


A zöngge és a beszédjel akusztikai
tulajdonságai

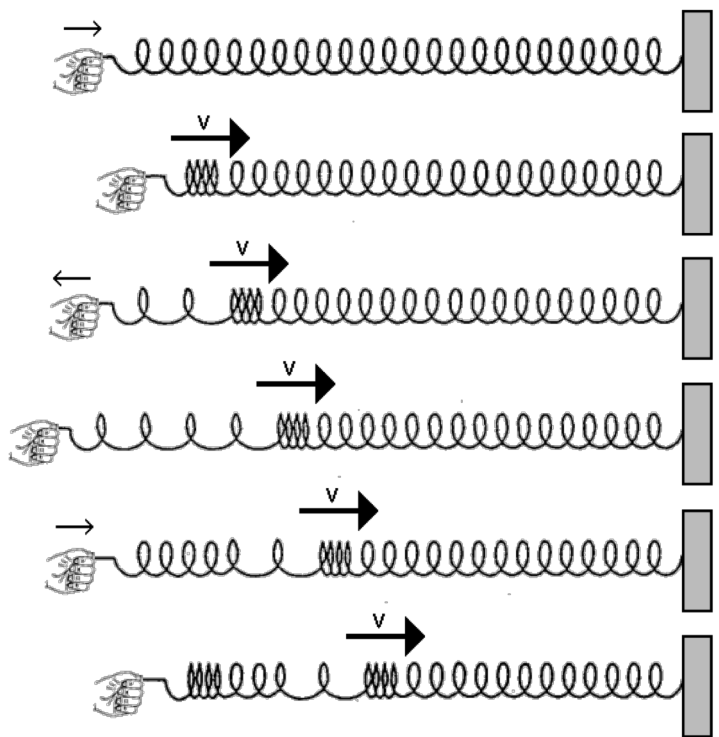
Akusztikai alapfogalmak, definíciók

- Rezgés = az a folyamat, melynek állapotai időközönként ismétlődnek.
 - mechanikai rezgés = oszcilláló térbeli mozgás egy egyensúlyi állapot körül.
- Hullám = (közegben) terjedő rezgés
 - **Longitudinális: a rezgés iránya a terjedés irányával megegyező.**
 - Transzverzális: a rezgés iránya a terjedés irányára merőleges. pl.: 

