

Hangfrekvenciás műszerek számítógépből

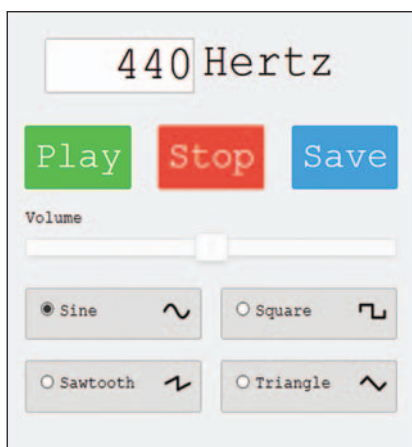
Dr. Gschwindt András HA5WH, andras.gschwindt@t-online.hu

Ne ijedjen meg a kedves olvasó, a következőkben nem kap biztatást számítógépének szétszedésére, majd műszer formájában történő újrahasznosítására. A gép marad változatlanul, csupán a szoftverekkel fogunk különböző műszereket felépíteni. Szükségünk lesz egy W10-es (esetleg W7-es) operációs rendszerre, és legalább két, esetleg három hangkártyára a gépben és/vagy külsőként csatlakoztatva. A felhasznált frekvenciasáv nem lépi túl a 20 – 20 000 Hz tartományt. Ezen megkötések mellett is sok élményhez lehet jutni, újdonságokkal ismerkedni. Valamennyi műszerünk megvalósításánál W10-et használunk. (A cikk több ábrája csak monitoron nézve jól értékelhető, ezért az írás teljes ábraanyaga honlapunkról letölthető. – A szerk.)

Az első sikerélmény: on-line műszerek

Nincs szükség letöltésre, telepítésre. Elég, ha gépünk rendelkezik egy hangkártyával, és máris próbálkozhatunk egy egyszerű hanggenerátorral. Nyissuk ki ezt a címet: <https://onlinetonegenerator.com/>. Ekkor megjelenik az **1. ábrán** látható kép. Ki kell választanunk a jelalakot (szinusz, négyzög, háromszög, fűrész) és a PLAY felíratra bökve már szól is a jel a hangszóróinkban/fejhallgatóinkban azon a frekvencián, amit beírunk a táblázatba. A Volume csúszkájával változtathatjuk a kimenő jel szintjét. A <https://onlinetonegenerator.com/hearingtest.html> oldalt kinyitva lehetőséget találunk hallásunk tájékoztató jellegű vizsgálatára. A generátor frekvenciáját folyamatosan, pl. 10 Hz - 20 kHz között változtatja. Hasonló, de több lehetőséget kínál a következő hanggenerátor: www.gieson.com/Library/projects/utilities/tonegen. Nemcsak a frekvenciát, jelalakot, szintet változtathatjuk, de jellegzetes zenei hangokat is megszólaltathatunk (**2. ábra**). Tovább keresve több, hasonló találatunk a neten. Egy további: www.gieson.com/Library/projects/utilities/tonegen.

Ismerkedhetünk egyszerű oszcilloszkóppal is : <https://academo.org/demos/virtual-oscilloscope> A hanggenerátor jelét is nézhetjük 1000 Hz frekvenciáig. Érdekesebb a mikrofonunk jelét megnézni feltéve, ha van a gépünkben (input: Live input) **3.**



1. ábra

ábra. Audiovizuális látványban lesz részünk, ha az on-line spektrum analízátorral ismerkedünk: <https://academo.org/demos/spectrum-analyzer> (**4. ábra**). A függőleges tengelyen a frekvencia-, a vízszintes az időtengely. Nézzük meg egy madárhang spektrumát: Sound sample... Bird Song! Indítsuk el a lejátszást! Látjuk a madár hangjának



