

PRACHTIGE  
**Concert-Phonograaf.**  
Slechts 5 gulden.



**Ongekend luid spelend**

Prima Kunstrollen per stuk 50 cts.  
Als nieuw bespeelde oude rollen  
per stuk 30 cts.

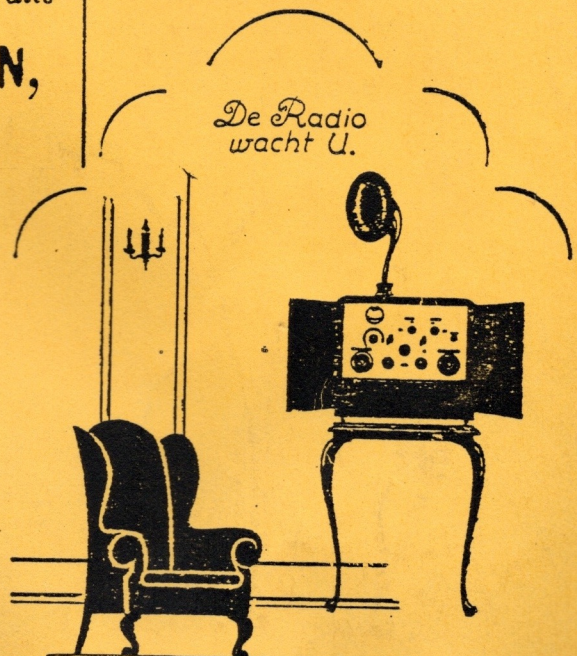
*Geïllustreerde Prijscourant gratis  
en franco.*

**A. PIETSCHMANN,**  
**Berlin S 14.**

N O S  
Opleidingen

Samenstelling  
en  
Bewerking

Piet Temme



**NEDERLANDSCHE SEINTOESTELLEN FABRIEK, HILVERSUM.**

**T P P**

## I N H O U D

Inleiding:		Wat is TPP ?
Hoofdstuk	I	De luisteraar
Hoofdstuk	II	Functie van het gesproken woord bij radio-overdracht
		Analyse
		Luidheid
		Verstaanbaarheid
		Technische hulpmiddelen
Hoofdstuk	III	Dynamiek
Hoofdstuk	IV	Balans tussen spraak en muziek
Hoofdstuk	V	Invloed van af luistersterkte en af luisterruimte
Hoofdstuk	VI	Begrenzer en compressor
Definities		

De radio wordt niet alleen gebruikt, maar wordt ook gebruikt voor andere doeleinden.

Er zijn wat verschillen in de manier waarop de radio wordt gebruikt, maar de essentie is dezelfde.

Uit een onderzoek van een paar jaar geleden is gebleken, dat 95 % van de radioluisteraars het luisteren combineert met een andere bezigheid.

Met andere woorden, zelfs afnemen, het bedienen van een machine en ga zo maar door.

Dat houdt natuurlijk in, dat er dan niet meer met onverdeelde aandacht wordt geluisterd.

De hoofdbezigheid wordt bevestigd af en toe even onderbroken om naar twee minuten stuur te luisteren of naar iets anders, dat de onverdeelde aandacht van de luisteraar kan veroveren.

Uit een ander onderzoek is gebleken, dat radioprogramma's nog maar hoogst zelden worden opgevoerd in overvolde.

Als je er zin in hebt, zet je de radio aan.

Je wacht daarmee naar zelden tot een bepaald programma begint.

Dese veranderde luistergewoonte houdt in, dat de luisteraar ook kritischer is geworden wat betreft de kwaliteit van het gesproken woord, de balans en de dynamiek.

De radioluisteraar gedraagt zich nu minder gemakkelijk: hij wil alles eerder kunnen verstaan wat er gezegd of zongen wordt, maar hij wil niet overvallen worden door plotseling geluidseffecten.

## INLEIDING

Technische Programma Presentatie (TPP) houdt zich bezig met problemen, die bestaan zolang er "radio wordt gemaakt".

Deze problemen hebben voornamelijk betrekking op de luidheidsbalans, de dynamiek en de verstaanbaarheid.

Dat deze problemen nog steeds bestaan, blijkt wel uit de nog altijd binnenkomende klachten van luisteraars.

In dit boek wordt getracht inzicht te verschaffen in de technische mogelijkheden, die ons ten dienste staan om deze klachten tot een minimum te beperken.

Een volledige oplossing blijkt niet mogelijk, gezien de grote verscheidenheid in luisteromstandigheden en luisterinteresse.

Een ideale zender-uitsturing, die alle luisteraars tevreden stelt, blijkt eenzijdig aan de kant van de zender niet te verwezenlijken; er zal ook aan de luisteraars voorlichting gegeven moeten worden.

De uitsturing van de zender blijft een compromis tussen de wensen van de luisteraar en de technische mogelijkheden.

Tevens zal blijken, dat er veel inzicht en vooral ervaring nodig is om in bepaalde gevallen tot een optimale uitsturing te komen.

## H O O F D S T U K I De luisteraar en de luister- gewoonten Hoe ontstaan de klachten

In het tijdperk, waarin de radio nog niet zo'n grote concurrentie van de TV en de grammofoonplaat had, schaarde het gezin zich regelmatig rond de "luidspreker" wanneer de radio een bonte avond of een hoorspel uitzond, al liet de kwaliteit van het geluid voor onze hedendaagse begrippen veel te wensen over.

De meer serieuze programma's als kerkdiensten, concerten en lezingen werden toen, en worden ook nu nog, door een kleiner publiek gevolgd, aandachtig van begin tot eind.

We hadden te maken met programma-luisteraars, die bewust kozen wat ze wilden horen, en die daarnaar dan ook aandachtig luisterden.

De luistergewoonte heeft in de afgelopen 20 jaar een grote verandering ondergaan.

De programma-luisteraars zijn in aantal teruggelopen, en grotendeels vervangen door radio-luisteraars; mensen, die als hoofddoel met iets anders bezig zijn en daarbij de radio aanzetten: òf om de stilte te verdrijven, òf om op die manier wat informatie mee te pikken.

"Zet de radio es an", is de kreet; er wordt niet meer bewust voor een programma gekozen, maar voor de radio.

De radio wordt als radio gebruikt, zeggen de onderzoekers.

Er zijn wat cijfers, die de stelling dat het aantal toevallige radioluisteraars in de meerderheid is, ondersteunen.

Uit een onderzoek van een paar jaar geleden is gebleken, dat 95 % van de radioluisteraars het luisteren combineert met een andere bezigheid.

Met autorijden, stof afnemen, het bedienen van een machine en ga zo maar door.

Dat houdt natuurlijk in, dat er dan niet meer met onverdeelde aandacht wordt geluisterd.

De hoofdbezigheid wordt hooguit af en toe even onderbroken om naar twee minuten nieuws te luisteren of naar iets anders, dat de onverdeelde aandacht van de luisteraar kan veroveren.

Uit een ander onderzoek is gebleken, dat radioprogramma's nog maar hoogst zelden worden opgezocht in omroepbladen.

Als je er zin in hebt, zet je de radio aan.

Je wacht daarmee maar zelden tot een bepaald programma begint.

Deze veranderde luistergewoonte houdt in, dat de luisteraar ook kritischer is geworden wat betreft de verstaanbaarheid van het gesproken woord, de balans en de dynamiek.

