

Akusztika a MIT-en

Sujbert László

BME-MIT, 2008. június 11.

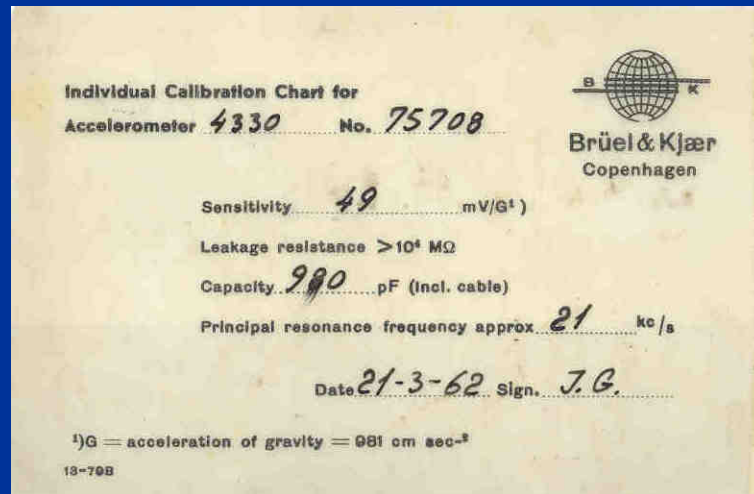
Tartalom

- **Magyarázat**
- **Történet**
- **Eszközök**
- **Kutatás**
- **Oktatás**

Történet

- **1992: DSP-labor indulása**
- **1993: Aktív zajcsökkentési (ANC) probléma**
- **1995: Rezgésanalízis (Copernicus)**
- **1997: ANC PhD**
- **1998: Digitális hangszintézis**
- **2000: Beágyazott információs rendszerek szakirány**
- **2001: DSP akusztikai alkalmazásai (OTKA)**
- **2006: Hangszintézis PhD**
- **2007: Szenzorhálózatok**

Eszközök – a kezdet



- **B&K 4330**
gyorsulásérzékelő (1 db)

- **cső (2 hangszóró,
2 mikrofon)**



Eszközök – jelen 1.

- **Genelec stúdiómonitor**
- **Fostex D-108 8 csatornás rögzítő**
- **Alto AMX-140 14 csatornás keverőpult**
- **Chameleon effektprocesszor**
- **Mikrofonok (Behringer, B&K)**
- **előerősítők, aktív hangszugárzók stb.**



Eszközök – jelen 2.

- B&K gyorsulásérzékelők (~10 db)
- egyéb gyorsulásérzékelők (~30 db)
- mechanikai impedancia-mérőfej
- shaker, gerjesztőkalapács, erőérzékelő
- töltéserősítők, kondicionáló erősítők stb.



Kutatás

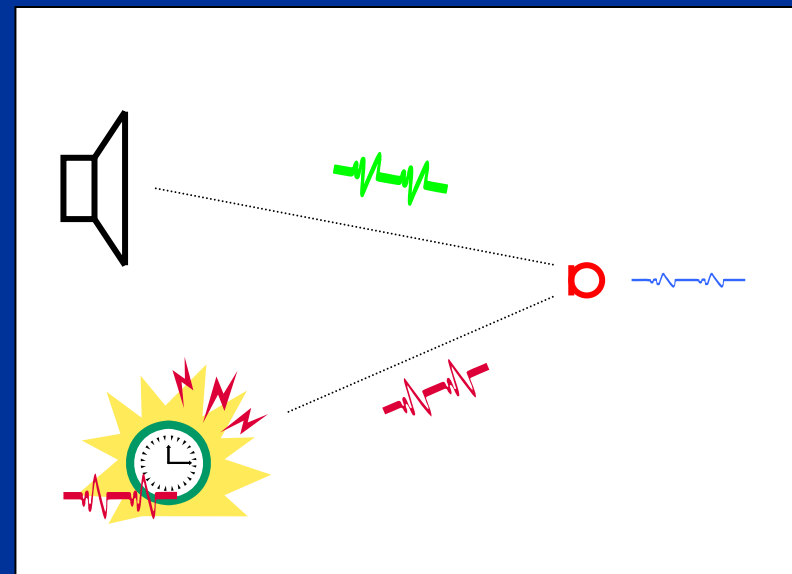
- **Aktív zajcsökkentés (ANC)**
- **Szenzorhálózatok ANC-re**
- **Digitális hangszerhang-szintézis**

Aktív zajcsökkentés (ANC)

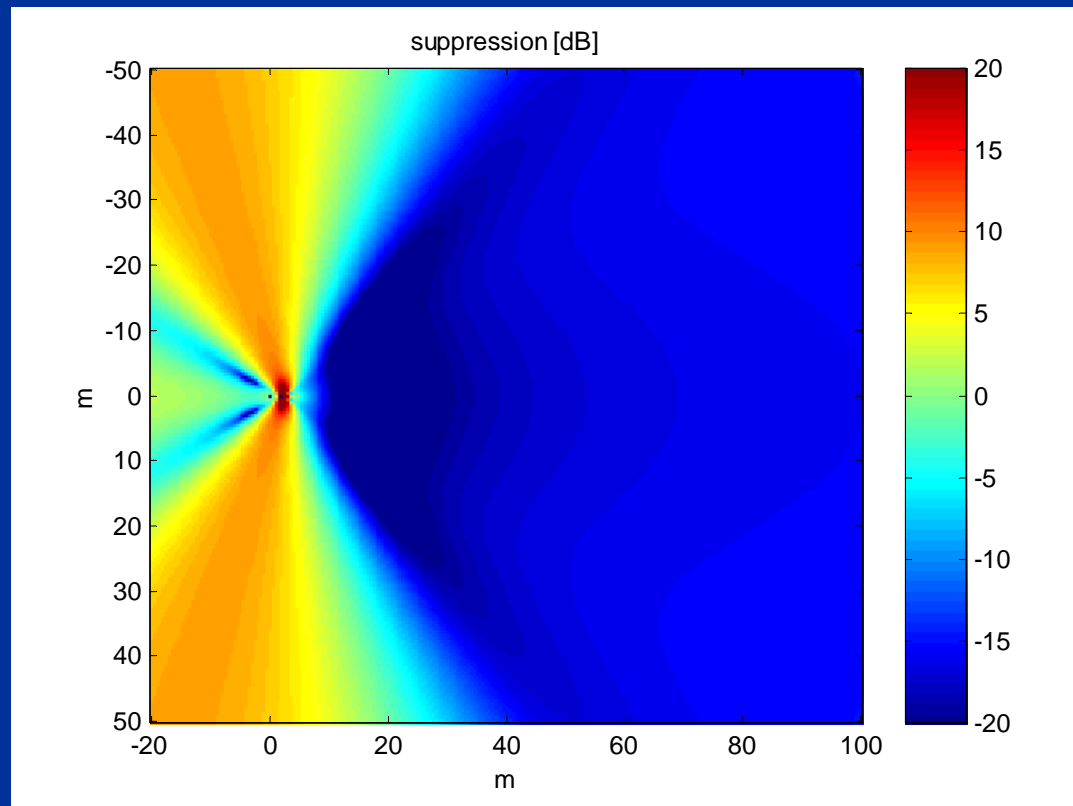
Alacsony frekvenciás akusztikus zavarhatások elnyomása a destruktív interferencia elvének felhasználásával