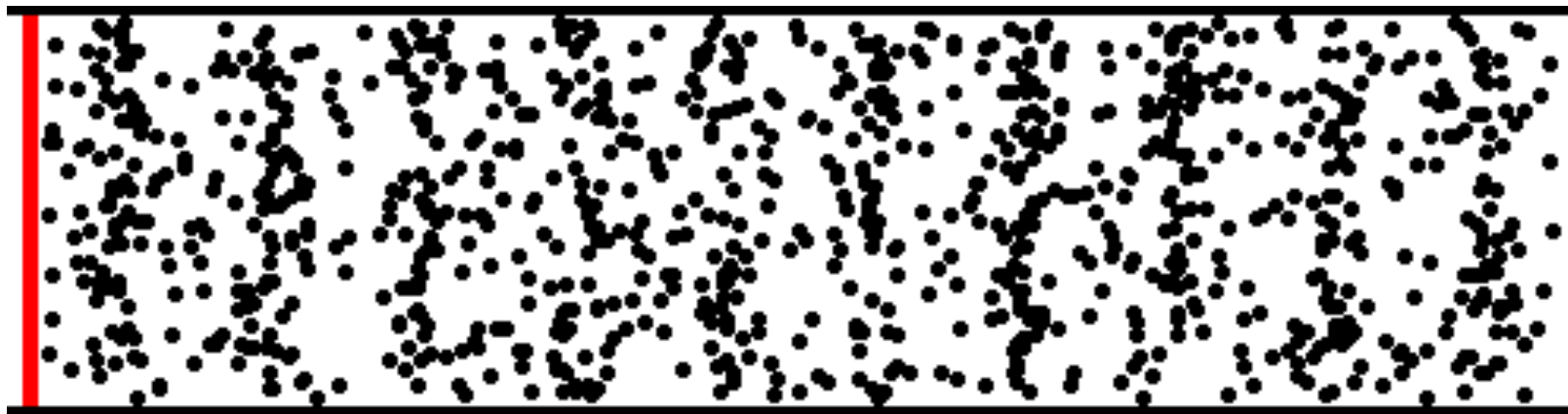
Hang

- Fizikai kategorizáció
 - Hullám, tehát egy mechanikai rezgés terjedése
 - a terjedés iránya megegyezik a rezgés irányával, tehát longitudinális
 - Valamely rugalmas közeg (a beszéd esetében leggyakrabban a levegő) részecskéinek a saját egyensúlyi helyzetük körüli ingadozása (rezgése), és ennek a rezgésnek a terjedése
- Élettani meghatározás
 - Hang az, amit hallunk
 - **az az érzet, amelyet a nyomásingadozás kelt a hallószervben**
 - prototipikusan a levegő nyomásingadozása

Longitudinális hullám

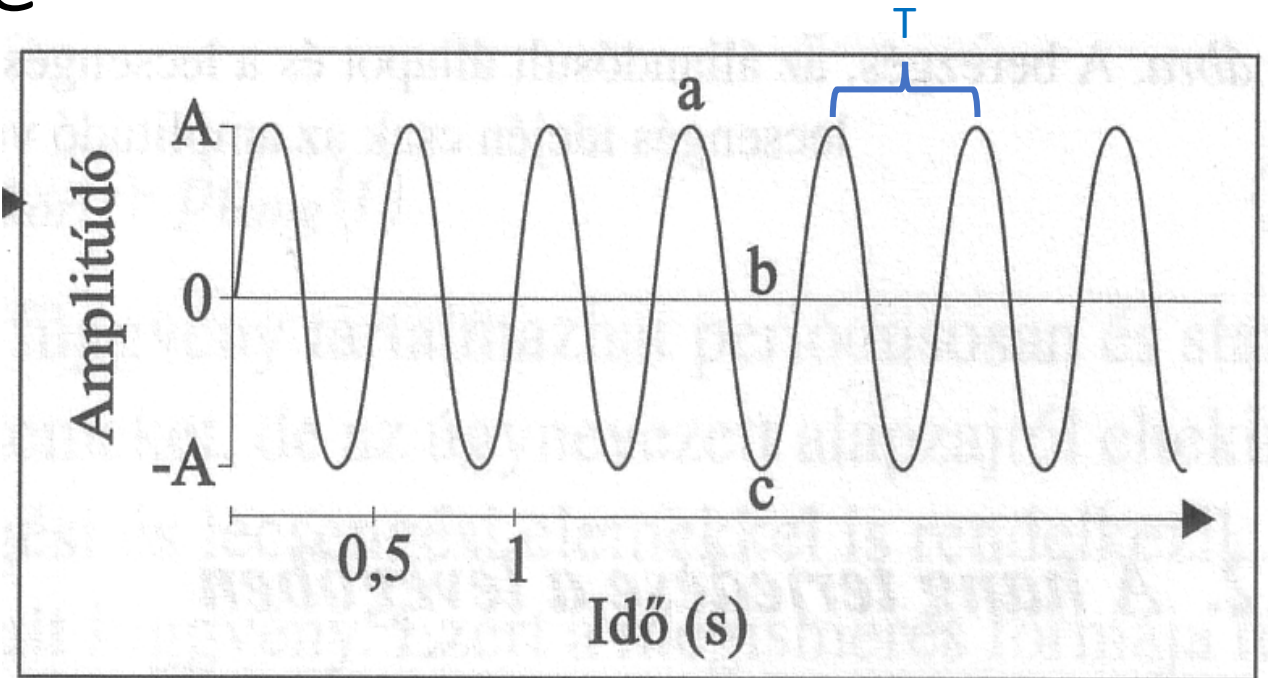


- **A hullám terjedési iránya megegyezik a rezgésiránnyal**, sűrűsödési és ritkulási helyek követik egymást.
- A hullámmozgást végző részecskék mozgását a szomszédságukban levő részecskék által kifejtett erő okozza. A részecskék a mozgás során csak rezgésbe jönnek, egyensúlyi helyüket nem változtatják meg.
- Mindenféle halmazállapotú közegben létrejöhethet, és nem terjedhet közeg nélkül.



