

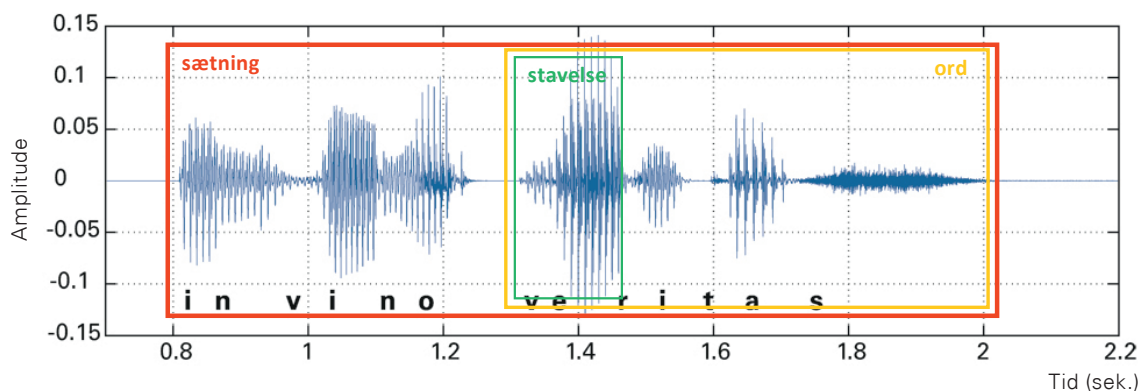
ChannelFree™, Bernafon teknologi

Det er en enorm udfordring at yde forstærkning, der i tilstrækkelig grad kan kompensere for et høretab. Intet høreapparat kan fuldt ud erstatte tabet. Bernafons ChannelFree™ signalbehandling er en ny tilgang til bedre kompensation for cochlært høretab. Det er et radikalt skridt videre fra fortidens signalbehandling.

Hvad er ChannelFree™ signalbehandling? Først og fremmest er det en enestående kerne-teknologi fra Bernafon baseret på patenterede signalbehandlingsmetoder. Den grundlæggende funktion i ChannelFree™ signalbehandling er, at den konstant tilpasser høreapparatets gain til at forstærke de enkelte fonemer individuelt uden at dele signalet op i bestemte kanaler eller bånd. Før vi ser nærmere på ChannelFree™ signalbehandling, er det relevant at behandle det vigtigste signal – tale. Hvad kendetegner talesignalet, og hvordan kan vi udvikle et signalbehandlingssystem, der udnytter disse kendetegn maksimalt?

Kendetegn ved tale

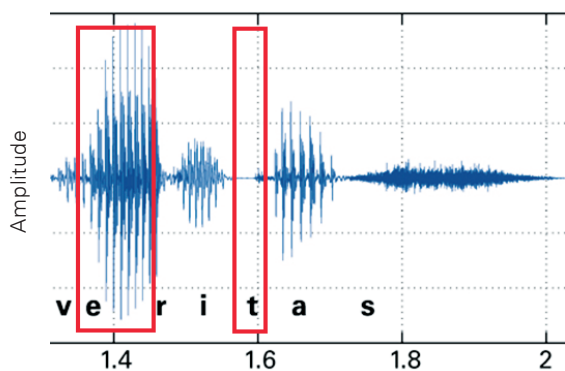
Hvis vi analyserer talesignalet, kan vi bryde det op i forskellige tidssegmenter.



Figur 1: Taleelementer

Lad os begynde med **sætninger**, som er den længste enhed i tale. Sætninger varer i gennemsnit to sekunder. Det er vigtigt at bemærke, at intensiteten eller det gennemsnitlige niveau fra sætning til sætning er næsten konstant. Med undtagelse af ekstremt dynamiske talere, er der hos de fleste kun lidt variation mellem sætninger.

Hvad angår den næstmindste temporale taleenhed – **ord** – ser vi ca. tre ord i sekundet. Også for ord er niveauet nærmest konstant fra ét ord til det næste.