Főbb rendszerkomponensek:

- mikrofonok
- hangszórók
- DSP

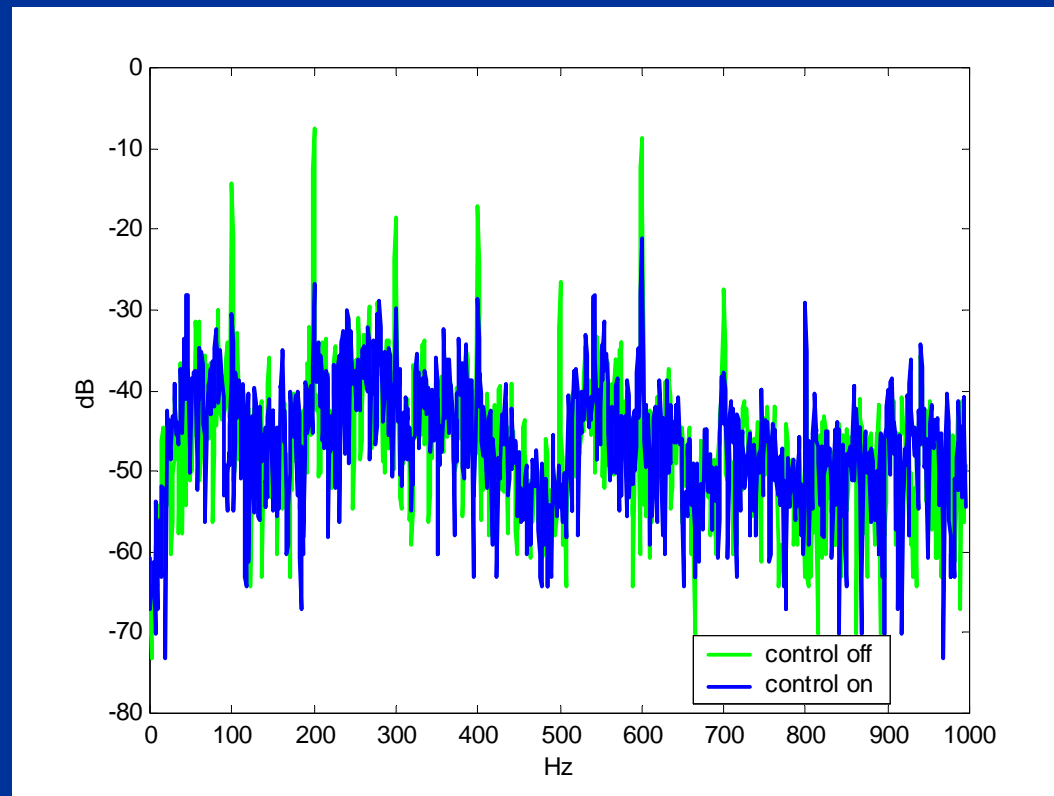


ANC hatásossága 1.



- 5 mikrofon
- 5 hangszóró
- 100 Hz

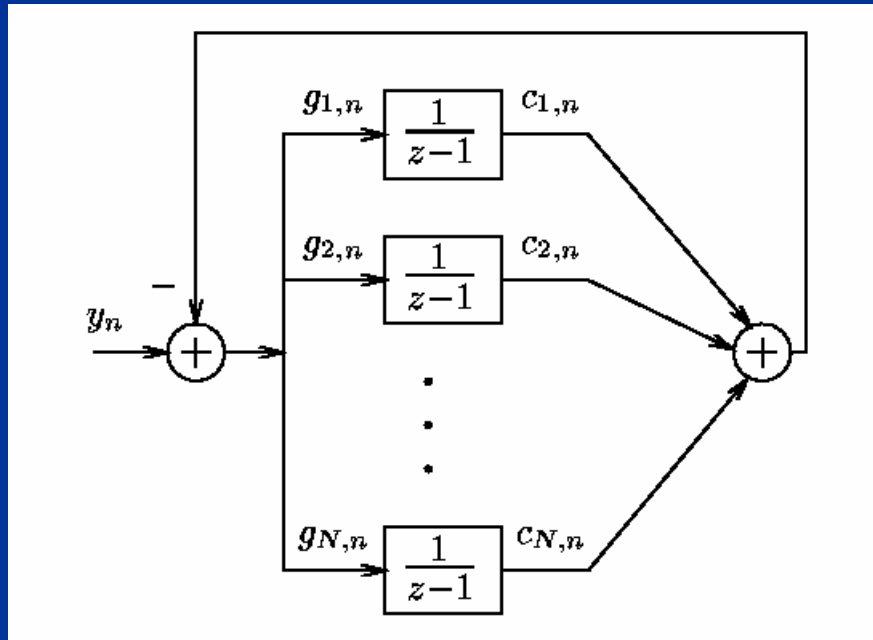
ANC hatásossága 2.



