

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gyurász Gábor Tamás

Elektromos nagybőgő megvalósítása DSP-vel

MSc. Önálló laboratórium II.
beszámoló

Konzulensek:

dr. Bank Balázs Lajos

Orosz György

Problémafelvetés

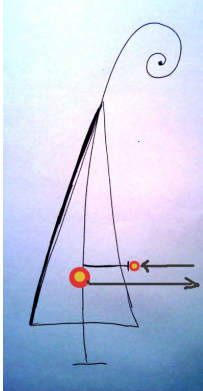
- A nagybőgő nehezen szállítható, törékeny, érzékeny hangszer
- Létezik alternatívája:

Az elektromos nagybőgő

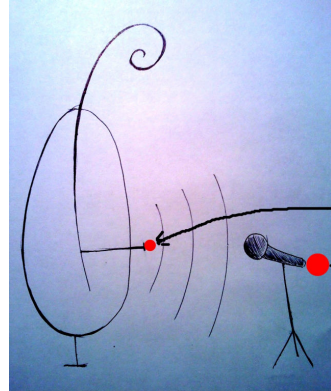
- Előnyei
 - Könnyen hordozható, masszív
 - A könnyű zenében új felhasználási lehetőségei lehetnek (effektek)
 - Nehezebben gerjed, könnyebben hangosítható
- Hátrányai
 - A hangjuk nem közelíti kellő mértékben akusztikus megfelelőjüket

Ez egy hangmérnöki illetve villamosmérnöki feladat.

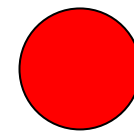
Probléma modellezése



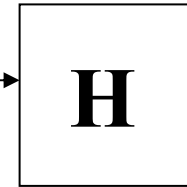
Piezelektromos jelátalakító
elektromos nagybőgőn



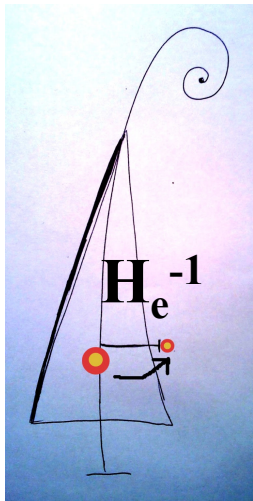
Mikrofon által mért
hangnyomásszint
az akusztikus nagybőgő előtt



piezo-pickup
jele

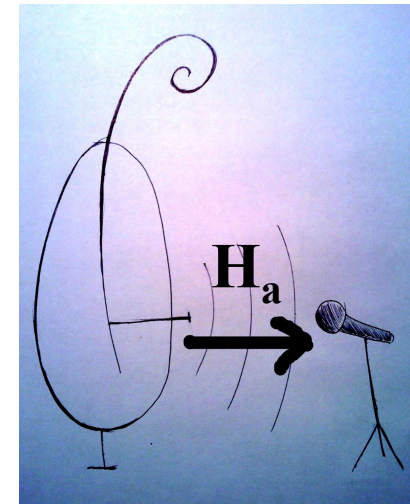


mikrofon által
mért jel



A hűrok gyakorlatilag azonos módon gerjesztik a bőgők testét a húrlábon keresztül, ezért H átviteli karakterisztika az alábbi módon adódik:

$$H = H_e^{-1} * H_a$$



Gerjesztési mód megválasztása, mérési pontok



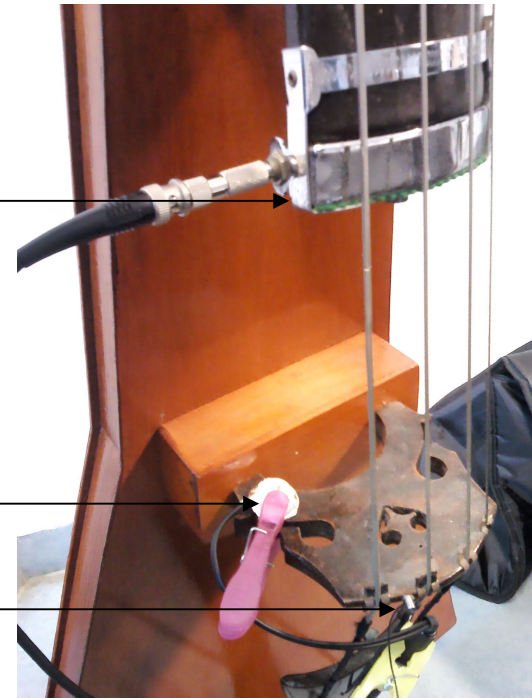
gerjesztő kalapácsok

BJ4399

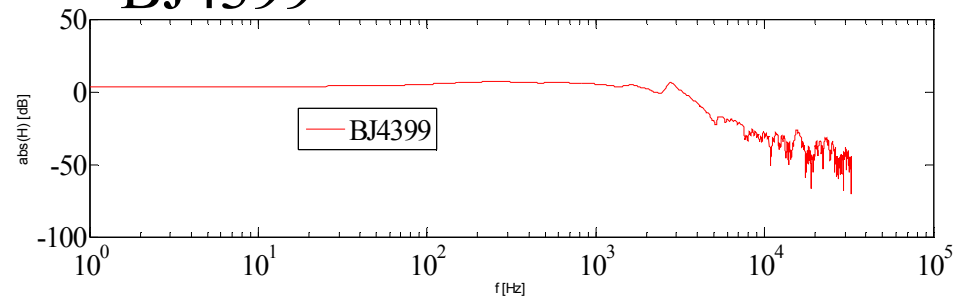
mágneses hangszedő

piezo-hangszedő

BJ4182



BJ4399



A mérés során felhasznált eszközök



USB

**Roland UA 101
USB hangkártya**



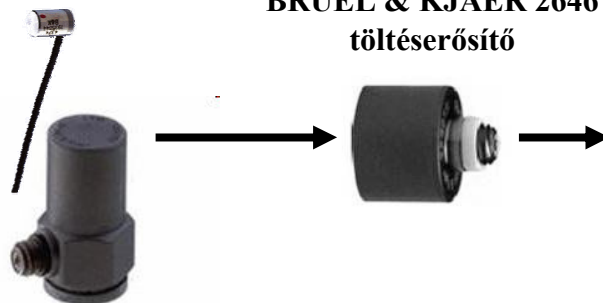
**Behringer ECM8000
Mérőmikrofon,
piezo- és mágneses hangszedő**