A rezgések jellemzése

- **Amplitúdó:** a nyugalmi helyzettől számított kitérések nagysága -> a hang esetében a nyomásingadozás
- **Periódusidő:** egymást követő azonos állapotok között eltelt idő (T)
- **Frekvencia:** a periódusok időegység alatti gyakorisága $f=1/T$



FONTOS: ezek az ábrák vizuálisan hasonlítanak a transzverzális hullámok illusztrációira, de nincs köztük hozzájuk: ilyen módon mind transzverzálisan, mind longitudinálisan terjedő rezgések ábrázolhatók, hiszen az itt merőleges tengelyek nem térben egymásra merőleges irányok (az x tengelyen az idő látható).

Hullámok jellemzése +

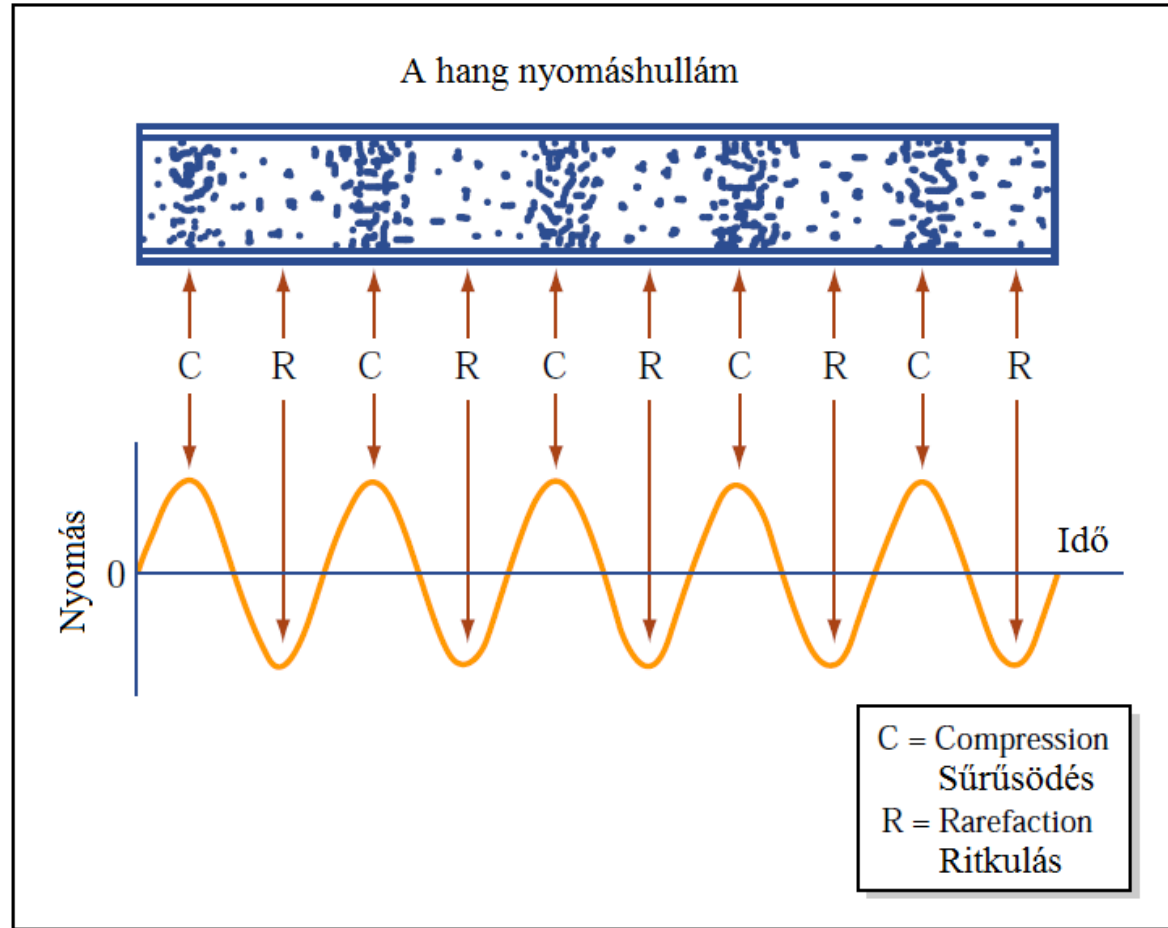
- minden olyan tulajdonság, ami a rezgést jellemzi
- **+ terjedési sebesség**
 - a hang esetében levegőben ez kb. 340m/s, de függ a hőmérséklettől, a levegő sűrűségétől