De radioluisteraar gedraagt zich min of meer gemakzuchtig: hij wil alles zonder moeite kunnen verstaan wat er gezegd of gezongen wordt, maar hij wil niet overvallen worden door plotseling gegil of andere geluidsexplosies.

Het zijn vooral de mensen, die met iets bezig zijn en daarbij gewoon "de radio aan hebben staan" (eerder de radio-luisteraars genoemd), die last hebben van grote verschillen tussen hard en zacht. Die niet van hun stoel willen opstaan om de muziek zachter te zetten, om dan even later weer van hun plaats te moeten als de spreker opnieuw het woord neemt.

Op die "gemakzucht" werd ingespeeld door de non-stop lichte platen programma's (Arbeidsvitaminen, AVRO) en later door de eerste zeezender Veronica, die een gecompliceerd signaal aanbood: kleine dynamiek in de platen, weinig verschil in het niveau van de muziek en dat van de stem van de DJ, één stroom van geluid door een klein gaatje geperst, prima geschikt voor achtergrondgeluid; zet je de radio harder, dan wordt alles harder, en omgekeerd blijft er een constant achtergrondgeluid hoorbaar.

Wie naar een concert luistert, wil ook de daarbij behorende dynamiek ervaren.

Deze programma-luisteraars wijden gewoonlijk een groter deel van hun aandacht aan de uitzending; uit reacties blijkt, dat zij meestal ook op een luider niveau luisteren. De radiomaker kan hierbij dan ook genuanceerder te werk gaan.

De begrijpelijke wens om de luisteraar te geven wat hij wil, heeft geleid tot het systeem van de zenderkleuring. Dit systeem komt enigszins tegemoet aan de TPP:

Op Hilversum I kan men lichte muziek en dito informatie verwachten;

Hilversum II is meer gericht op informatie en educatie (de praatzender);

Op Hilversum III moet de liefhebber van Pop(ulaire)-muziek en de daarop van toepassing zijnde informatie zijn weg vinden;

Hilversum IV hoopt de meer klassiek ingestelde luisteraar te binden.

Hilversum I en III zullen meer door de "radio-luisteraar" worden beluisterd, terwijl Hilversum II en IV een groter aantal "programma-luisteraars zullen aantrekken.

We kunnen de radio-luisteraars natuurlijk niet alleen maar gemakzucht toeschrijven. Het blijft voor de radio-maker mogelijk om de luisteraar aan de luidspreker te binden met interessante informatie. Vooral als er belangrijk nieuws te melden is zal de toevallige luisteraar de oren spitsen. Er zijn programmamakers, die een groot publiek zo weten te binden, dat dit wekelijks op hun programma afstemt, zelfs als dit programma niet overeenkomt met de eisen van de zenderkleuring: "Z.I." op Hilversum I, en André van Duijn met de "Dik voor mekaar show" op Hilversum III.

De persoonlijke smaak van de luisteraar kan soms ook tot klachten leiden. Wat hij niet mooi vindt, klinkt altijd te hard. Als het gesproken woord hem interesseert, maar hij heeft een hekel aan de soort muziek die daarna wordt gedraaid, zal hij naar de radio lopen om die zachter te zetten of om een ander station op te zoeken. En als hij de muziek mooi heeft gevonden en daarom de radio hard heeft gezet, wordt hij daarna overvallen door een meer

dan levensgrote stem, die hem ook weer naar het toestel doet snellen.

We moeten ervan uit gaan, dat een luisteraar menselijke stemmen wil horen op een gewone menselijke sterkte. Daar is zijn gehoor op afgestemd.

Een bijzonder probleem voor de luisteraar in het algemeen vormt het stoorniveau van omgevingslawaai: verkeersherrie, de stofzuiger enz. Helemaal stil is het zo goed als nergens. De radio moet het stoorniveau overstemmen, programma's met een grote dynamiek geven hierbij problemen.

Lawaai dat niet constant is, geeft nog meer problemen, waar we als radiomaker weinig meer aan kunnen doen.

Zodra de stofzuiger wordt uitgezet, of we stoppen met de auto voor een stoplicht, dan schalt de radio door de ruimte; de luisteraar zal dan aan de knop moeten draaien.

Ook een verkeerde luistergewoonte kan klachten tot gevolg hebben.

Bijvoorbeeld een verkeerd ingestelde toonregeling, verkeerd opgestelde luidsprekerboxen mooi weggewerkt achter de gordijnen, liefst ook nog op de vloer geplaatst, enz.

Daar kunnen wij alleen iets aan veranderen door voorlichting te geven aan "onze consument". Zie ook het boekje "De kunst van het luisteren".

#### SAMENVATTING

Klachten van luisteraars kunnen ontstaan door:

##### 1. Aan de ontvangzijde:

- a. een verkeerde luistergewoonte (toonregeling, af-luistersterkte, opstelling apparatuur)
- b. slechte luisteromstandigheden (achtergrondlawaai, randgebied van de zender)

##### 2. Aan de zenzijde:

- a. gesproken woord met slechte verstaanbaarheid, van de spreker zelf of t.g.v. slechte akoestiek, veel achtergrondlawaai enz.
- b. slechte balans in een programma (onbalans bij een discussie, of in de verhouding muziek - gesproken woord)
- c. te grote dynamiek

In de volgende hoofdstukken blijkt, dat bij een goed toegepaste TPP aan veel van bovenstaande klachten tegemoet gekomen kan worden.

H O O F D S T U K    II    Functie van het gesproken woord  
 bij radio-overdracht  
 Analyse  
 Luidheid  
 Verstaanbaarheid  
 Technische hulpmiddelen

Algemeen: Dit boek zal zich voornamelijk richten op de behandeling van spraak, aangezien we bij muziek met dermate veel aspecten rekening moeten houden, dat analyse en technische bewerking niet behandeld kunnen worden. Het muziekbeeld als totaal wordt wel in de behandeling opgenomen.

Omdat het medium radio van een zuiver auditieve overdracht gebruik maakt, moeten aan de spraak bijzondere eisen gesteld worden.

Wel bestaat de mogelijkheid de suggestieve zijde van auditieve overdracht te benutten (hoorspelen, persoonlijkheid in een programma, het show-element van de DJ, e.d.). Bij audio-visuele overdracht vullen geluid en beeld elkaar aan, en blijft minder ruimte voor de fantasie over.

De eisen, gesteld aan de spraak hebben betrekking op:

- a. de luidheid
- b. de verstaanbaarheid

De functie van de spraak kan zijn:

1. Zuiver informatief { Op zichzelf staand: nieuws, causerie.  
 { Binnen een programma: aan- en afkondiging, aktualiteiten
2. Artistiek-suggestief: voordracht, hoorspel, DJ-show
3. Combinatie van 1 en 2: klankbeeld, documentaire

1. Zuiver informatief: hier is de voornaamste taak het overbrengen van zakelijke informatie, dus is de verstaanbaarheid belangrijk op de normale conversatiesterkte (50-60 dB), dit is ook de meest voor de hand liggende referentie.

Als onderdeel van een programma kan de luidheid aangepast moeten worden aan de andere onderdelen, b.v. telefoongesprek, lawaaiïge reportages e.d.

2. Artistiek-suggestief: hier worden de specifieke eigenschappen van de spraak anders gebruikt, de luidheid zal niet meer constant zijn, klankkleur en ritme zullen variëren, meestal meerdere stemmen in één programma, soms is zelfs de verstaanbaarheid niet meer belangrijk.