**BRUEL & KJAER NEXUS
2690 2693**

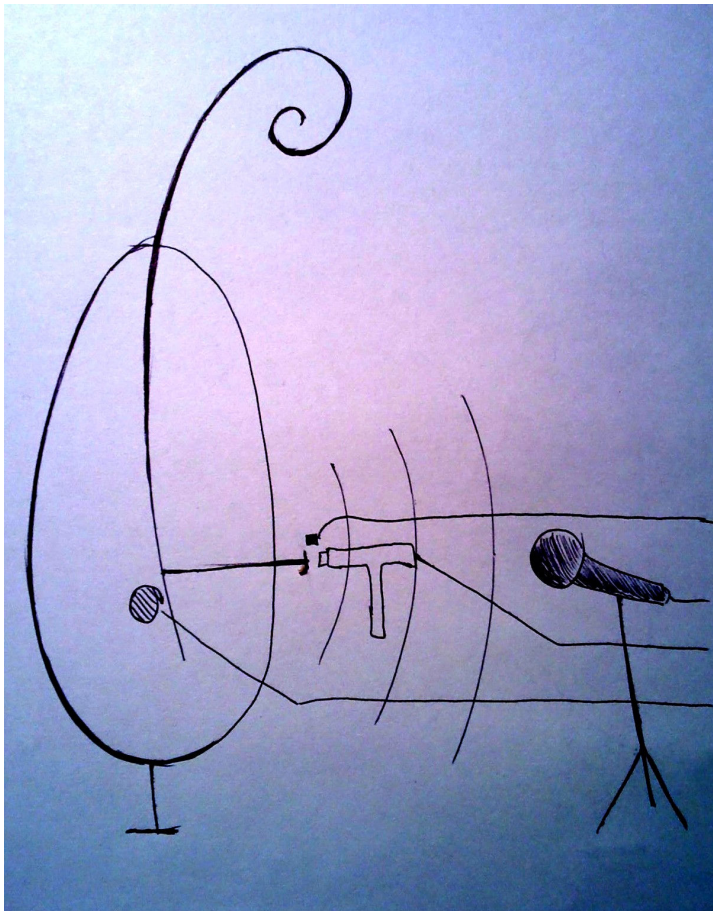
jel kondicionáló erősítő

**BRUEL & KJAER 4374
ill. 4399 gyorsulásmérő**

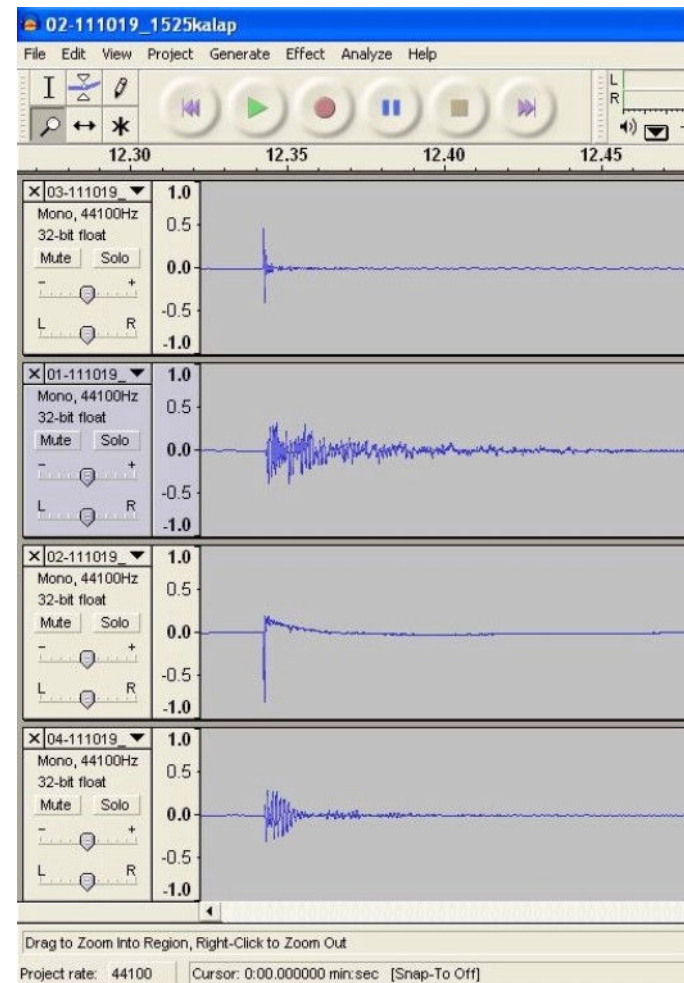
**BRUEL & KJAER 2646
töltéserősítő**



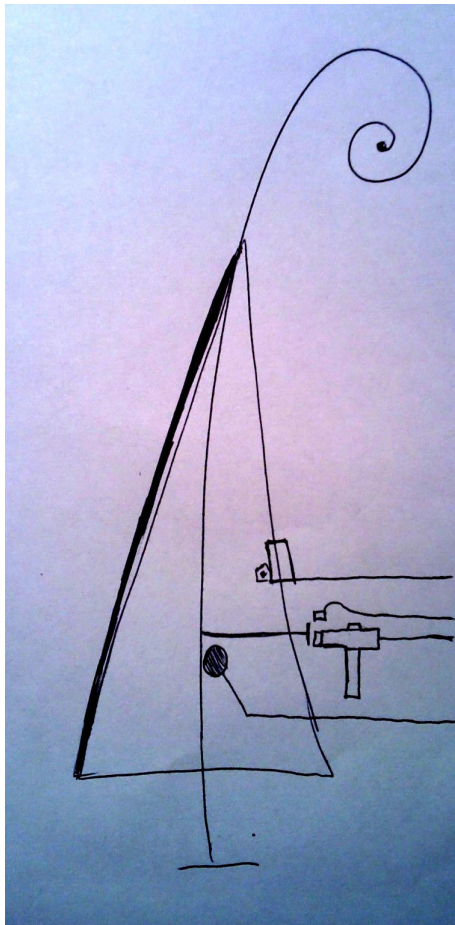
Az akusztikus nagybőgő átviteli függvényének mérése



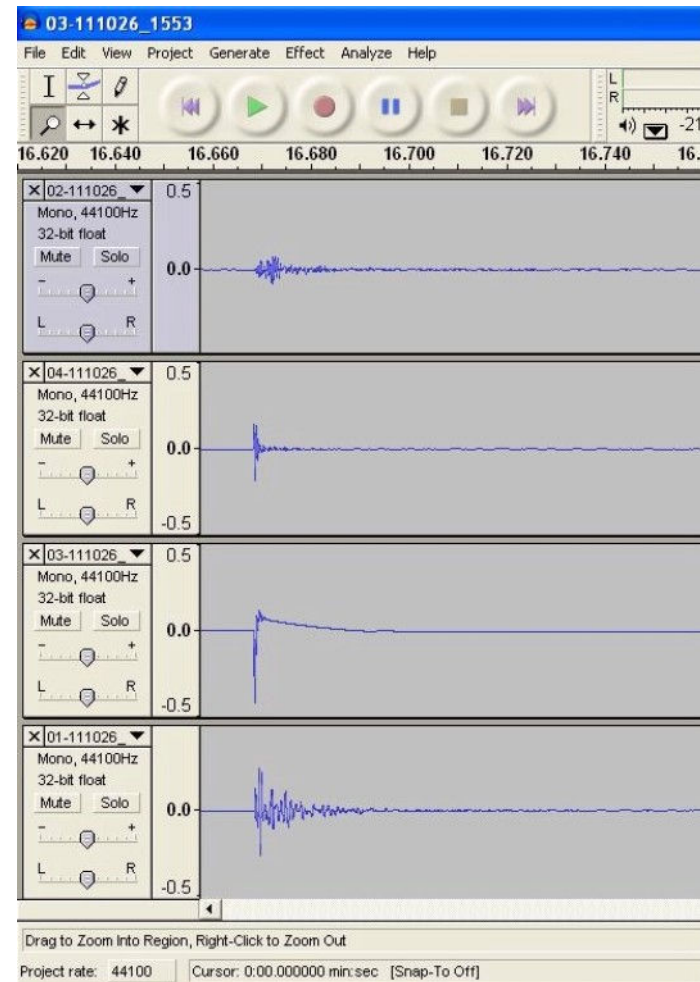
gyorsulás a húrlábon
mikrofon
gyorsulás a kalapácson
piezo-pickup



Az elektromos nagybőgő átviteli függvényének mérése



mágneses pickup
gyorsulás a húrlábon
gyorsulás a kalapácson
piezo-pickup



A felvételek feldolgozása I.