A beszéd mint longitudinális hullám

- Zöngképzés esetén
 - A levegő kis adagokban tud átjutni a glottiszra, így a glottisz feletti levegőoszlopban sűrűsödések és ritkulások váltakoznak – és mivel a zöngképzés fázisai szabályos időközönként követik egymást, így ezek a **sűrűsödések és ritkulások kváziperiodikusan** következnek egymásra
- Turbulens forrás esetén
 - szintén **sűrűsödések és ritkulások** jelennek meg, azonban ez esetben nem periodikus az állapotváltozás
- A hanghullám lényegében a **levegő nyomásingadozása**



Tiszta hang (periodikus nyomásingadozás)



Egyszerű vs. összetett rezgések

- **Periodikus rezgések fajtái**

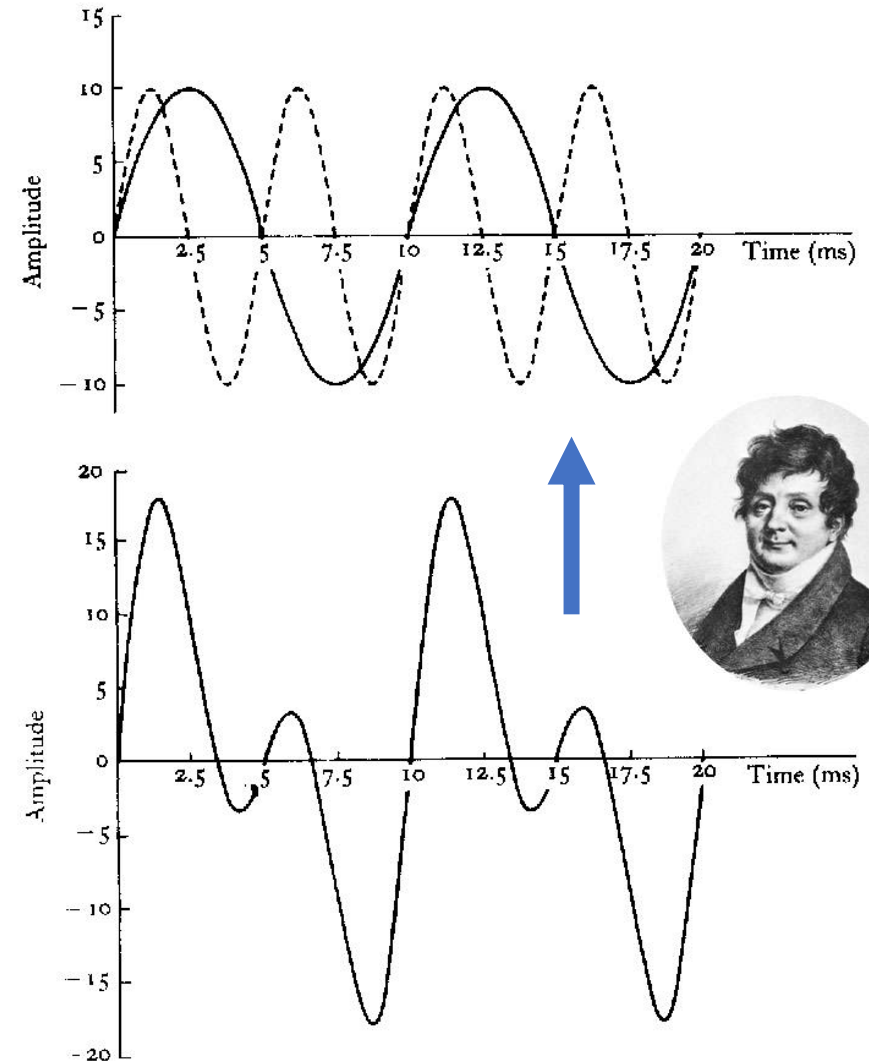
- Egyszerű rezgés: egyetlen (valamilyen frekvenciájú) szinuszhullámmal leírható
- Összetett rezgés: komplex rezgés, mely több, egymástól eltérő frekvenciájú harmonikusra bontható le
 - ezek a zenei hangok
 - Az összetett hang összetevőkre bontása a **Fourier-transzformációval** történik
 - tehát a Fourier-transzformáció során **frekvenciaösszetevőkre** bontjuk az összetett hangokat