ANC periodikus zajokra

- Jelmodell alapú algoritmus
- Rezonátoros struktúra alkalmazása

Rezonátoros megfigyelő

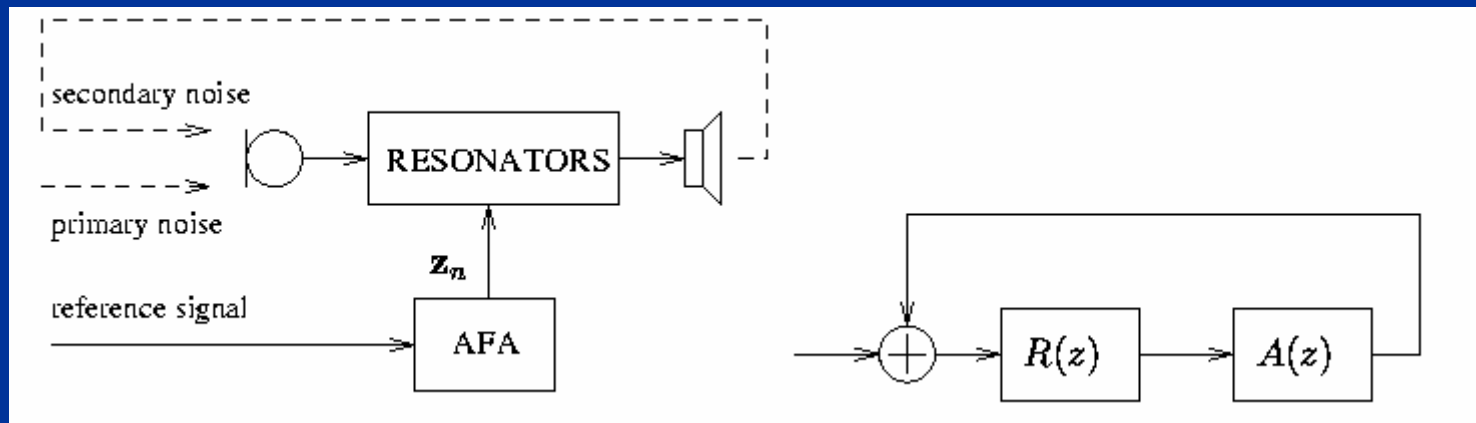


$$\mathbf{y}_n = \mathbf{c}_n^T \mathbf{x}_n$$

$$c_{n,k} = e^{j2\pi f_k n}$$

$g_{n,k}$: szabad paraméterek

Rezonátoros zajelnyomás



$$g_k = \alpha w_k; \quad w_k = \frac{1}{A(z_k)}$$

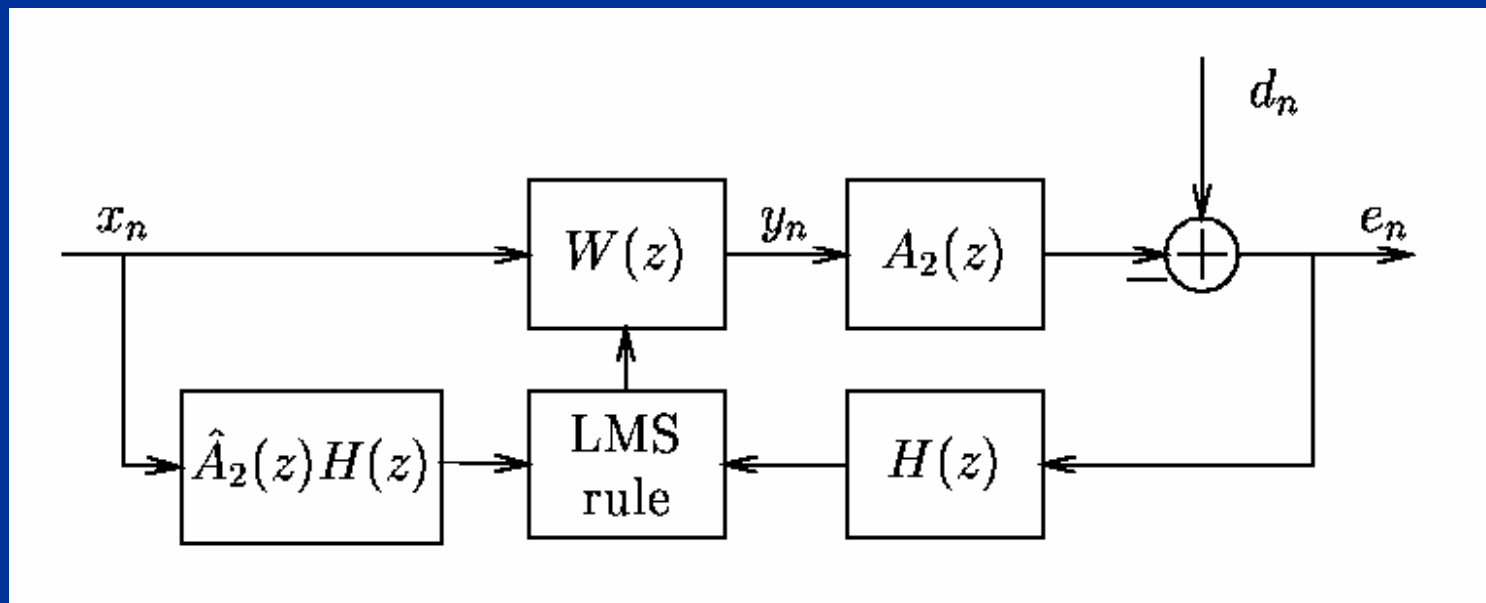
$$W_k = A^\#(z_k)$$

Előnyök

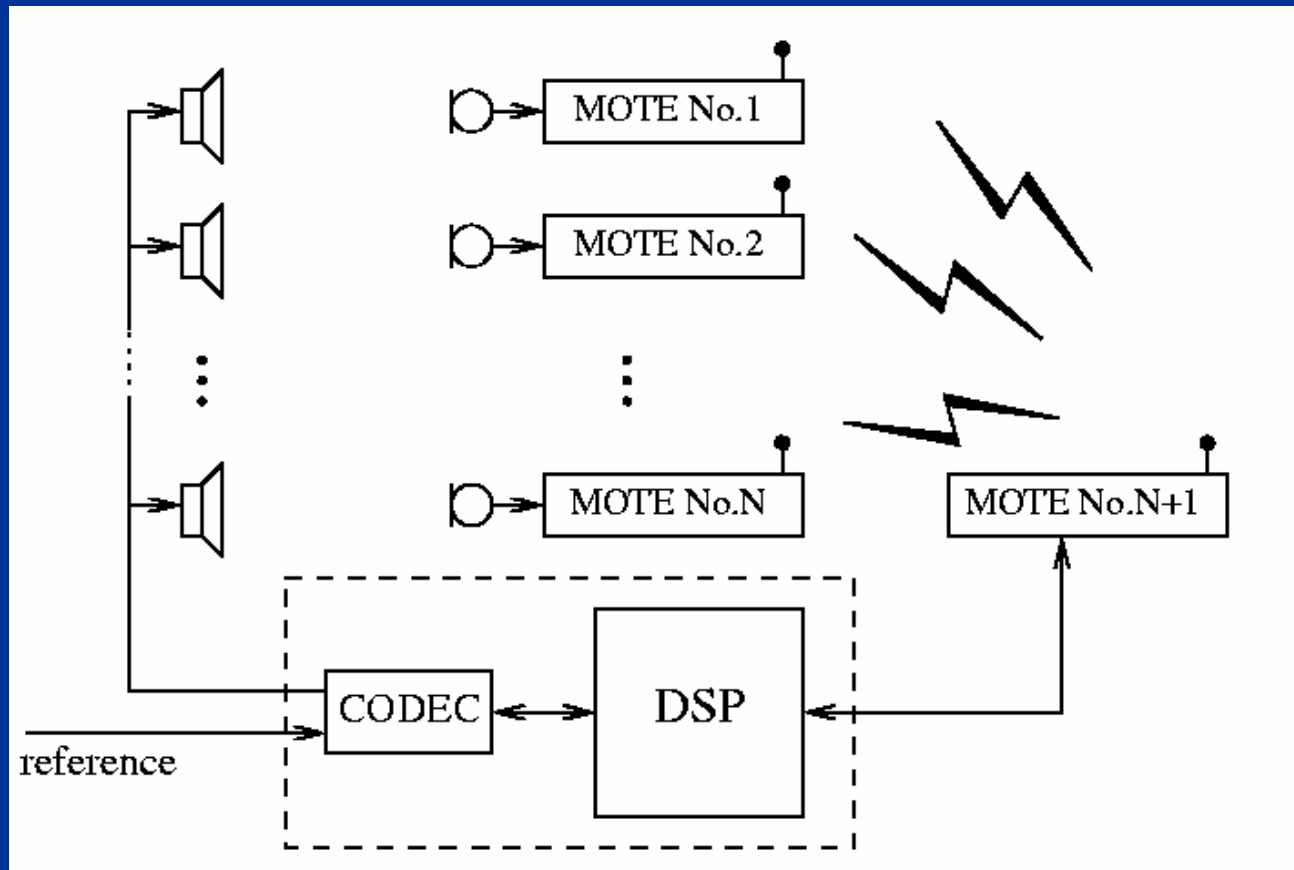
- gyors beállítás
- kis számításigény
- átviteli függvény mérése csak a lényeges frekvenciákon

További ANC eredmények

- szűrt LMS sztochasztikus zajokra
- on-line identifikáció
- szenzorhálózatok alkalmazása