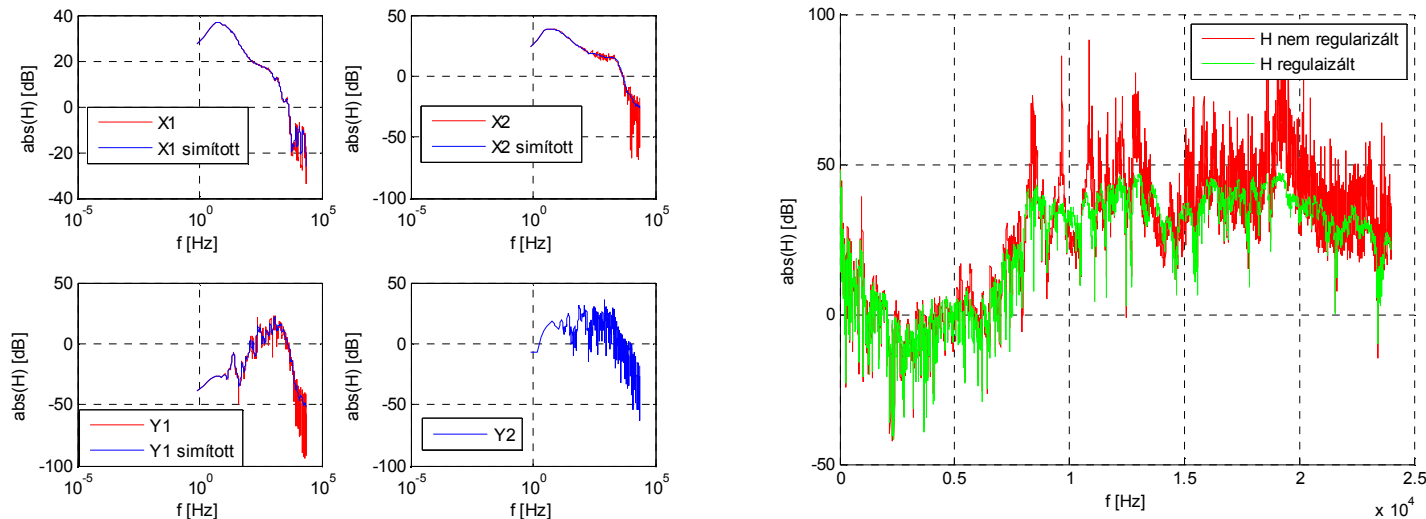
1. Ablakozás Hann-ablakkal, minta bővítése nullákkal

Ok: -ne legyen ugrás a mintában vágás miatt

-nagy pontszámú FFT => IFFT után az impulzusválasz ne lapolódjon át időtartományban

2. FFT

3. Regularizáció frekvenciafüggő simítással



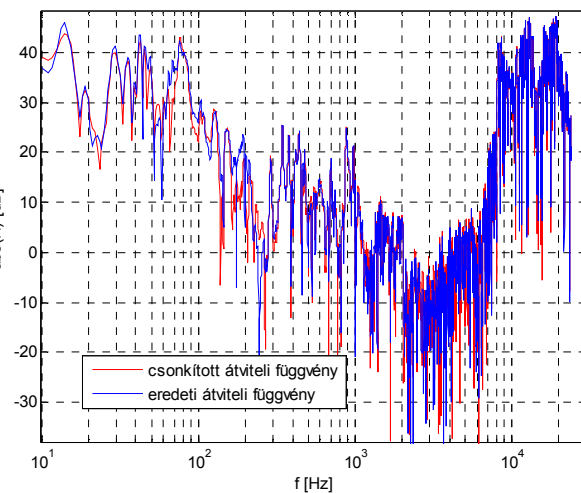
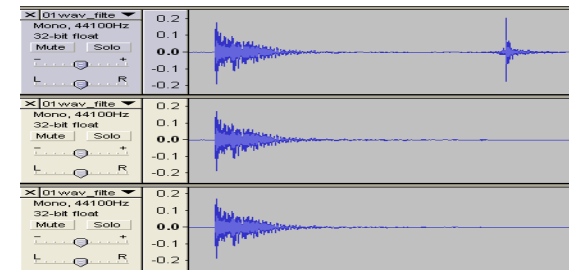
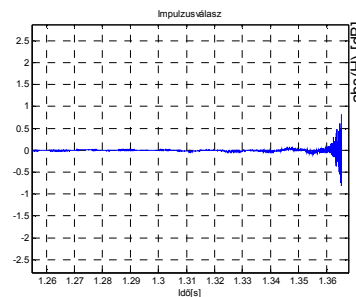
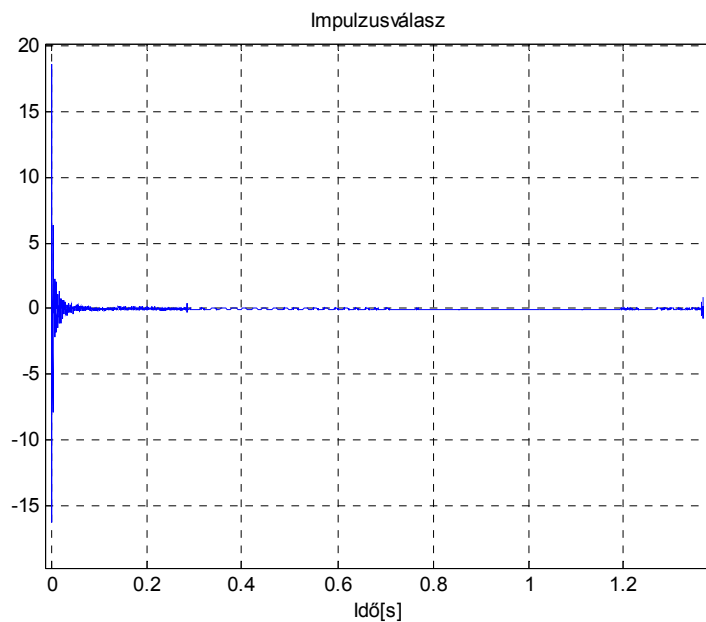
A felvételek feldolgozása II.