Het overbrengen van zakelijke informatie is in 2 veranderd in het overbrengen van gevoelens en voorstellingen.

De opgeroepen sensaties zijn uiteraard zeer persoonlijk.

Men kan hier dus geen vaste regels opstellen voor de luidheid. Hetzelfde geldt voor een klankbeeld, hoorspel, voordracht of DJ-show. De luidheid is hier een vorm van

uitdrukkingsvermogen, die wordt bepaald door de acteur, regisseur of presentator.

De techniek legt ons natuurlijk wel beperkingen op t.a.v. de toegestane dynamiek, die we niet uit het oog mogen verliezen.

Er is nu regelmatig over luidheid gesproken, maar hoe luid is een geluid of klank eigenlijk? Wat is het verschil tussen een tik en een donderslag?

Luidheid is een zeer subjectief begrip, dat zowel van de vele fysische eigenschappen van het gehoor afhangt als van de psychische eigenschappen van de mens, zijn persoonlijke interesse in de inhoud van een geluid. Eenzelfde geluid kan men op verschillende momenten heel anders in luidheid ervaren.

Tengevolge van deze vele invloeden is een berekening of meting slechts bij benadering mogelijk.

De frequentie en de geluidsdruk zijn enkele natuurkundige, meetbare eigenschappen van een geluid, die de luidheid beïnvloeden.

Met deze twee grootheden kunnen we een bruikbare waarde voor de luidheid ontwikkelen; we komen dan tot de grafieken van gelijke luidheid (isofonen), waarin de fysische eigenschappen van het gehoor verwerkt zijn.

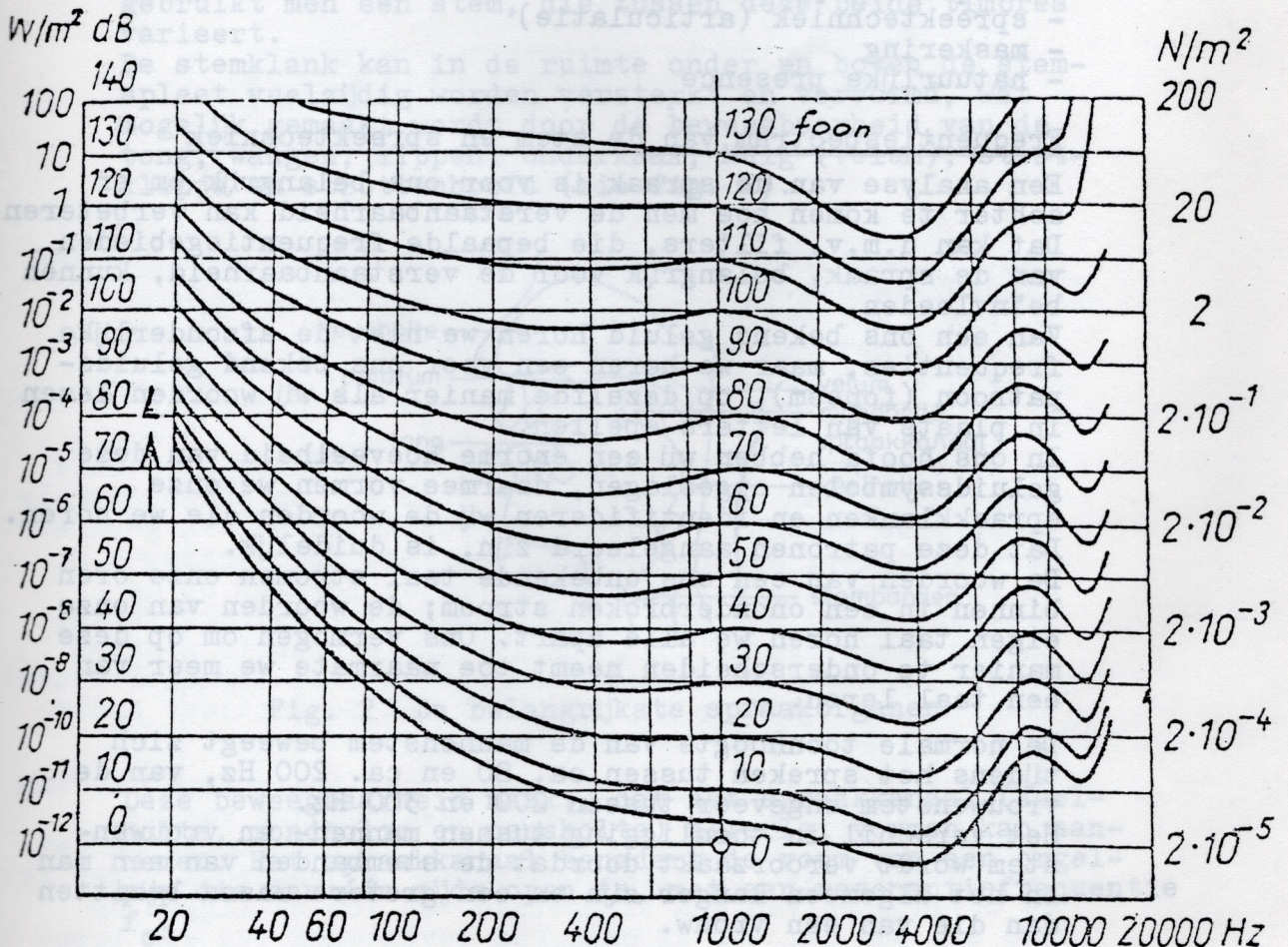


Fig. 1 Isofonen

Fig. 1 geeft de grafieken, ontwikkeld door Fletcher en Munson, en verbeterd door Robinson en Dadson.

De isofonen geven aan, welke geluidsterkte een sinustoon moet hebben om een gelijke luidheidsindruk te bewaren, wanneer de frequentie verandert.

De eenheid van luidheid is de FOON.

Bij 1000 Hz is de geluidsdruk in dB in getal gelijk aan de luidheid in foon.

Voorbeeld: als we de kromme van 60 foon volgen vanaf 1000 Hz, moet deze bij 63 Hz een niveau van 75 dB<sub>spl</sub> hebben, en een toon van 8000 Hz een niveau van 67 dB<sub>spl</sub> om even luid te klinken.

De gevoeligheid van het gehoor neemt dus af bij de lage en de hoge frequenties. Het gehoor is het gevoeligst tussen 2000 en 5000 Hz.

NB.: de proefpersonen waren tussen de 18 en 25 jaar!

#### FACTOREN, DIE DE NATUURLIJKE VERSTAANBAARHEID VAN DE STEM BEPALEN

We onderscheiden:

- frequentiespectrum van de stem
- spreektechniek (articulatie)
- maskering
- natuurlijke presence

#### Frequentiespectrum van de stem en spreektechniek

Een analyse van de spraak is voor ons belangrijk om er achter te komen hoe men de verstaanbaarheid kan verbeteren. Dat kan d.m.v. filters, die bepaalde frequentiegebieden van de spraak, belangrijk voor de verstaanbaarheid, kunnen beïnvloeden.

Van een ons bekend geluid horen we niet de afzonderlijke frequenties, maar we horen een voor ons bekend geluidspatroon (foneem), op dezelfde manier als wij woorden lezen in plaats van letters spellen.

In ons hoofd hebben wij een enorme hoeveelheid van deze geluidssymbolen opgeslagen, daarmee vormen we onze spraakklanken en identificeren wij de woorden die we horen. Dat deze patronen aangeleerd zijn, is duidelijk.

