



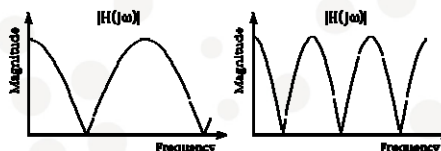
Musikkeffekter

- Byggeblokker - tidsinvariante filtre:
 - Kamfilter
 - Allpassfilter
- Effekter fra tidsvariante filtre:
 - Flanging
 - Phasing
 - Chorus
- Tidsinvariant filtrering:
 - Romklang (Reverberasjon)
- Lydeksempler fra <http://www.harmony-central.com/Effects/effects-explained.html>

Kamfilter

- FIR: $y[n] = x[n] + x[n-D]$
- Lavpass: $D =$ noen få samples
- Kamfilter: $D = [0.1, \dots, 10]$ ms

- Eks: $D = 0.25$ ms \Leftrightarrow 12 samples ved $f_s = 48$ kHz
 - Svarer til addisjon ved $1/0.25 = 4$ kHz (360°) og subtraksjon ved 2 kHz (180°)
 - Topper ved 4, 8, 12, ... kHz
 - Nuller: 2, 6, 10, ... kHz

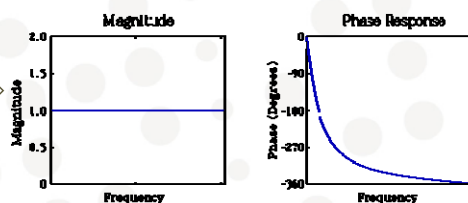


- Også IIR kamfiltre



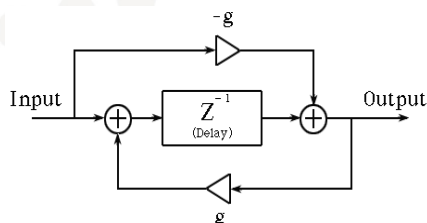
Allpass filter

- Alle frekvenser passerer uhindret i amplitude
- Frekvensavhengig faseskift \Leftrightarrow frekvensavhengig forsinkelse (dispersjon)



- Eks IIR allpass:

$$y[n] = -gx[n] + x[n-D] + gy[n-D]$$

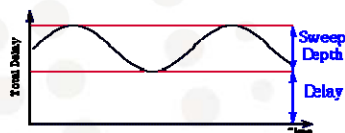
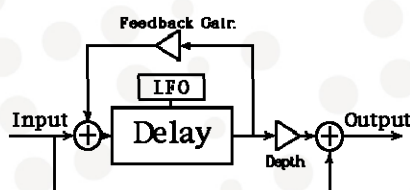


Effekt av forsinkelse på lyd

- Korte forsinkelser: 0.1 til 10 ms - Kamfiltre
- Middels forsinkelse: 10 til 50 ms - Skaper "volum", eks 40 ms
- Lang forsinkelse: over 50 ms - Diskrete ekko
- Variable forsinkelser - ikke lenger tids-invariant system -
 - Flanging
 - Phasing
 - Chorus

Flanging

- To analoge båndopptakere med samme signal, hånden på kanten av spolen (flange) for å lage variabel forsinkelse
- Sveipet kamfilter
- D varierer med lavfrekvens oscillator (LFO) - eks sinus eller trekant, typ. 0.1 - 20 Hz
- Nullpunkter sveiper opp og ned i spektret



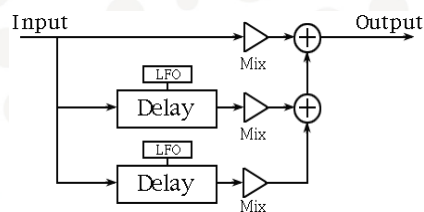
Phasing

- Signalet sendes inn på flere allpassfiltre i parallell
- Lavfrekvens oscillator sveiper faseskiftet fra hvert filter
- Utgangene summeres
- Ligner flanging, men skaper ikke komplette nullpunkt i spektret, bare demping
- Gir inntrykk av at tonen skifter opp og ned



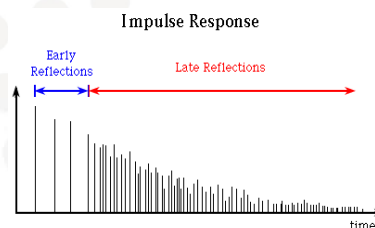
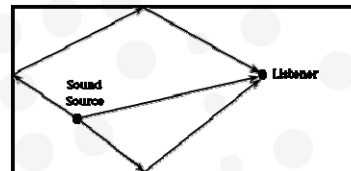
Chorus

- Flere instrumenter fra ett
- Forsinke og legge sammen
- La forsinkelsen variere med tid over et lite område; gir inntrykk av små variable forsinkelser
- Sette sammen flere flangere eller allpassfiltre (D større enn ved flanging)
- Stereoeffekt ved å ha 90° faseskift mellom kanalene



Romklang (reverberasjon)

- Naturlig effekt i store rom: direkte lyd summeres med reflektert lyd
- Reflektert lyd er forsinket, dempet og lavpassfiltrert
- Et filter som har en impulsrespons som ligner et rom
- Rekursive kamfiltre og allpassfiltre



Lineære tidsinvariante filtre

- LTI filtre er basis for Fourieranalyse
- Tidsvarierende filtre brukes ofte i lydeffekter
- Kan likevel bruke Fourieranalyse da en kan regne kort-tids tidsinvarians
- Eks flanging varierer over maks 20 Hz, dvs innenfor $\ll 1/20$ s kan en regne tidsinvarians
- Ikke-linearitet brukes f.eks. i gitareffekter
- Kan ikke karakterisere et slikt system ved Fouriertransform