1. Átviteli függvény számítása

$$H = \frac{X1}{Y1} \bullet \frac{Y2}{X2}$$

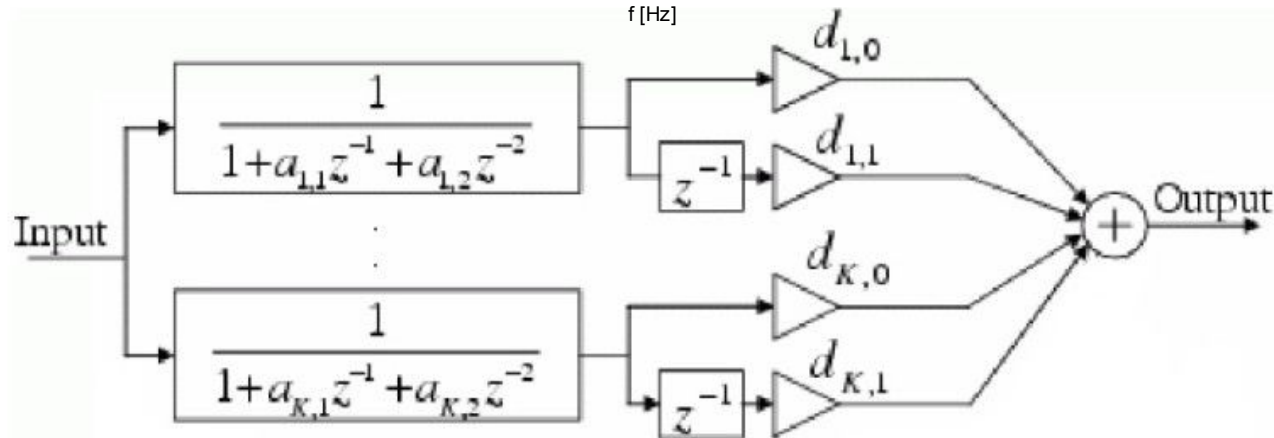
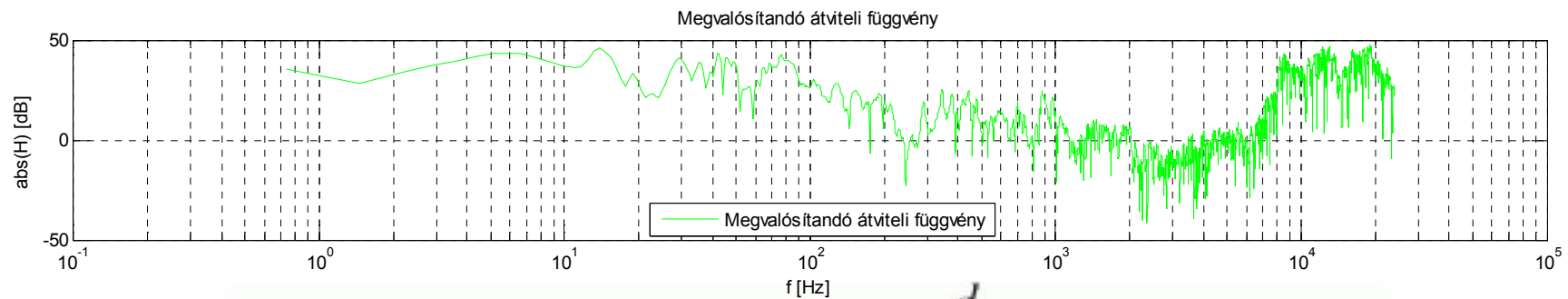
2. Impulzusválasz számítás