Periodikus összetett rezgések felépítése

A periodikus összetett rezgések (ún. zenei hangok):

- összetevői szinuszrezgések,
- a legkisebb frekvenciájú összetevő az alapfrekvencia (vagy alapharmonikus), jele f_0 ,
- a többi összetevő felhang (vagy felharmonikus), jelük f_1 , f_2 stb.
- A felhangok frekvenciája az alapfrekvencia egész számú többszöröse
- **DE: A Fourier-transzformáció aperiodikus (vagy kváziperiodikus) jelekre is alkalmazható**



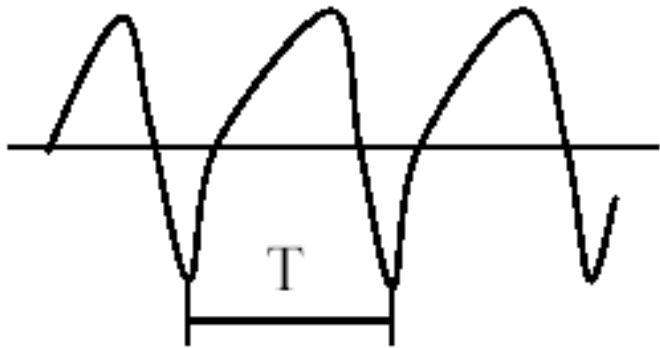
A zöngé hullámtani kategorizációja

- Kváziperiodikus hang
 - a periódusok amplitúdója és hossza ingadozik, nem teljesen szabályos a periodicitás
- Összetett hang
 - szinuszos összetevőkre lebontható
 - mivel csak kváziperiodikus (nem zenei hang) ezek az összetevők nem mind egész számú többszörösei az alapfrekvenciának

Ábrázolási lehetőségek

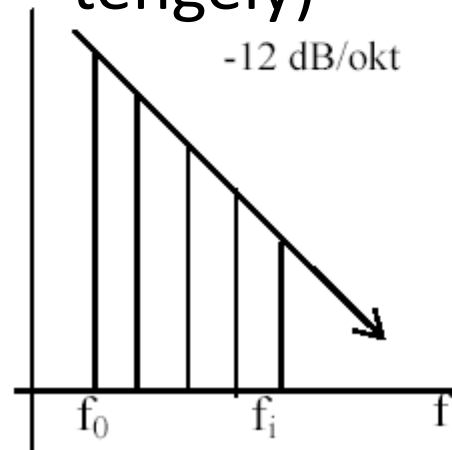
Hangnyomás-idő függvény (oszcillogram)

- A hangnyomás értékeinek (x-tengely) változása az idő függvényében (y tengely)



