszen a keletkező torzítási termékek nem harmonikus frekvenciákon jelentkeznek. Például a hangsugárzók torzításai általában a második harmonikusnál jelentkeznek, és még ha nagyok is (tipikusan 5% körül), önmagukban nem igazán észrevehetőek. Másrészt viszont, ha az erősítő 1%-os torzítása intermodulációs jellegű vagy páratlan harmonikusnál található, azok a hangsugárzón keresztül jól hallhatóvá válhatnak.

6.2.3 Tranziens vagy dinamikus intermodulációs torzítás

Mivel a hangjel útjában működő eszközök (elsősorban erősítők) működése nem csak a bemenő jelszinttől, hanem a jel időbeli viselkedésétől is függ, újabb torzítási jellemzőt kell bevezetni. Tipikus példa, hogy az erősítő stabilizáló negatív visszacsatoló ágának késleltetése miatt a bemenet rövid pillanatokra erősen túlvezérlődik a rövid, nagy jelszintű impulzusoknál, azaz a tranzienseknél. Az ilyen torzítás is intermodulációs jellegű. Ennek kifejezésére születtek az olyan torzítási mérőszámok, mint a tranziens intermodulációs torzítás (TIM) vagy a dinamikus intermodulációs torzítás (DIM).

6.3 Zajok megjelenésének okai

- áthallás (pl. keverőpultban szomszédos sávoknál, vagy soksávos analóg magnón, elektromágneses tér segítségével)
- RF (rádiófrekvenciás) zavarok

- tápegység nem megfelelő szűréséből, árnyékolásából adódó zajok, brummok (maci)
- termikus zaj,
- elektromágneses behatások
- hanghordozó (pl. szalag) saját zaja
- lemezjátszó mechanika zaj
- digitális hibák (pl. konverziós, jitter)
- stb..... a sor ∞

6.4 Dinamika-tartomány

A dinamik tartomány általános definíciója szerint a hangjel útjának egy pontján mérhető legnagyobb és legkisebb hasznos jelszintek arányát jelenti decibelben megadva. A hangforrások hasznos dinamik tartományát a környezeti alapzaj (ang. “ambient noise”) korlátozza. A hangtechnikai eszközök hasznos dinamik tartományát az eszköz legnagyobb kimeneti/bemeneti jelszintje és saját zaja korlátozza. Egy teljes hangrendszer akusztikus dinamik tartományát az előbbi kettő kombinációja, azaz összes hangtechnikai eszköz eredő dinamik tartománya és a környezeti alapzaj korlátozza. Az eszközök dinamik tartományának értelmezéséhez kapcsolódó fontos fogalom az eszközök tartaléka (“headroom”). A tartalék az eszközök által kezelhető maximális szintje és névleges jelszintje közötti különbséget jelenti.

7 A mérés leírása

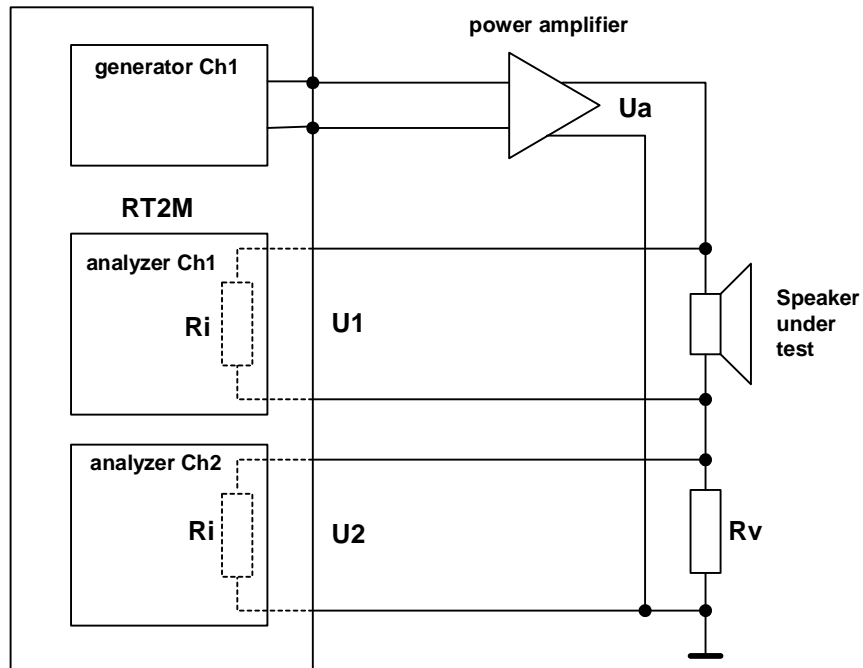
7.1 Hangszóró impedancia karakterisztikájának mérése szinuszos jellel(PXI4461)

Mérési feladatok:

- Erősítő bekapcsolása áramfelvétel mérése
- 1kHz(0.5V_{rms})-es szinuszos bemeneti jel hatására kiadott kimeneti jelszint vizsgálata terhelés nélkül
- 1kHz(1V_{rms})-es szinuszos bemeneti jel hatására kiadott kimeneti jelszint vizsgálata terheléssel
- Átviteli karakterisztika mérése 50Hz-20kHz között

2. ábra PXI rack

7.2 Mérési elrendezés



3. ábra Mérési elrendezés

Számítás a méréshez:

$$\Delta Z_1 = R_v \left(\frac{U_1(f_1)}{U_2(f_1)} - \frac{U_1(f_2)}{U_2(f_2)} \right)$$

$$\Delta Z_2 = R_v \left(\frac{U_1(f_3)}{U_2(f_3)} - \frac{U_1(f_2)}{U_2(f_2)} \right)$$