3. Impulzusválasz csonkítása



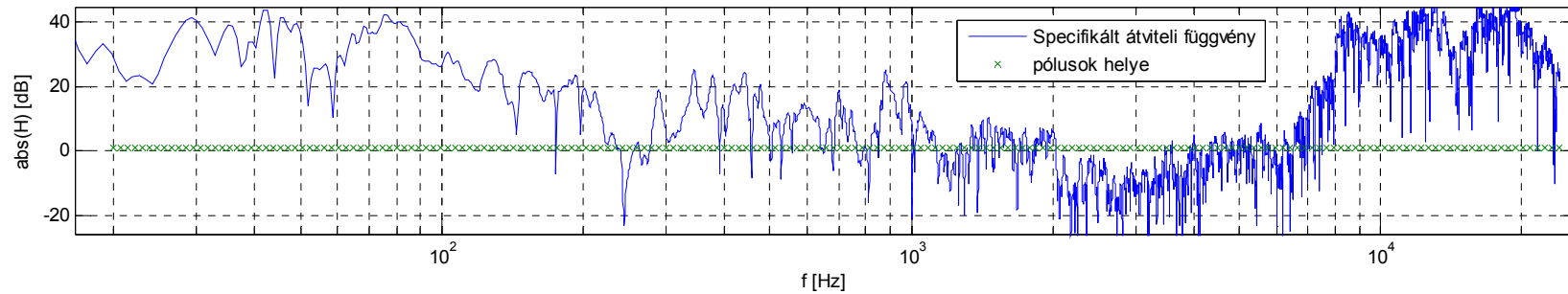
Digitális szűrőrendszer felépítése

- Hangszer átvitelének modellezése párhuzamos másodfokú IIR szűrőkkel, frekvenciatartományban logaritmikusan elosztott pólusokkal

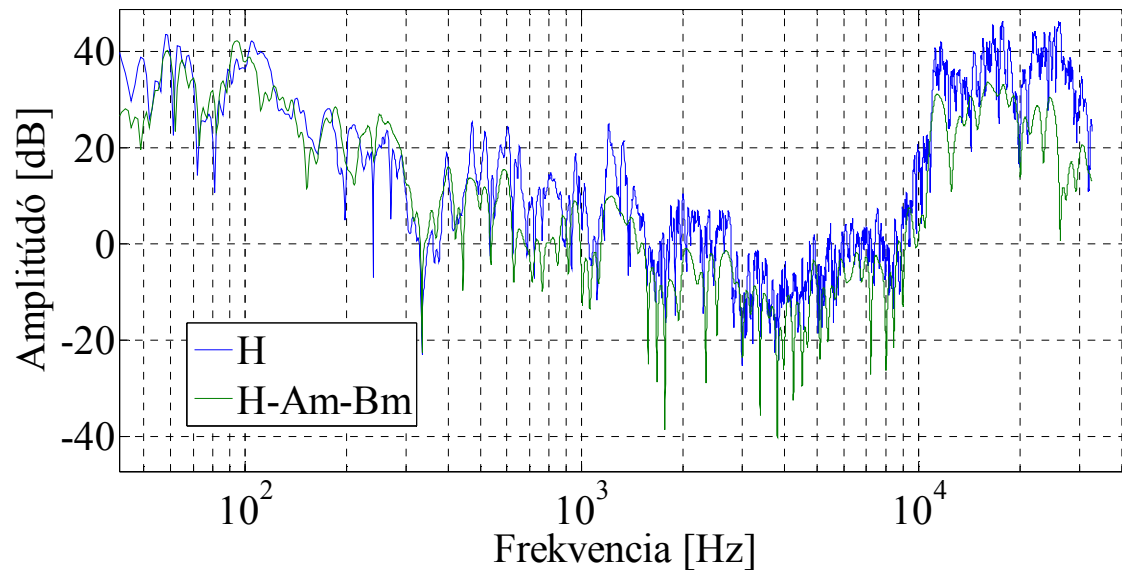
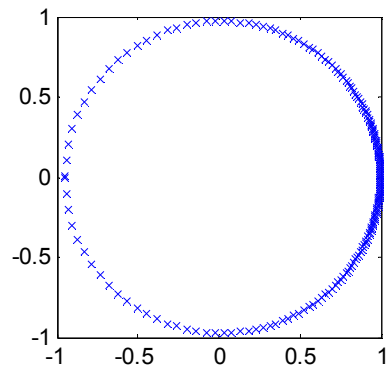