De woorden van een ons onbekende taal stromen onze oren binnen in een ononderbroken stroom; de woorden van onze eigen taal horen we alle apart. Ons vermogen om op deze manier te onderscheiden neemt toe naarmate we meer van een taal leren.

De normale toonhoogte van de mannenstem beweegt zich tijdens het spreken tussen ca. 80 en ca. 200 Hz, van de vrouwenstem ongeveer tussen 200 en 300 Hz.

Het verschil in toonligging tussen mannen- en vrouwenstem wordt veroorzaakt doordat de stembanden van een man in het algemeen langer zijn en een grotere massa bezitten dan die van een vrouw.

De stembandtrilling heeft bij het spreken meerdere functies:

- het is de voornaamste geluidsbron, waardoor de stem de nodige draagkracht krijgt;
- het geeft de toonhoogte aan de stem; door de frequentie van de stembandtrilling te variëren kan de intonatie gevormd worden;
- met behulp van de stembanden kunnen spraakklanken van elkaar onderscheiden worden: stemhebbende spraakklanken worden van stemloze onderscheiden door de aan- of afwezigheid van stembandtrilling. In sommige talen worden stemhebbende spraakklanken van elkaar onderscheiden door de wijze van trillen van de stembanden.

De bewegingen van de stembanden bepalen slechts de golfvorm van de luchtstoten die naar de mond ontsnappen. Met deze luchtstoten worden de resonantieholtens van de mond en de keel aangestoten; de vorm van de luchtstoten (snel of langzaam aangroeiend, lengte en teruglooptijd) bepaalt voor een groot deel de kwaliteit en het timbre van de stem.

Zo wordt bijvoorbeeld de stem scherp en helder met een korte impuls van de lucht, terwijl een langere luchtstoot het geluid dof en rond maakt. Voor normale spraak gebruikt men een stem, die tussen deze beide timbres varieert.

De stemklank kan in de ruimte onder en boven de stem spleet veelzijdig worden versterkt en vervormd, wat mogelijk gemaakt wordt door de beweegbaarheid van de tong, wangen, lippen, onderkaak, huig (velum), strotklepje en strottenhoofd (zie fig. 2).

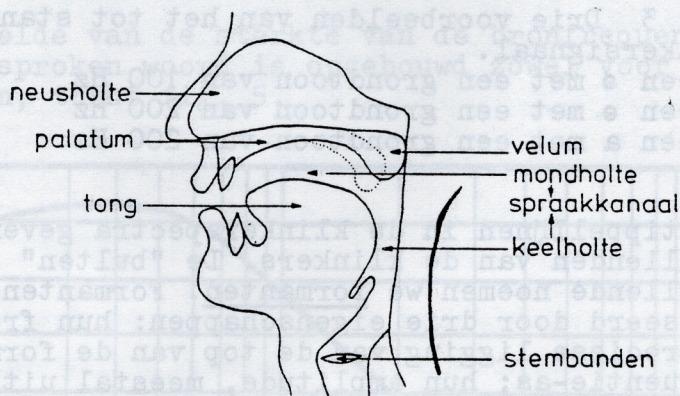


Fig. 2 De belangrijkste spraakorganen

Deze beweegbaarheid maakt, dat het spraakkanaal (keelholte, mondholte en neusholte) allerlei vormen kan aannemen. Het spraakkanaal benadert de vorm van een orgelpijp die aan één zijde open is, met een resonantiefrequentie  $f_0$ .

De frequentie wordt voornamelijk bepaald door de lengte van de "pijp", die d.m.v. de lippen langer of korter gemaakt kan worden; bij het laten zakken van het velum

komt de neusholte in open verbinding met het spraak-kanaal bij de nasale medeklinkers (zie fig. 2).

De veranderingen van het spraakkanaal hebben een modulerende, een overdrachtelijke functie, die voor ieder spraakgeluid vastligt.

In fig. 3 zijn grafisch voorbeelden gegeven van twee verschillende frequenties van brongeluiden, 100 en 200 Hz, met een overdrachtsfunctie die hoort bij /ə/, (de klinker in het lidwoord DE), en bij de klinker /a:/. De resulterende klinkerspectra staan rechts in de figuur.

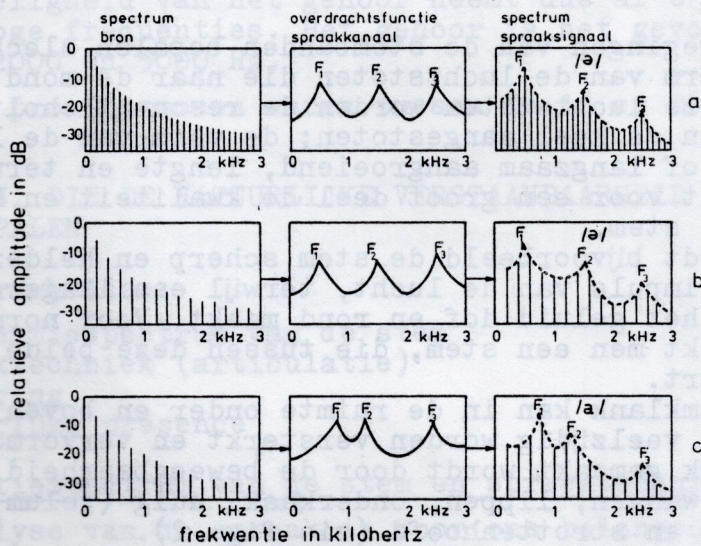


Fig. 3 Drie voorbeelden van het tot stand komen van een klinkersignaal.

- a. een ə met een grondtoon van 100 Hz
- b. een ə met een grondtoon van 200 Hz
- c. een a met een grondtoon van 200 Hz

De stippellijnen in de klinkerspectra geven de spectrale omhullenden van de klinkers. De "bulten" in een spectrale omhullende noemen we formanten. Formanten worden gekarakteriseerd door drie eigenschappen: hun frequentie, d.i. de preciese ligging van de top van de formant op de frequentie-as; hun amplitude, meestal uitgedrukt in dB; en hun bandbreedte, d.i. hun spectrale breedte gemeten bij een amplitude 3 dB lager dan de top. De formantfrequenties, m.n. F1, F2 en F3, zijn voor het perceptieve onderscheid van klinkers het belangrijkste.

Omdat de frequenties van de boventonen (harmonischen) van het brongeluid altijd een geheel veelvoud zijn van de frequentie van de grondtoon, liggen de boventonen in het spectrum dichter bij elkaar naarmate de grondtoon lager is: de boventonen van een brongeluid van 100 Hz liggen op 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz enz., de boventonen van een brongeluid van 200 Hz liggen op 400 Hz, 600 Hz, 800 Hz enz. Dit heeft tot gevolg, dat bij een lagere grondtoon een klinkerformant in het spectrum beter "gevuld" is met boventonen, en daardoor de formantfrequentie beter

akoestisch gedefinieerd is.

De eerste twee formanten zijn voor de waargenomen klinkerkleur het belangrijkste.

Deze hoofdformanten van de nederlandse klinkers liggen als volgt:

woord	F1	F2	woord	F1	F2
piek	300	3000	put	410	1800
buut	300	2000	dom	400	670
boek	300	700	kok	380	750
beek	400	2600	bek	630	1950
beuk	390	1800	vol	415	1800
boot	410	700	bak	700	1300
bik	410	2500	baak	700	1300

Ter vergelijking in fig. 4 de hoofdformanten van de klinkers van de duitse taal, geanalyseerd door Jürgen Meyer.