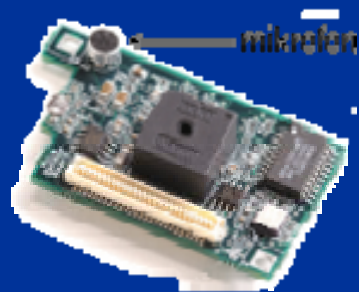


Szenzorhálózatok ANC-re



Főbb komponensek

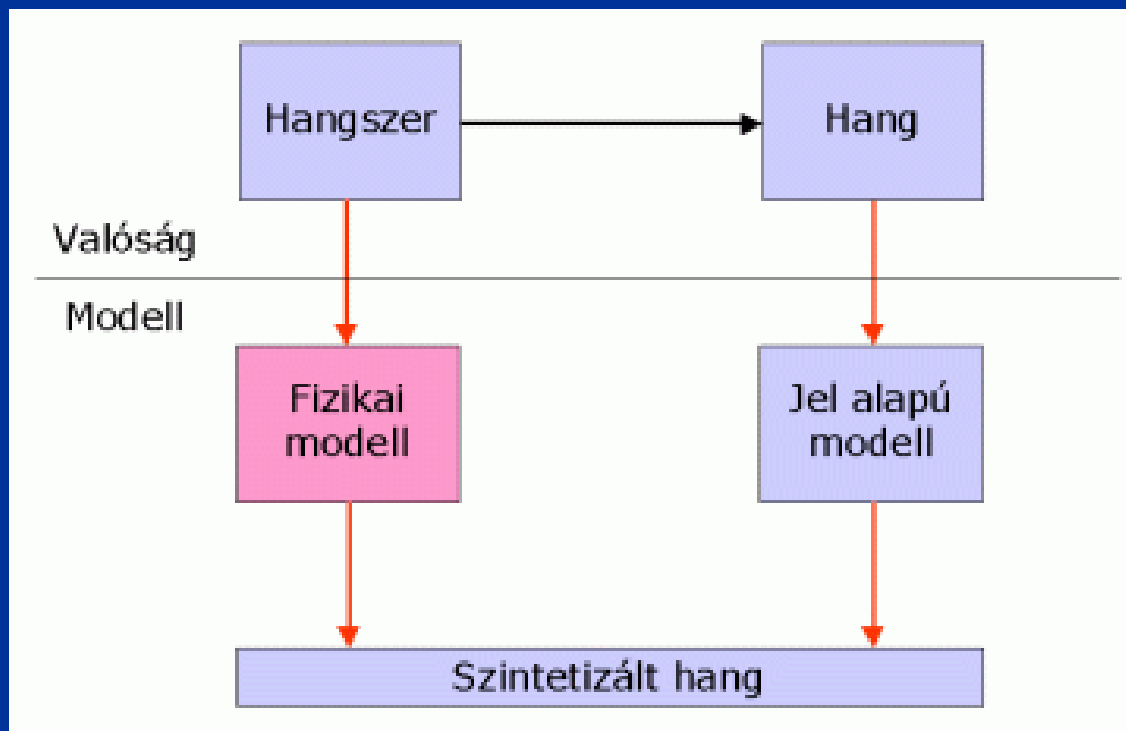
- ADSP 21364 EZ-KIT LITE jelfeldolgozó kártya
- Berkeley MICAz motes
- $f_s = 2 \text{ kHz}$, felbontás = 8 bit
- ZigBee rádió 2.4 GHz-en