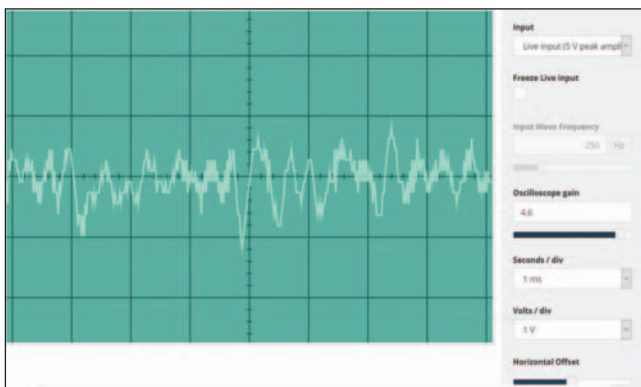
2. ábra

spektrumát, és halljuk a hangját. Választhatunk más forrást is pl. police siren... rendőrautó szirénája, vagy a Violin... a hegedű hangja/spektrumképe.

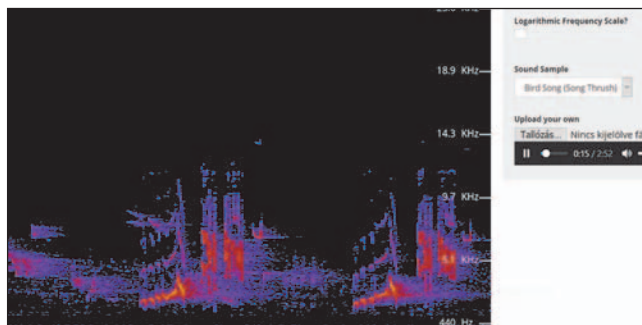
A hangkártya által szabott korlátok

Gépünk kapcsolata az analóg világgal a hangkártyákon keresztül lehetséges. A gép belsejében már minden digitális. A belépő analóg jeleket mintavételezve, a minta nagyságát több szintű bontásban mérhetjük meg. A mintavételezés frekvenciatartománya széles határok között változik. A rádiótelefonok 8 kHz körüli, beszédjel zsugorítással kombinált digitálizálása az alsó határon van. A sokak által használt, ismert CD-lemezek 44,1 kHz-es mintavételi frekvenciát használnak. Figyeljük Nyquist-tételét, mely szerint ezen frekvencia felét vihetjük át torzítatlanul. A CD-nél ez 22 kHz lehet, amely biztosan fölötte van az ember által hallható hangnak. A minta nagyságát meg kell mérnünk. Digitálisan, bitekkel. A 8 bites bontás 256, míg az általunk használni kívánt 16 bit, 65 536 szintet jelent. A részletesebb bontás kisebb digitalizálási (kvantálási) hibát jelent. A valószínűs és a digitalizált értéktől való hiba zajként jelentkezik (kvantálási zaj). Esetünkben 16 bitnél ez -96 dB-es értéket jelent a legnagyobb digitalizált értékhez viszonyítva. Éz a műszereink számára tökéletesen megfelelő.

Az **5. ábra** bal oldali része 1 kHz-es szinuszjelet mutat 11 kHz



3. ábra



4. ábra

mintavételi frekvenciával és 8 bit kvantálással. A jobb oldali jel szintén 1 kHz, de 192 kHz-es mintavétellel és 16 bit kvantálással. Jogos a kérdés: meddig növelhetjük a mintavételi frekvenciát és a bitek számát? A válasz egyszerű: ameddig a hangkártyánk engedi, és ameddig a számítógépünk győzi a jelek feldolgozását.