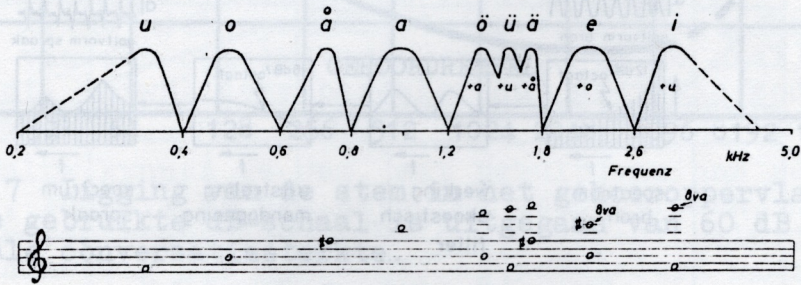


Fig. 4

Een gemiddelde van de sterkte van de bronfrequenties, waaruit gesproken woord is opgebouwd zowel voor mannen als vrouwen, toont fig. 5.

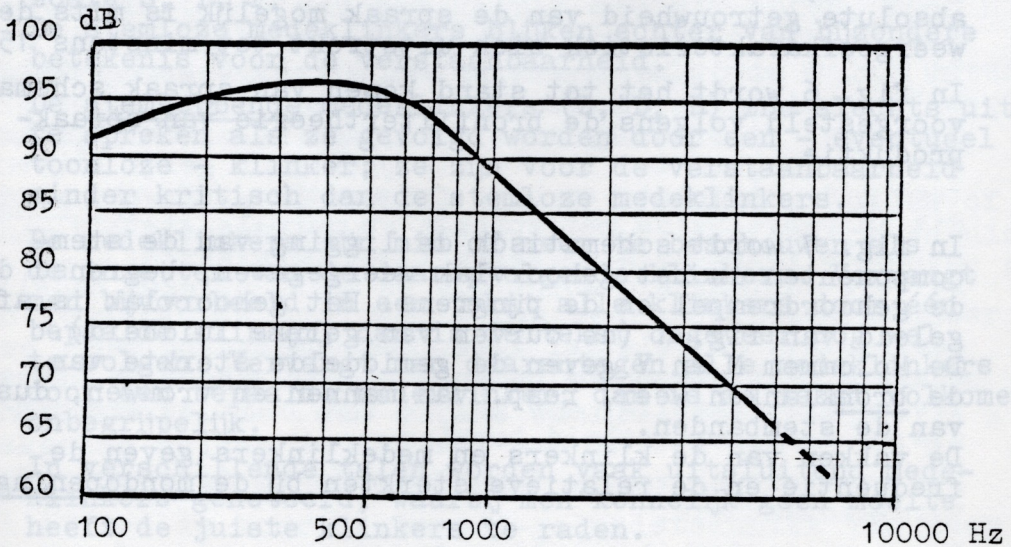


Fig. 5

Bij de gebruikte dB-schaal is uitgegaan van 60 dB = normale spreek (conversatie) sterkte.

Opvallend is de sterke daling na 1000 Hz, dit is een gevolg van het afnemen van de boventonen met 12 dB per oktaaf.

De golfvorm, opgewekt door de stembandtrilling, is opgebouwd uit de som van een grondtoon  $F_0$  en een groot aantal harmonischen, ieder met een frequentie, die een geheel veelvoud is van de frequentie van de grondtoon.

Het effect van de uitstraling bij de mondopening geeft weer een toename van de harmonischen met 6 dB/oktaaf, er blijft dus aan de mondopening een afname aanwezig van 6 dB/oktaaf bij goede articulatie.

Vandaar dat goed articuleren (mondopening en lippenstand) zo belangrijk is voor de verstaanbaarheid (opslingering van de hoge frequenties die de medeklinkers vormen).

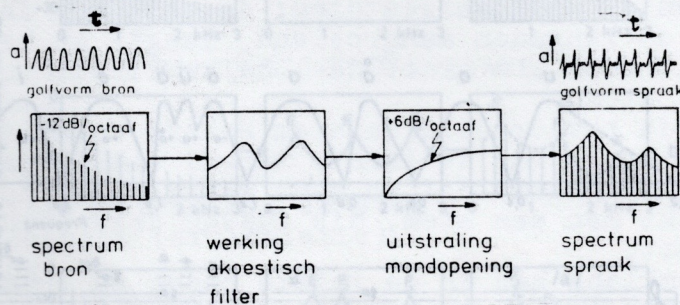


Fig. 6

De hoge frequenties boven 8 kHz zijn zwak in het spectrum aanwezig, omdat deze niet wezenlijk nodig zijn voor de verstaanbaarheid. Een proef, genomen op het gebied van echte spraak tegenover geregistreeerde spraak door F. Enkel, heeft echter aan het licht gebracht, dat absolute getrouwheid van de spraak mogelijk is mits de weergeefkarakteristiek zich uitstrekt tot minstens 15 kHz.

In fig. 6 wordt het tot stand komen van spraak schematisch voorgesteld volgens de bronfiltertheorie van spraakproductie.

In fig. 7 wordt schematisch de ligging van de stemcomponenten in het gehoorvlak weergegeven, begrensd door de gehoordrempel en de pijngrens. Het gehoorvlak is afgeleid van fig. 1 (de curven van gelijke luidheid). De kolommen M en V geven de gemiddelde sterkte van de bronklanken weer, resp. van mannen en vrouwen, dus van de stembanden.

De vakken van de klinkers en medeklinkers geven de frequentie en de relatieve sterkten bij de mondopening.