Digitális hangszerhang-szintézis

- Orgona
- Húros hangszerek (zongora, hegedű, gitár)
- Harang
- Dob

Szintéziskoncepciók

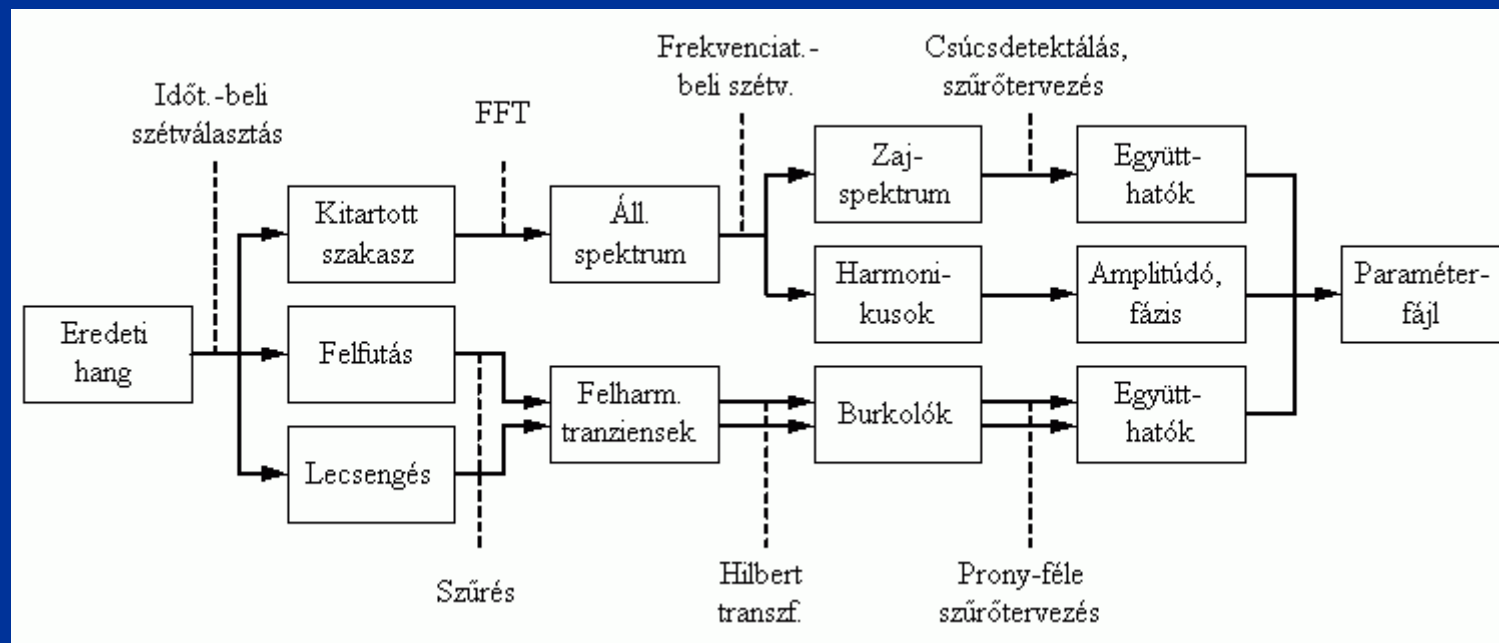


- jelmodell alapú
- fizikai modell alapú

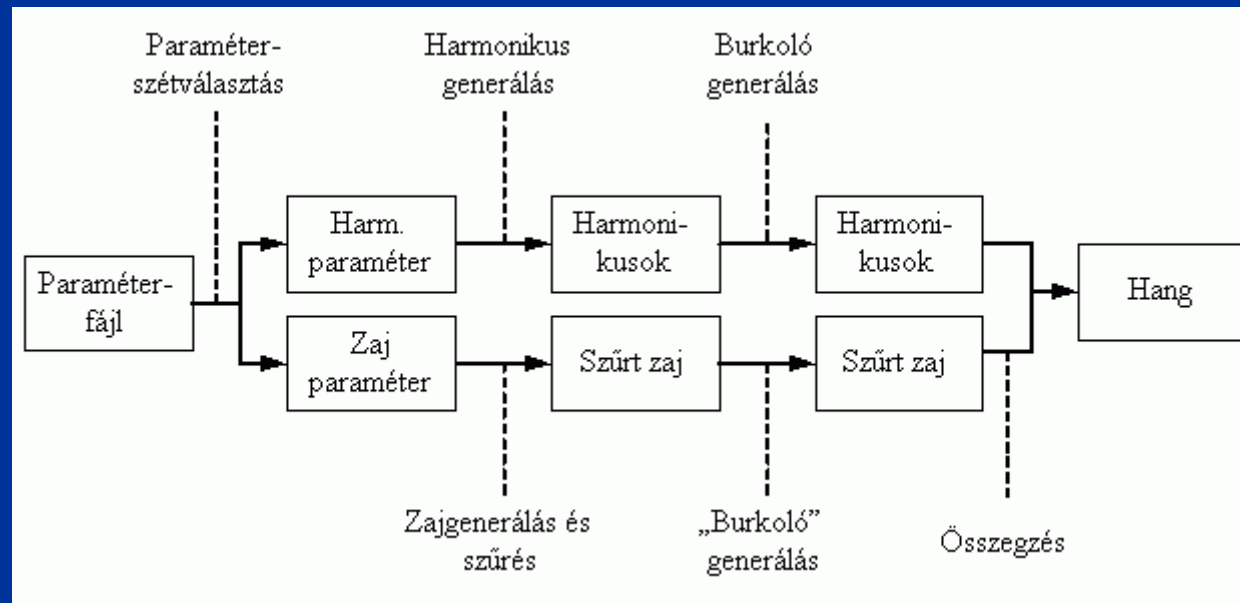
Modellparaméterek - mérés



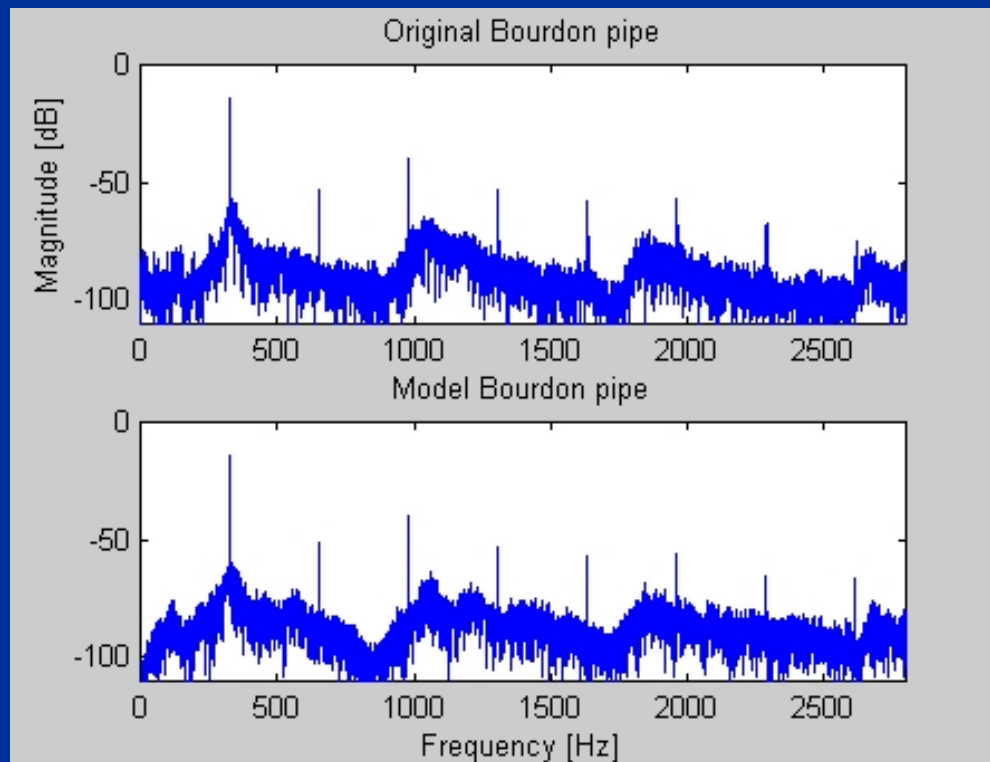
Jelmodell alapú szintézis – 1.



Jelmodell alapú szintézis – 2.

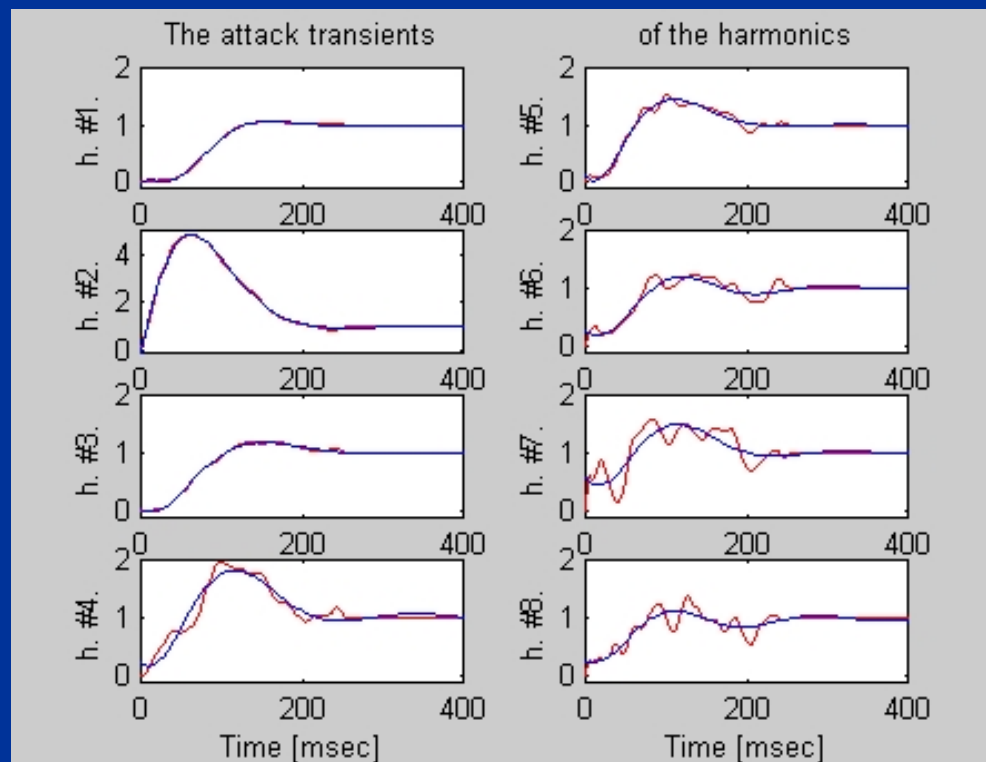


Jelmodell alapú szintézis – 3.