Spektrum

- Egy adott időpillanatban a különböző frekvencia-komponensek (x tengely) intenzitásának mértéke (y-tengely)



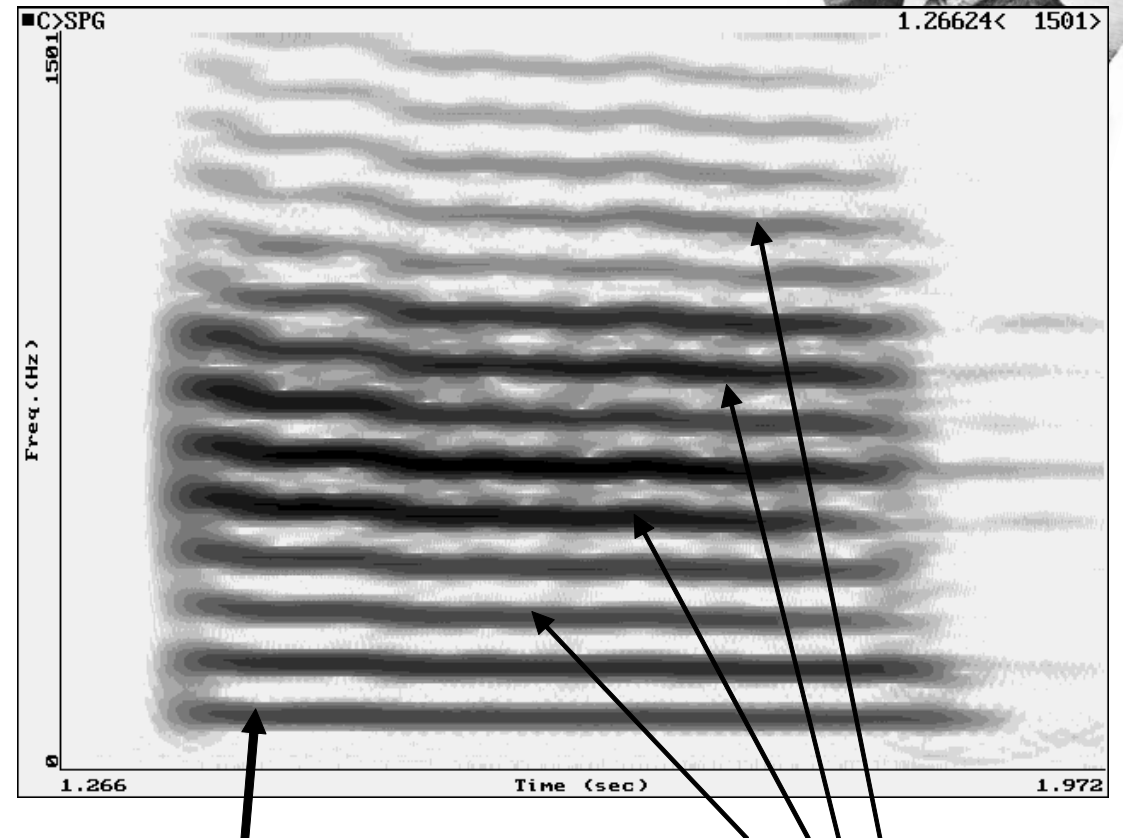
Ábrázolási lehetőségek: spektrogram

- A spektrumon megjelenő információk időben való változása (a spektrum csak egy időpillanatot rögzít)
- A frekvenciaösszetevők intenzitását a szín, ill. a képpontok sűrűsége jelzi