Figur 2: Niveauforskelle mellem fonemerne "e" og "t".

Selv når vi ser på **stavelser** (ca. fem stavelser i sekundet), ser vi kun små variationer i niveauet mellem de enkelte stavelser. Det skyldes, at alle stavelser indeholder mindst én vokal. Vokaler eller vokaliserede lyde har et relativt konstant niveau, fordi de opstår samme sted – stemmelæberne.

Billedet ændrer sig først, når vi kommer til det mindste taleelement – fonemet (gennemsnitligt ti **fonemer** i sekundet). Fonemer er tydeligt heterogene i intensitet. Fonemer består af både stemte og ustemte lyde, og derfor er der store niveuændringer imellem de enkelte fonemer. Sammenlign for eksempel vokalen "e" og konsonanten "t" i Figur 2.

Hvorfor er alt dette vigtigt?

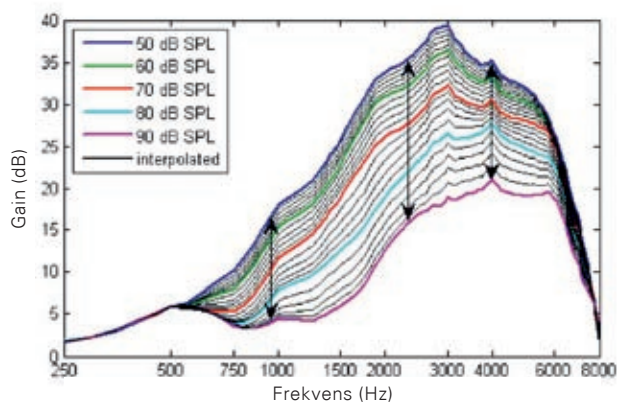
Først og fremmest fordi fonemer påvirkes kraftigt af hørenedsættelse, da de varierer i intensitet. Blødere fonemer vil ofte ikke længere være hørbare. Selv når de er hørbare, forvrænges forskellen mellem stærke og bløde fonemer ekstremt af cochlært høretab. Fonemer er ofte medvirkende til at skabe forvirring i forhold til taleforståeligheden, særligt for hørehæmmede, når høreapparatets tilpasning af forstærkning er for langsom.

Temporal opløsning

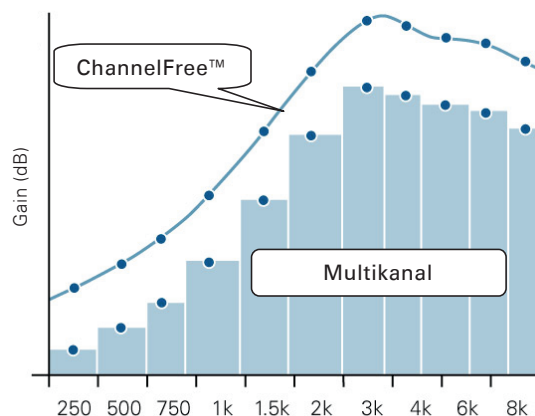
Moderne høreapparater giver komprimerende forstærkning, hvilket vil sige, at de tilfører mere gain til blødere lyde end til stærke lyde. Det kompenserer for tabet af ydre hårceller i cochlea. Sunde ydre hårceller yder en meget hurtig (~200 μ sek time constants) "naturlig" komprimerende forstærkning. Man kan sige, at et høretab virker som en ekstremt hurtig ekspander. For at kompensere kræves der ekstremt hurtig kompression fra høreapparatet.

I modsætning til forstærkningen i andre høreapparater giver ChannelFree™ signalbehandling meget hurtig fonemisk kompression. Rent faktisk analyserer og tilpasser ChannelFree™ signalbehandling gain **20.000 gange i sekundet**. Det betyder, at hvert fonem analyseres og tilpasses i gennemsnit 2000 gange i sekundet. Resultatet er, at hvert fonem får den nødvendige forstærkning, og bløde ustemte konsonanter får mere gain end stærke vokaler. På den måde fungerer ChannelFree™ i højere grad som en sund cochlea.