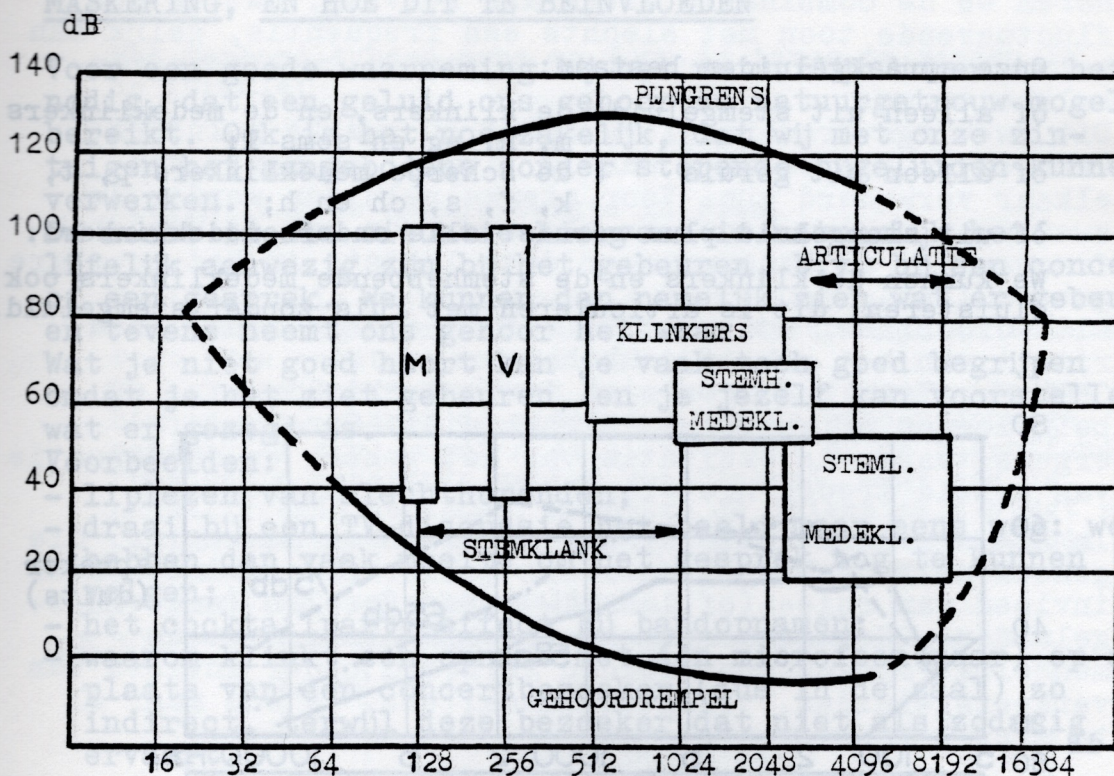


Fig. 7 Ligging van de stem in het gehooroppervlak  
Bij de gebruikte dB-schaal is uitgegaan van 60 dB =  
normale conversatiesterkte.

Uit de figuur blijkt hoe gunstig het gehooroppervlak door de stem benut wordt. Overeenkomstig deze figuur ligt het sterkste deel van het frequentiespectrum - de klinkers - in het lage en middelste deel van het frequentiebereik. De minste energie leveren de relatief hoge frequenties: de stemloze medeklinkers zoals S, T, P.

De stemloze medeklinkers blijken echter van bijzondere betekenis voor de verstaanbaarheid.

De stemhebbende medeklinkers (Z, D, B) zijn slechts uit te spreken als ze gevolgd worden door een - eventueel toonloze - klinker; ze zijn voor de verstaanbaarheid minder kritisch dan de stemloze medeklinkers.

De medeklinkers zijn min of meer te beschouwen als de inzetten van de daaropvolgende klinkers. Vervangt men bijvoorbeeld in een tekst alle klinkers door één bepaalde klinker, dan is de tekst ongeveer nog wel te volgen. Vervangt men daarentegen alle medeklinkers door één bepaalde medeklinker, dan is de tekst volkomen onbegrijpelijk.

In verschillende talen worden vaak uitsluitend medeklinkers genoteerd, waarbij men kennelijk geen moeite heeft de juiste klinkers te raden.

De vorming van stemgeluid heet FONATIE, die van de afzonderlijke spraakgeluiden ARTICULATIE.

Als we naar twee tonen luisteren met ongeveer dezelfde amplitude, maar weinig in frequentie verschillend,

Onze spraakgeluiden bestaan:

òf alleen uit stemgeluid: de klinkers, en de medeklinkers  
m, n, ng en soms l;

òf alleen uit geruis : de scherpe medeklinkers p, t,  
k, f, s, ch en h;

òf uit stemgeluid plus geruis: alle andere medeklinkers.

We kunnen de klinkers en de stemhebbende medeklinkers ook  
fluisteren, dit is articuleren met ruis zonder stemgeluid.

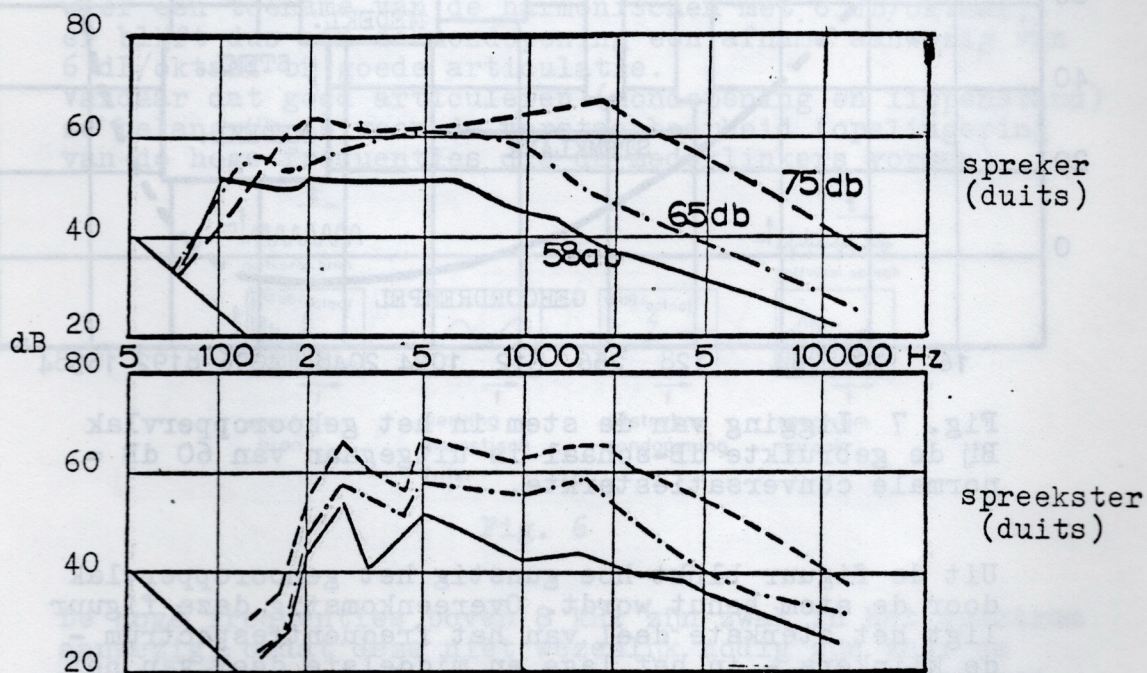


Fig. 8 Spectrum van de taal in 3 sterkten

In fig. 8 wordt het spectrum van spraak weergegeven bij verschillende stemsterkten, opgesteld door Tarnoczy. Hier wordt aangetoond, dat bij zacht spreken de lage frequenties in sterkte praktisch gelijk blijven, terwijl de middelste en hoge frequenties verzwakt worden, dit in vergelijking met spreken op normale sterkte. Bij verheffing van stem gebeurt het omgekeerde. De verstaanbaarheid wordt dus bij zacht spreken nadelig beïnvloed.

Samengevat: de relatief lage frequenties zijn zeer energierijk. Deze beïnvloeden voor het gehoor de hogere frequenties nadelig, die hogere zijn juist de frequenties die de verstaanbaarheid bepalen.

Een verzwakking van de lage frequenties bevordert dus de verstaanbaarheid.

Vaak is een teveel aan lage frequenties bij uitzendingen van sprekers een gevolg van verkeerde of ondoelmatige opnametechniek.

## MASKERING, EN HOE DIT TE BEINVLOEDEN

Voor een goede waarneming bij het natuurlijk horen is het nodig, dat een geluid ons gehoor zo natuurgetrouw mogelijk bereikt. Ook is het noodzakelijk, dat wij met onze zintuigen het aangeboden zonder storende bijgeluiden kunnen verwerken.

De meest ideale situatie hiervoor is natuurlijk het lijfelijk aanwezig zijn bij het gebeuren, b.v. bij een concert of een gesprek. We kunnen dan namelijk zien wat er gebeurt, en tevens neemt ons gehoor het waar.

Wat je niet goed hoort kan je vaak toch goed begrijpen omdat je het ziet gebeuren, en je jezelf kan voorstellen wat er gezegd is.