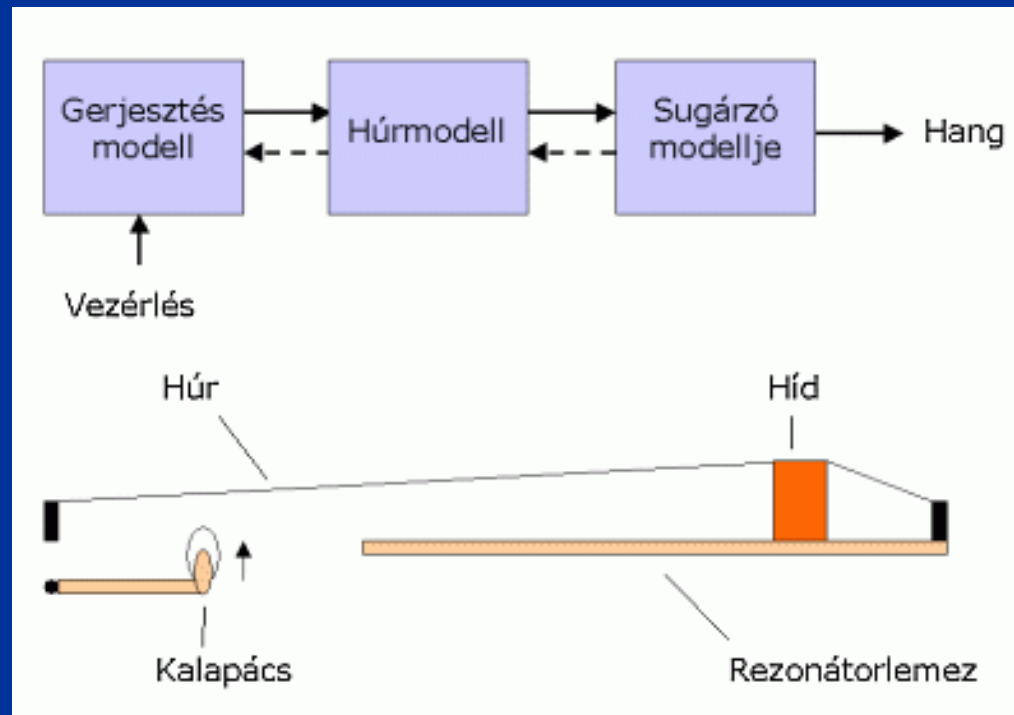
- **állandósult állapotbeli spektrum**

Jelmodell alapú szintézis – 4.

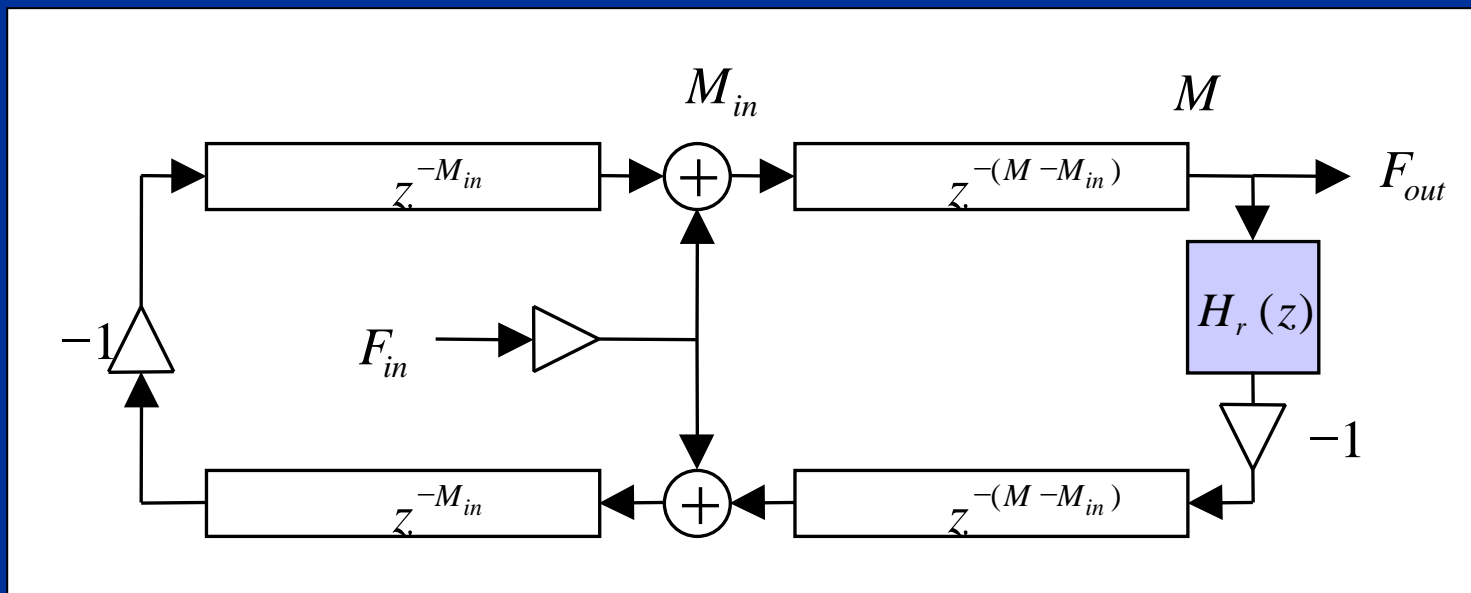


- megszólalási tranziensek

Fizikai modell alapú szintézis – 1.