Evnen til at opløse tidsrelaterede variationer, såsom fonemer, kalder vi for **temporal opløsning**. ChannelFree™ signalbehandling har den højeste temporale opløsning af alle høreapparater og forstærker de mindste taleelementer korrekt.



Figur 3: Uafhængig justering af kompression over frekvenser.

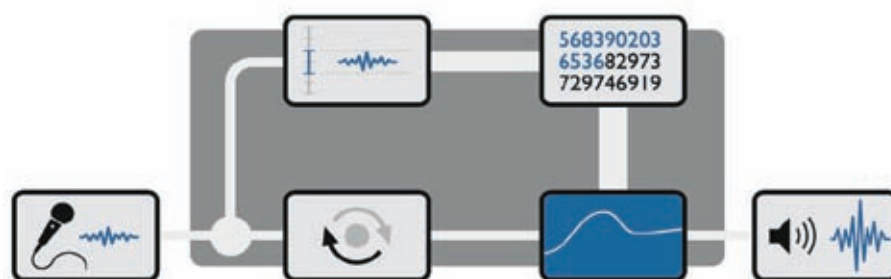


Figur 4: Sammenligning af frekvensopløsning i ChannelFree™ vs. multikanal-signalbehandling.

Frekvensopløsning

Hvis man skal kompensere for et høretab, kræver det naturligvis, at man kan tilpasse forstærkningen pr. frekvens (derfor har man udviklet multikanalsystemer). ChannelFree™ signalbehandling virker fuldstændig forskelligt fra de tidlige kompressionssystemer med én kanal, som gav konstant kompression i alle frekvenser. ChannelFree™ signalbehandling giver mulighed for at tilpasse forstærkningen uafhængigt i alle frekvenser. I Bernafons tilpasningssoftware Oasis kan gain og kompression justeres i alle audiometriske standardfrekvenser, så man kan skræddersy forstærkningen til høretabet. Der er også en anden vigtig forskel fra multikanalsystemer. I et kanalbaseret system kan gain indstilles for hver kanal, men inden for den kanal er gain konstant. Dette kan medføre en "trappetrins-effekt" i frekvensresponsen, især hvis behovet for gain ændres betydeligt over frekvensområdet. ChannelFree™ signalbehandling interpolerer derimod jævnt over frekvensområdet og giver derved en lydoplevelse af højeste kvalitet.

Hvordan virker det?



Figur 5: Funktionelt blokdigram over ChannelFree™ signalbehandling.

ChannelFree™ signalbehandling består af fire vigtige blokke (se Figur 5). Det er vigtigt at bemærke, at der er to parallelle baner. Den ene bane er til signalet og den anden er til analyse og kontrol af signalet. Metoden med parallel behandling giver en meget hurtig gennemførelsestid og minimal signalfor-sinkelse.

Den første blok i analysebanen er **Måling af Niveau**. Denne blok måler konstant det øjeblikkelige lydtryk (SPL – sound pressure level). Informationen sendes videre til Filter Kontrol-blokken.

Filter Kontrol-blokken har ansvaret for at definere, hvor meget gain der skal tilføres til et specifikt inputniveau/frekvenspunkt. Den fastlægger et gain-skema over alle inputniveauer og frekvenser. Forstærkningskarakteristikken tilpasses af høreapparatspecialisten i Bernafons Oasis software.