Idő



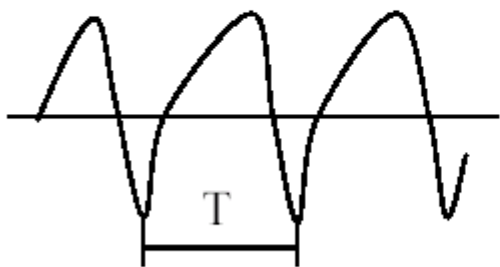
Frekvencia



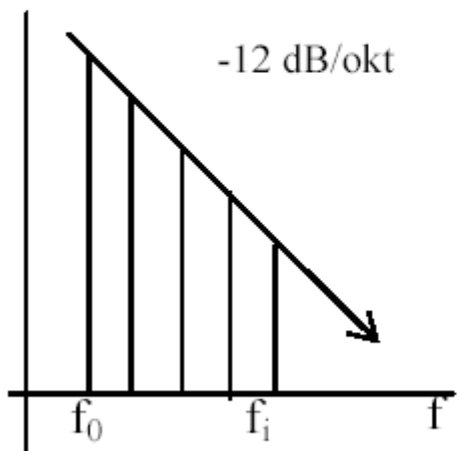
ALAPHANG

FELHARMONIKUSOK

a zöng hangnyomás-idő függvénye



a zöng spektruma

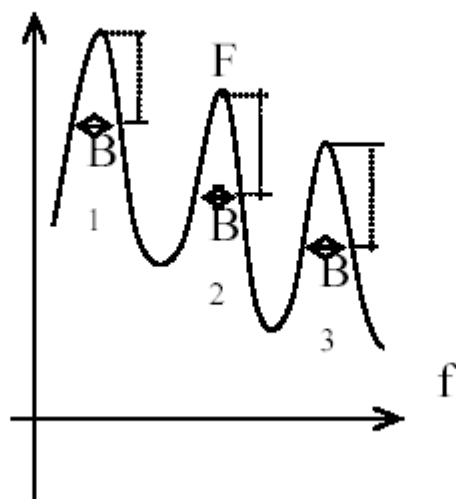


FORRÁS

**Hangképző
üreges =
rezonátorrendszer**

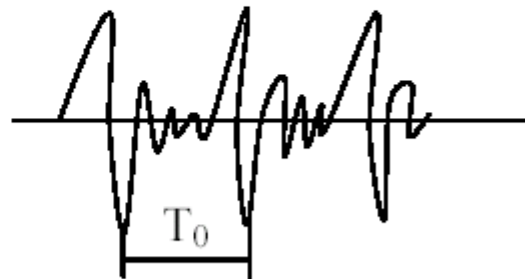


hangképző üreges
rezonanciafrekvenciái

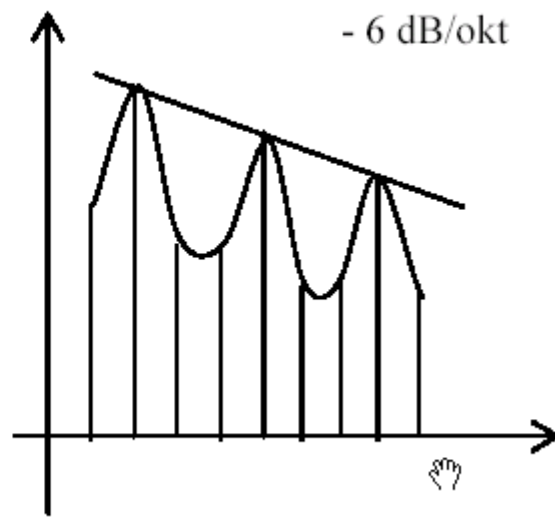


SZŰRŐ

a magánhangzó
hangnyomás-idő
függvénye



a magánhangzó spektruma



KIMENETI JEL

A forrás-szűrő modell akusztikai vetülete

- Zöngé
 - a hangszalagrésben (glottisz) keletkezett jel
 - kváziperiodikus, de főként az alapfrekvencia felharmonikusainak magas az intenzitása
- Beszédjel
 - A szupraglottális üregrendszer aktuális (az artikulátorok pozíciójától függő) sajátfrekvenciáin megnő a beszédjel intenzitása
 - ezek a megnövekedett intenzitású frekvenciák az úgynevezett formánsfrekvenciák
- + aperiodikus összetevők jelen(het)nek meg az üregrendszer szűkületei következtében