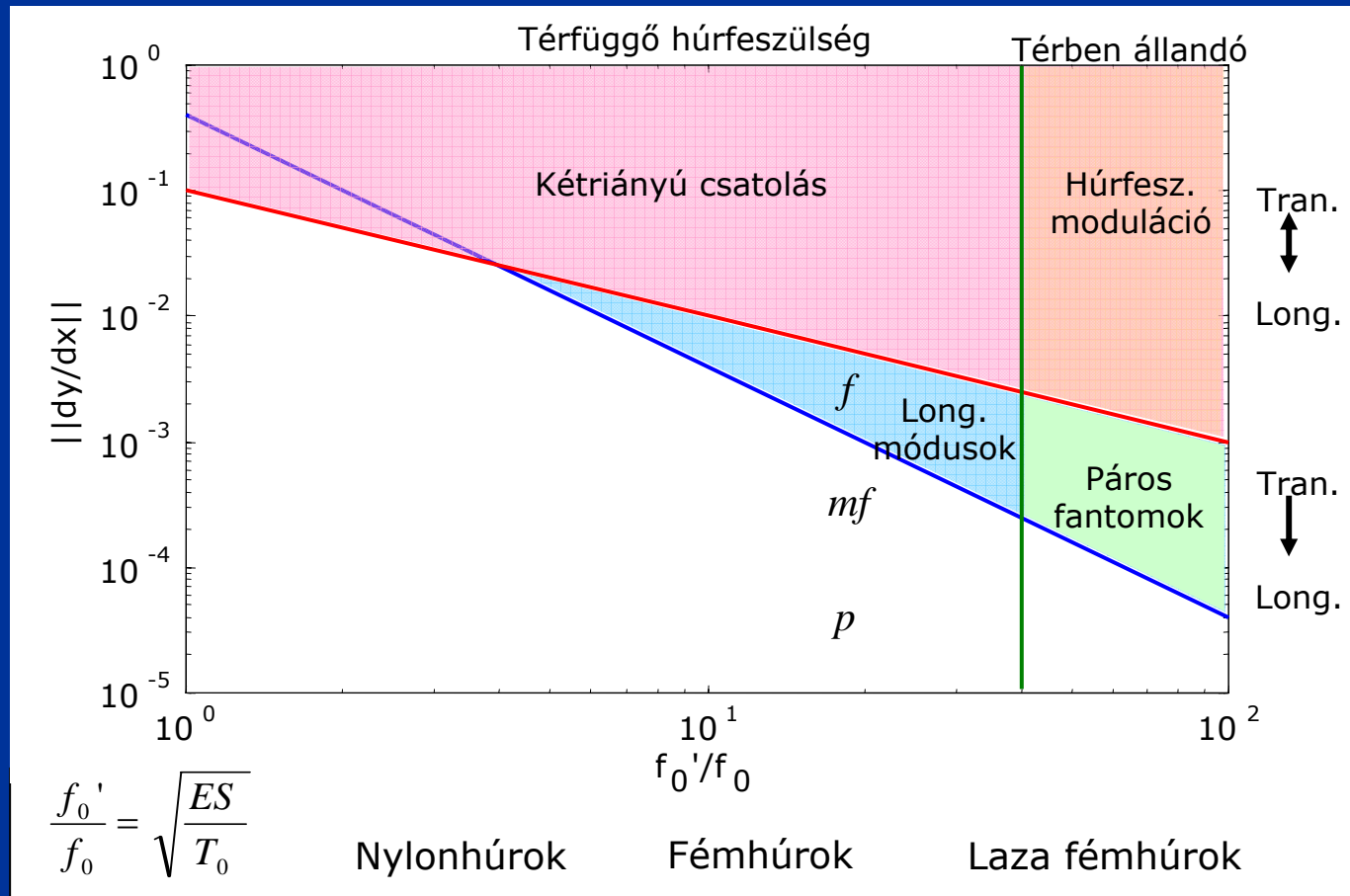


Fizikai modell alapú szintézis – 2.



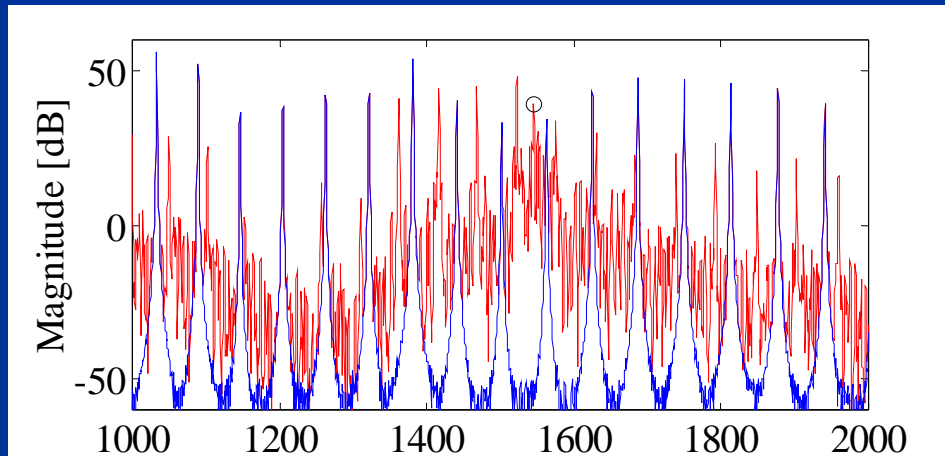
- digitális hullámvezető (waveguide) modell

Fizikai modell alapú szintézis – 3.

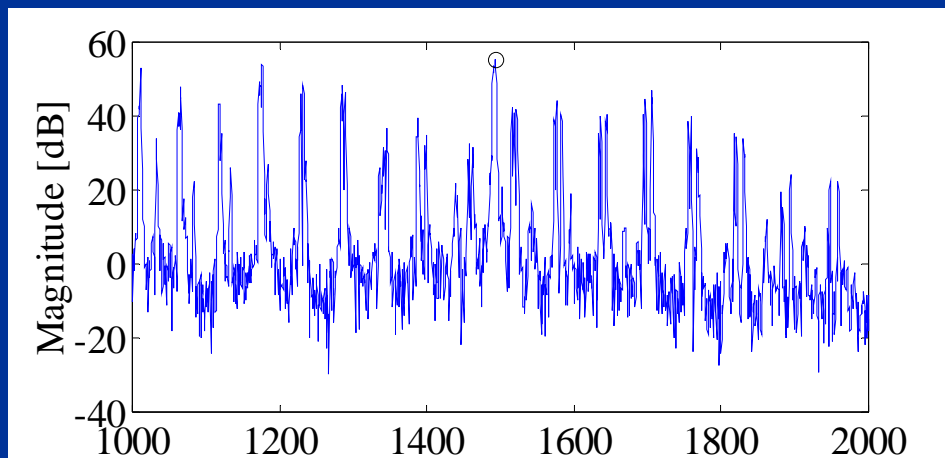


- geometriai nemlinearitás figyelembevétele

Fizikai modell alapú szintézis – 4.



- szintetizált
- transzverzális (kék)
- longitudinális (piros)

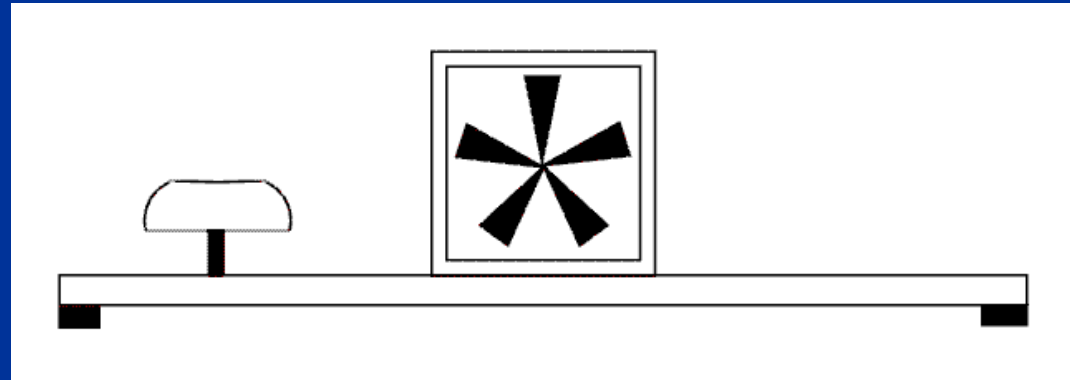


- eredeti

Oktatás

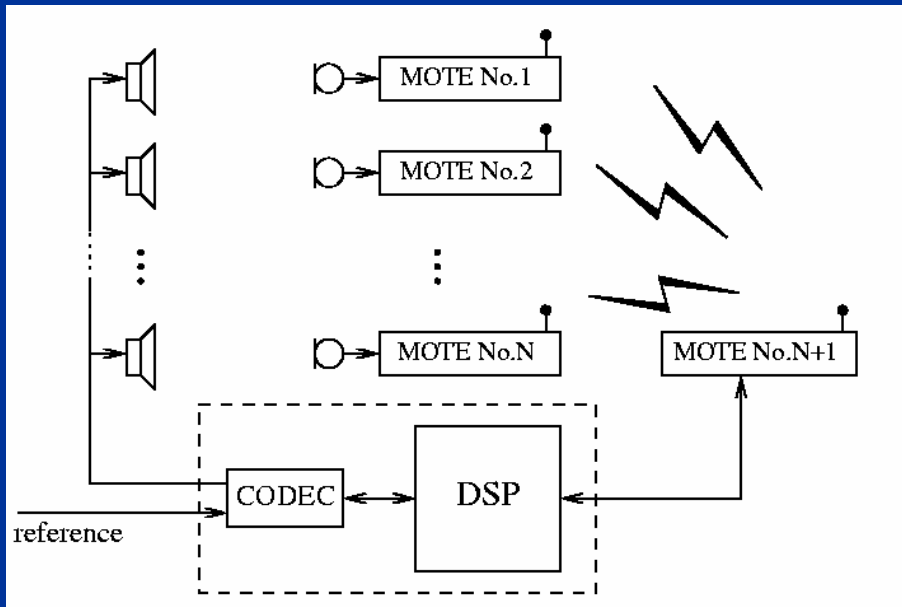
- **Önálló laboratórium, diplomatervezés**
- **Beágyazott rendszerek analízise laboratórium (vimm3063)**
- **Beágyazott és ambiens rendszerek (vimia347)**
- **Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium (vimia350)**
- **Zenei jelfeldolgozás (vimia31)**