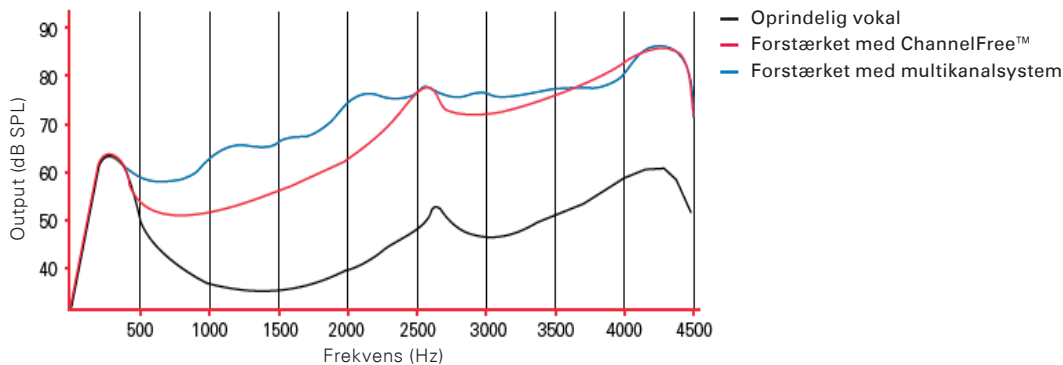
I signalbanen er der et **Kontrolfilter**. Input-intensiteten (fastsat i Måling af Niveau-blokken) vælger en frekvens-gain kurve (som defineret i Filter Kontrol-blokken), som anvendes på signalet i Kontrolfilter-blokken. Det er ikke nødvendigt at dele signalet ind i kanaler, da det sker øjeblikkeligt. Hele processen gentages 20.000 gange i sekundet.

Fordi signalbehandlingen foregår så hurtigt, er det vigtigt, at analyse- og signalbanerne er synkroniseret. Det sørger Synkroniseringsblokken for ved at ligestille signalet og forstærkningen tidsmæssigt. På den måde tilføres den korrekte forstærkning på nøjagtig det rigtige tidspunkt.

Fastholdelse af spektral kontrast

Som vi har set, er det vigtigt at reducere temporal kontrast (det vil sige ændringerne i intensitet fra et øjeblik til et andet) i signalet, fordi kontrasten er ekstrem for hørehæmmede. Det skyldes tabet af ydre hårceller. Nøglen til vellykkede tilpasninger er at forstærke bløde lyde uden at overforstærke kraftige lyde.

Samtidig skal frekvenskontrasten eller den spektrale kontrast opretholdes, da et cochlært høretab også mindsker den spektrale kontrast (eller frekvensselektiviteten). Multikanalsystemer kan kun mindske spektral kontrast. ChannelFree™ signalbehandling er enestående, idet den spektrale kontrast aldrig formindskes. Resultatet er klar og tydelig naturlig lyd med maksimal taleforståelighed.



Figur 6: Et multikanalsystem kan resultere i spektral udjævning (blå linie). ChannelFree™ opretholder spektrale kontraster i det oprindelige signal (rød linie)

Konklusion

Høretab er et komplekst og svært problem. ChannelFree™ signalbehandling er en helt ny og anderledes tilgang til at kompensere for et høretab. Den giver:

- Fonemisk kompression, som forstærker de blødeste taleelementer uden at overforstærke kraftige lyde
- Fleksibiliteten i at kunne indstille forstærkningen ved alle frekvenser og derved skræddersy tilpasningen til det enkelte høretab
- Ingen udjævning af den spektrale kontrast, så mest mulig brugbar information sendes til det berørte øre.

Resultatet er klar og tydelig naturlig lyd uden kompromiser. Intet multikanalsystem kan gøre det – kun ChannelFree™. ChannelFree™ systemer fås kun hos Bernafon.

Hovedkontor

Switzerland

Bernafon AG
Morgenstrasse 131
3018 Bern
Phone +41 31 998 15 15
Fax +41 31 998 15 90
www.bernafon.com

Danmark

Bernafon
Kongebakken 9
2765 Smørum
Tlf +45 7022 7218
Fax +45 3927 7900
www.bernafon.dk

SWISS 
Engineering

Bernafon Companies

Australia • Canada • Denmark • Finland • France • Germany • Italy • Japan • Netherlands • New Zealand • Poland • Sweden • Switzerland • UK • USA