Együtthetők meghatározása

Tervezés frekvenciatartományban

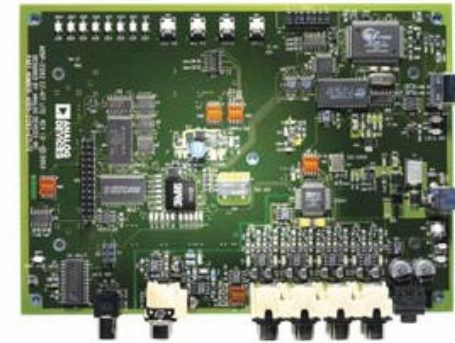


A mért és megtervezett szűrők összehasonlítása

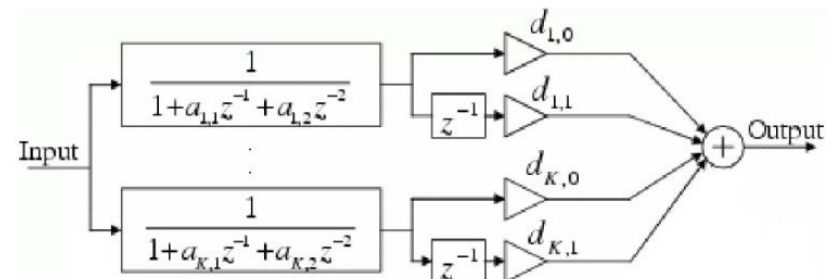
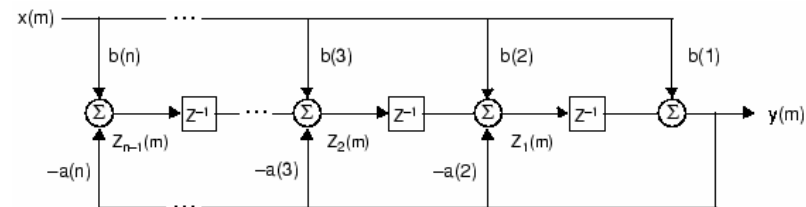


A szűrő struktúra megvalósítása digitális jelfeldolgozó processzoron

- ADSP-21262 SHARC®
- Mintavételi frekvencia: 48 kHz
- Bitmélység: 24 bit

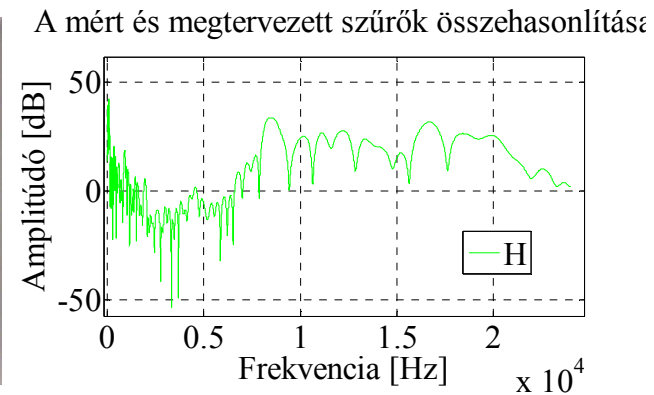
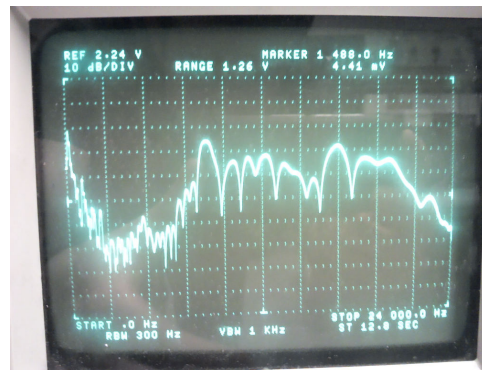
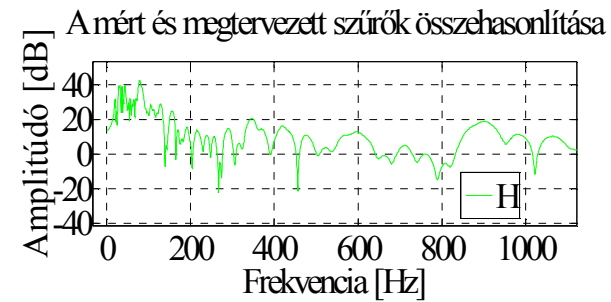