Beágyazott rendszerek analízise labor



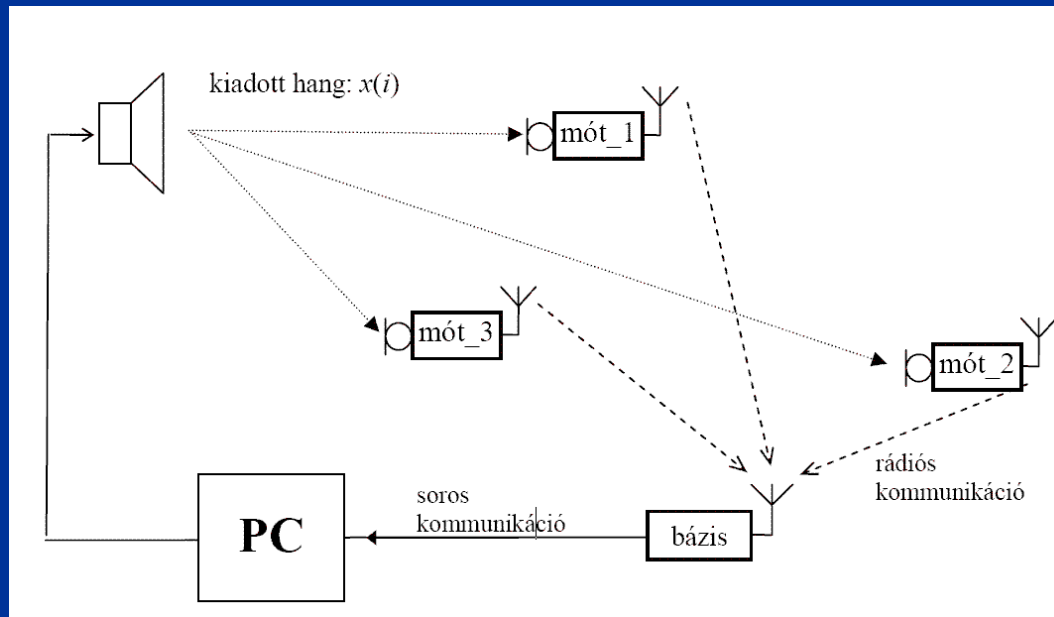
- rezgésanalízis (ventilátor, csengő)

Beágyazott és ambiens rendszerek



- mintaalkalmazás

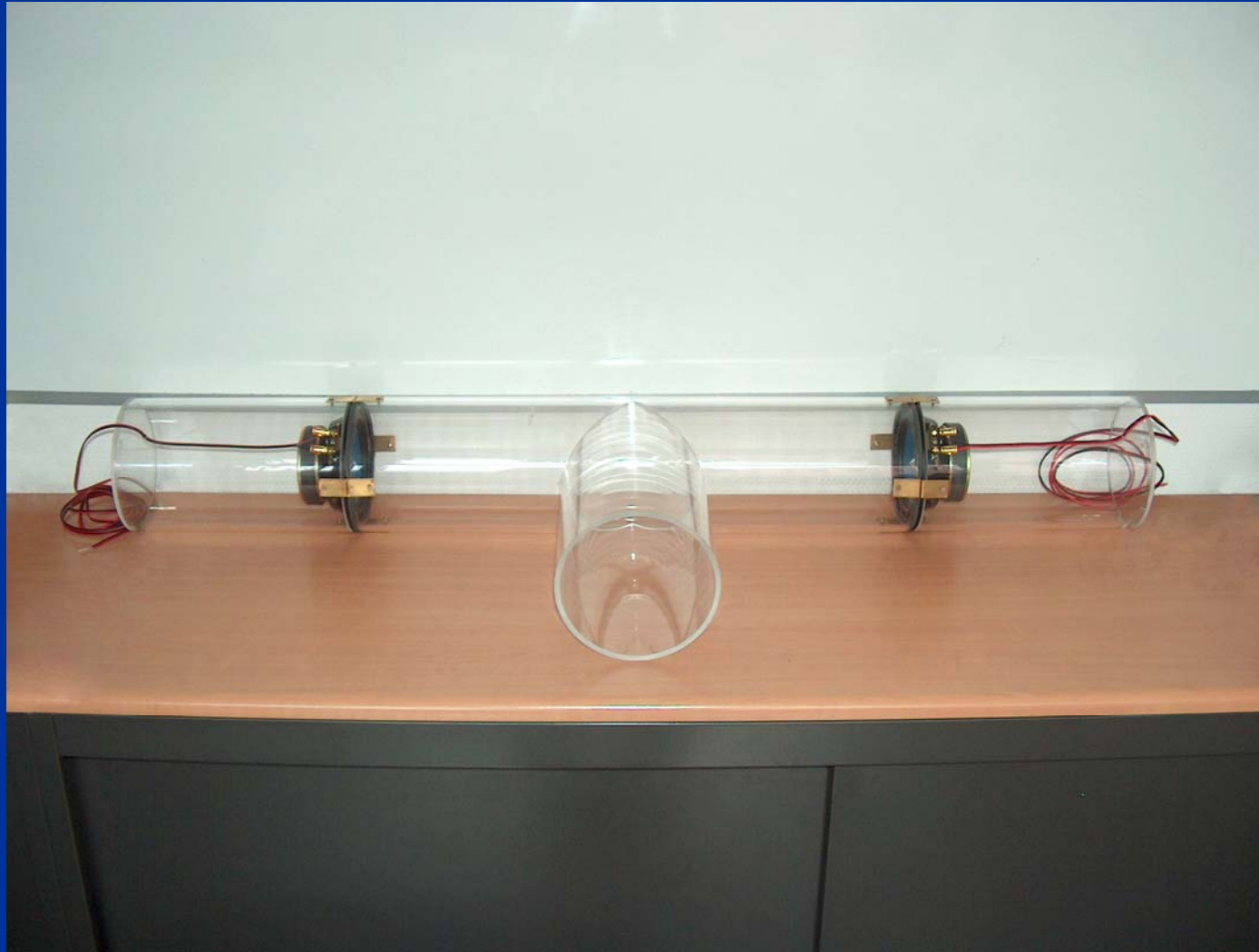
Beágyazott és ambiens rendszerek labor



- akusztikus lokalizáció
- ANC (szenzorhálózat)

Zenei jelfeldolgozás

- Jelfeldolgozási alapok, DSP-k
- Hangszínszabályzók, interpoláció, zengetés
- Audio effektek, hangmagasság- és –sebesség-változtatás
- Zenei hangszintézis módszerek
- Esettanulmányok
- Házi feladat (PC-re és DSP-re)



VÉGE