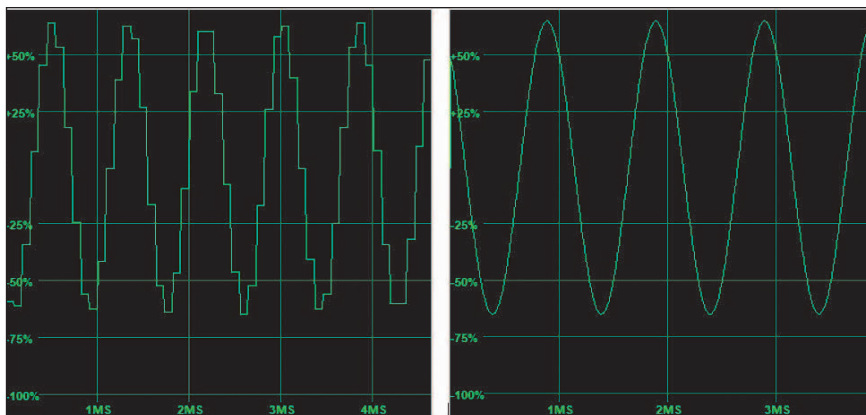
A hangkártya vizsgálata

Figyeljünk arra, hogy a hangkártyánk minden leendő mérőműszerüknek része lesz, tehát fontos, hogy jellemzői a 20 Hz ... 20 kHz-es sávban nagyon jók legyenek. A mérés hurokba kapcsolt elrendezésben történik. Kössük össze a hangkártyánk ki és bemenetét, majd töltsük le a <http://audio.rightmark.org/download.shtml> szoftver RMAA 6.4.5 verzióját! Telepítsük, nyissuk ki, és a mérés megkezdéséhez paraméterezzük fel (6. ábra)! A bal felső két sorba (Playback/recording devices), a lenyíló ablakokba írjuk be a vizsgálatra szánt kártyánk be- és kimenetének nevét. Majd a jobb felső két sorba a 192 kHz-es mintavételt és 16 bites bontást rögzítsük! Alapkérdésként arra vagyunk kíváncsiak, vajon képes-e ezen paraméterekkel üzemelni? A jobb felső sarokban a Modes feliratra bökve egy kérdező ablak jelenik meg, amelyben a szoftver megkérdezi, hogy tényleg ezek-e a paraméterekkel kívánunk-e tesztelni. Az OK-ra bökve gyorsan, táblázat formájában megkapjuk a választ, mely sze-

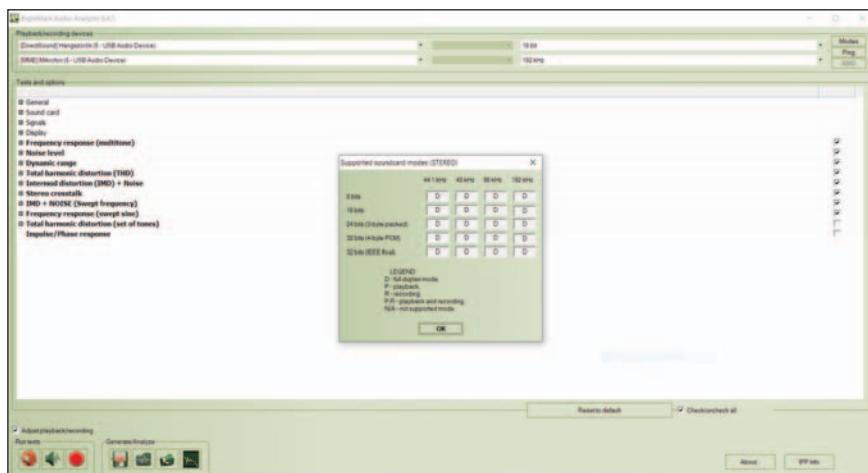
rint a kártyánk független be- és kimenettel (duplex D üzemmód) hibátlanul fog működni, akár 32 bites bontással is.

A következő lépés a méréshez szükséges mérőjel segítségével a kivezérlés beállítása. Bökjünk a 6. ábra bal alsó sarkában lévő piros háttérű hangszóró jelre! Válaszul a 7. ábra képe jelenik meg, amely két részből áll. A bal oldali arra szolgál, hogy a mérés szintjét a

hangkártyánk szintszabályozójával úgy állítsuk be, hogy az ábrán látható zöld szín jelenjen meg a „The levels are ok” felirattal. A 7. ábra jobb oldala a 96 kHz-ig terjedő spektrumképet is mutatja, amelyen jól látható, hogy az 1 kHz jel torzítása kicsi, harmonikusai több mint 70 dB-lel maradnak a jel csúcsa alatt. Indulhat a hangkártya minősítő mérése. A 7. ábra jobb oldalán kell kipipálnunk,



5. ábra



6. ábra