Voorbeelden:

- liplezen van slechthorenden;
- draai bij een TV-discussie het beeld maar eens weg: we hebben dan vaak moeite om het gesprek nog te kunnen volgen;
- het cocktailparty-effect bij bandopnamen;
- waarom klinkt een opname met één microfoon(paar) op de plaats van een concertbezoeker (dus in de zaal) zo indirect, terwijl deze bezoeker dat niet als zodanig ervaart.

Waarschijnlijk kunnen we ons, met behulp van ons gezichtsvermogen, zodanig op het gebeuren concentreren, dat we veel storende bijgeluiden (dus ook indirect geluid) bij het lijfelijk aanwezig zijn nauwelijks of verminderd waarnemen. Velen van ons geven er echter de voorkeur aan om met behulp van de moderne techniek, thuis in een gemakkelijke stoel gezeten, naar een concert te luisteren, zich te laten informeren over het wereldgebeuren, enz.

We kunnen dan niet meer volstaan met het geluid (muziek, gesproken woord) exact zo over te brengen zoals het door een luisteraar ter plaatse wordt waargenomen, want de luisteraar thuis kan het geluid slechts horen, maar niet zien wat er gebeurt. We moeten dus bij de opname een aantal zaken duidelijk benadrukken (nl. die welke wezenlijke informatie verschaffen), en andere verminderen of weglaten (dus indirecte geluiden en stoorgeluiden).

Maskering is de situatie, waarin bepaalde geluiden of tonen (de gemaskeerde) onder invloed van andere geluiden of tonen (de maskerende) niet of verminderd hoorbaar zijn.

Een gemaskeerde toon wordt pas weer hoorbaar, wanneer we deze in intensiteit verhogen.

Men zou dus ook kunnen zeggen, dat voor deze toon de gehoordrempel met een zekere waarde is verhoogd.

Maskering duiden we dan ook aan in een aantal dB's "gehoordrempelverschuiving".

Dit effect is voor de omroep-geluidstechniek van zeer groot belang.

Het is voor ons vanzelfsprekend, dat zwakke geluiden temidden van sterke verdrinken.

Als we naar twee tonen luisteren met ongeveer dezelfde amplitude, maar weinig in frequentie verschillend,

horen we de combinatie ervan als zweving, dat is een fluctuerende toon met slechts één frequentie, gelijk aan het verschil van de frequenties van de twee oorspronkelijke tonen.

Dit zwevingsverschijnsel verdwijnt bij zwakke geluiden, wanneer de componenten enkele tientallen Hertz van elkaar verwijderd zijn. Voor sterke geluiden worden de zwevingen echter hoorbaar als een toon met de verschil-frequentie, althans wanneer deze laatste in het hoorbare gebied ligt.

Dit verschijnsel moet met de een of andere niet-linea-riteit van het gehoor samenhangen.

Geluidsgolven gedragen zich in de lucht lineair; zij beïnvloeden of vervormen elkaar niet. Conclusie: ergens tussen de excitatie van het gehoor en de sensatie van geluid treden niet-lineaire verschijnselen op.

In het dagelijks leven kennen we allen de maskering, die geheel of gedeeltelijk voor ons gehoor plaatsvindt onder invloed van ruis- (of lawaai-)verschijnselen (omgevingsgeluiden). Hoe zeer de gehoordrempel voor b.v. de menselijke spraak moet worden verhoogd onder invloed van verkeersgeluiden, vliegtuiglawaai enz. is ons maar al te zeer bekend.

Waarde voor diverse geluiden in foon en sone

Aard van de bron	sterkte (foon)	luidheid (sone)
Gehoordrempel op basis van de krommen van Fletcher en Munson	0	-
Geritsel van bladeren bij zwakke wind	10	-
Zeer rustige tuin	20	0,25
Straatgeluiden in zeer rustige buurt, benedengrens van woon(huis)- en omgevingsgeluid	30	0,5
Gemiddeld woonomgevingsgeluid, gedempte conversatie	40	1
Normale conversatie, rustige straat	50	2
Stofzuiger in huiskamer, radiomuziek op kamersterkte, hondengeblaf op 30 m	60	4
Lawaai op druk plein, wasmachine, electr. scheerapparaat op 1 m	70	8
Vrachtauto op 5 m, interieur van tram	80	16
Claxon op 5 m, vliegtuigcabine	90	32
Weverij machinehal, rotatiepers	100	64
Ketelmakerij, pneumatische boor op 2 m	110	128
Vliegtuigmotor op 3 m, explosie op 250 m	120	256
Pijnlijk lawaai, gewerschot bij het oor van de schutter	130	

De eenheid "sone" is ontstaan uit de wens een betrouwbaar verband te vinden tussen luidheidsvariatiën en ons gevoel voor de mate, waarin een geluid harder wordt.

De subjectieve luidheid wordt telkens verdubbeld.

Bij afspraak is 40 foon gelijkgesteld met 1 sone.

Het verband tussen sone en foon is terug te vinden in de formule:

$$S = 2^{\frac{p-40}{10}} \quad (\text{Sone})$$

Hierin is  $p$  de geluidsterkte in foon.

Zoals bij alle psycho-akoestische verschijnselen is de mate van maskering sterk afhankelijk van frequentie en intensiteit. Hoe ontstaat nu dit effect?

Op het basilaire membraan van ons gehoororgaan (in het binnen-oor, waarop de uiteinden van de gehoorzenuw gearangschikt zijn) wordt niet slechts het bij de betreffende frequentie behorende gebied geactiveerd, maar ook de naastliggende gebieden. Naarmate de intensiteit stijgt zal dit in sterkere mate het geval zijn. Deze naastliggende gebieden worden hierdoor voor hun eigen toegewezen frequenties veel ongevoeliger.