Algoritmus: II-típusú direkt struktúra



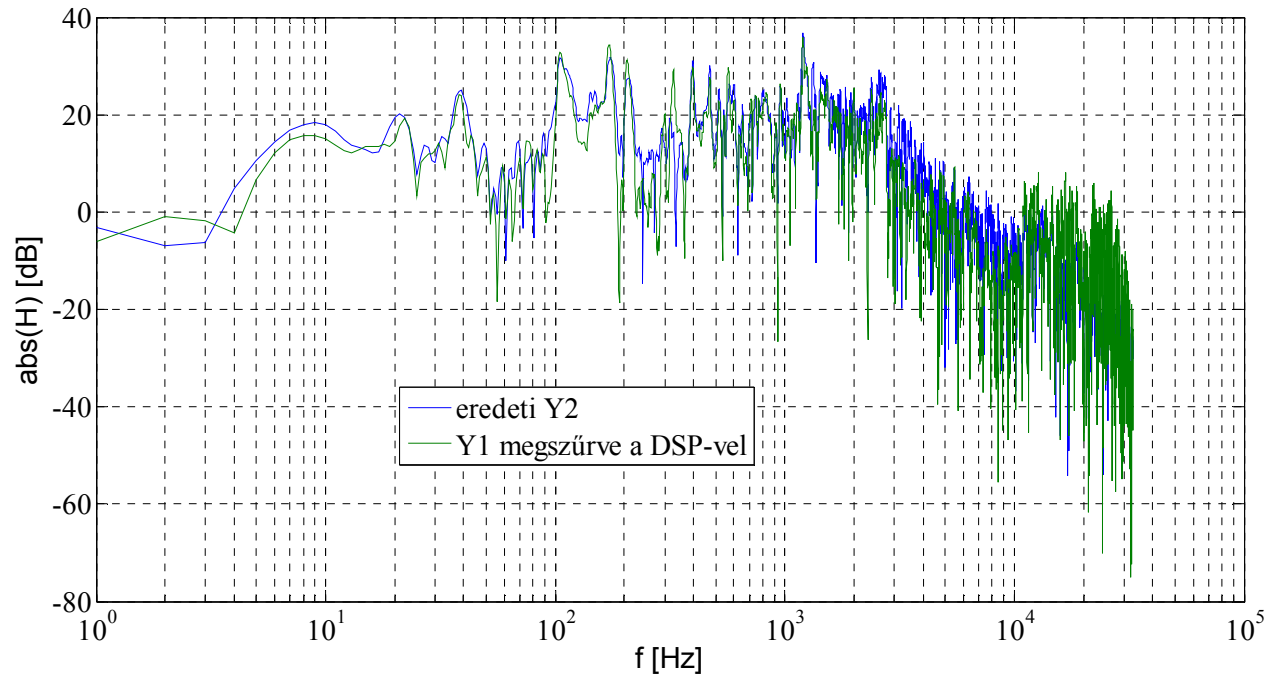
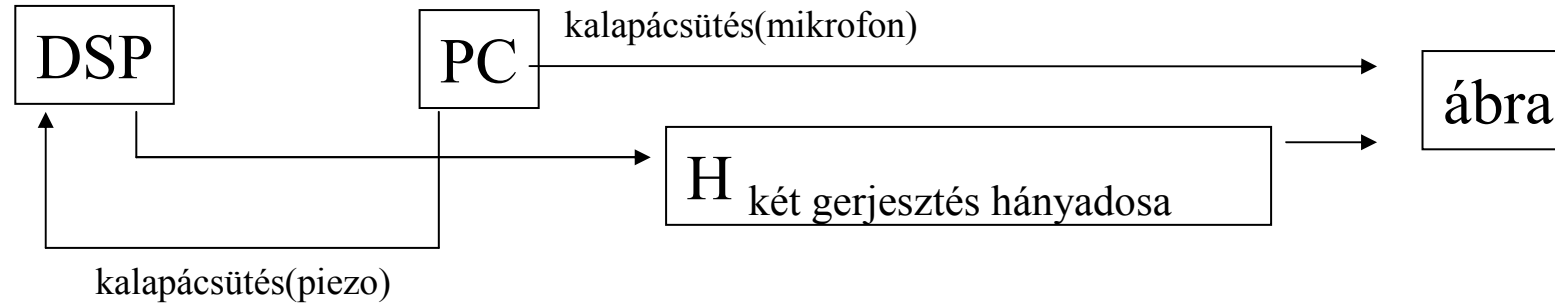
On-line tesztek, eredmény minősítése

DSP átviteli függvénye és a Matlabban számolt átviteli függvény összehasonlítása



Ellenőrzés kalapáccsal gerjesztett jelekkel

A teljes rendszer ellenőrzése:



Összefoglaló

- Az elért hangzás eltér még az akusztikus nagybőgő hangjától, de sokat javult, kicsit sok a mély és lehetne nagyobb közép frekvenciás átvitel. Feltehetőleg a környezet, azaz a falak és az asztal, nagyon kiemelték a mély hangokat a középső frekvenciasávot pedig kevésbé, ennek ellenére sokkal inkább hasonlít az akusztikus bőgő hangjára, mint azelőtt.
- A mérési elrendezésen még annyiban lehet finomítani, hogy a gerjesztést shakerrel végezzük és végigpásztázzuk az egész hallható frekvenciasávot, illetve a húrlábon oldalirányban gerjesztünk, mert a húrok is ilyen irányú mozgást végeznek.
- Amennyiben rendelkezésre áll kellő tűrőképességű piezo kristály, érdemes lenne a húrláb alá helyezni azt. A húrláb alatt nagyon nagy erők hatnak, ezért nem állt módomban kipróbálni.

Képek



NS CR4 NXT
Elektromos bőgő
~100.000 Ft

Köszönöm a figyelmet!