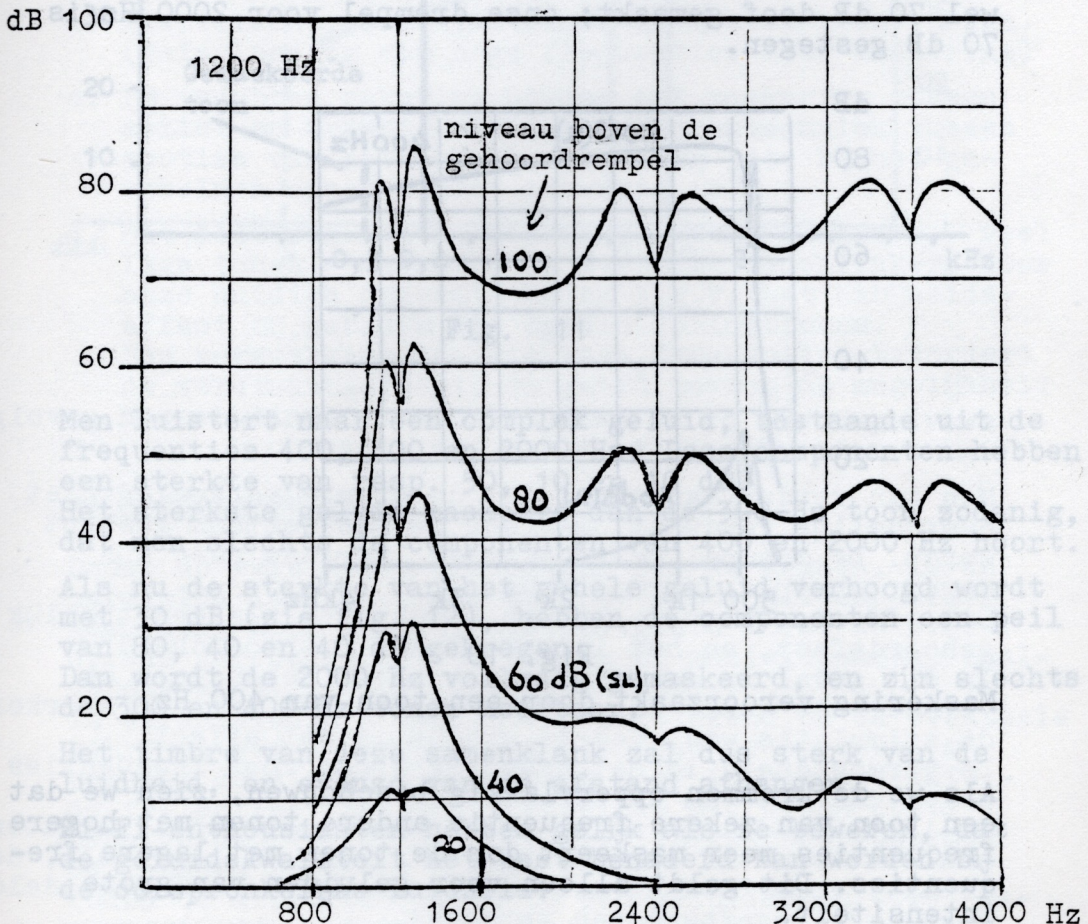


Fig. 9

Maskering (drempelwaardeverschuiving) in dB bij div. frequenties, veroorzaakt door een toon van 1200 Hz

De krommen van fig. 9 en 10 geven aan, hoe sterk een toon van een of andere frequentie moet zijn, opdat deze juist gehoord wordt in aanwezigheid van de (constante) maskeerende toon.

Dit is de zogen. drempelverhoging, dit is het verschil tussen de gehoordrempel van een toon, bij aanwezigheid van de maskeertoon en de drempel bij afwezigheid van de maskeertoon.

De getallen 20, 40, 60, 80 en 100 bij de maskeerkrommen stellen de intensiteiten van de maskeertoon voor bij de verschillende proeven. Deze zijn weer in dB's ten opzichte van de drempel gemeten. Om een voorbeeld te noemen:

Hoe sterk moet een 2000 Hz toon zijn opdat we deze net kunnen horen in aanwezigheid van een 1200 Hz toon die 100 dB boven de drempel ligt?

We kunnen dan in fig. 9 aflezen, dat de 2000 Hz toon onder deze omstandigheden 70 dB sterker moet zijn dan op zijn normale drempel.

In zekere zin heeft de 1200 Hz toon ons voor 2000 Hz wel 70 dB doof gemaakt; onze drempel voor 2000 Hz is 70 dB gestegen.

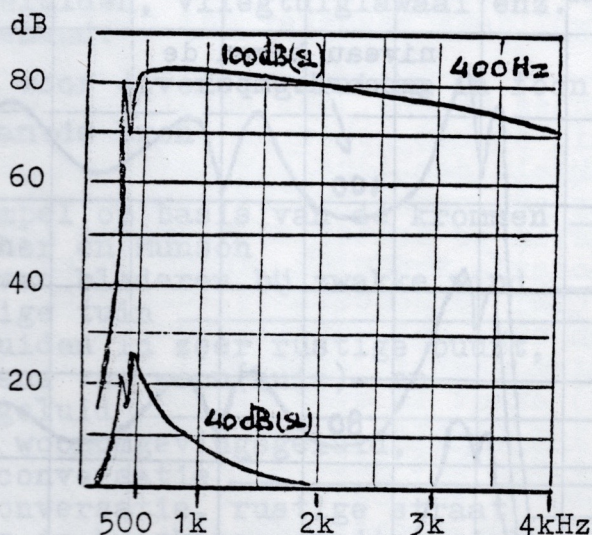


Fig. 10

Maskering veroorzaakt door een toon van 400 Hz

Als we de krommen oppervlakkig beschouwen, zien we dat een toon van zekere frequentie andere tonen met hogere frequenties meer maskeert dan de tonen met lagere frequenties. Dit geldt alleen voor geluiden van grote intensiteit.

Bij lage intensiteit kan een toon een andere toon met een lagere frequentie meer maskeren dan een derde met hogere frequentie. Bij grotere intensiteit kunnen de verhoudingen omkeren, zodat de hoge toon meer gemaskeerd wordt dan de lage.

Harvey Fletcher, een der pioniers van de psycho-akoestiek, geeft hiervan een voorbeeld (fig. 11).

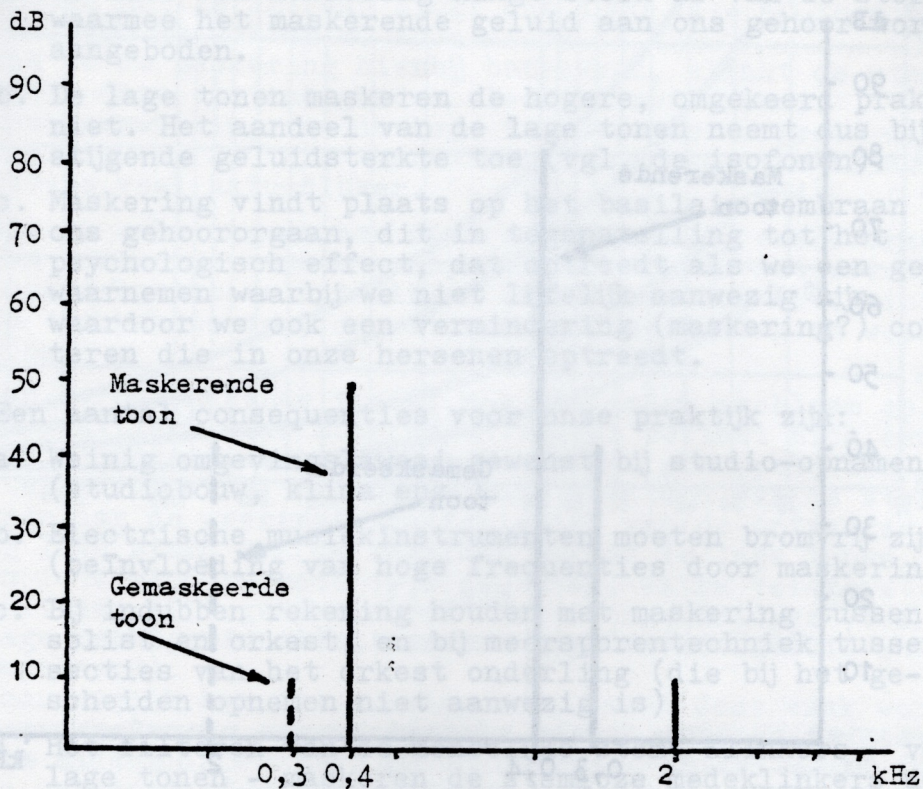


Fig. 11

Men luistert naar een complex geluid, bestaande uit de frequenties 400, 300 en 2000 Hz. Deze componenten hebben een sterkte van resp. 50, 10 en 10 dB.

Het sterkste geluid maskeert dan de 300 Hz toon zodanig, dat men slechts de componenten van 400 en 2000 Hz hoort.

Als nu de sterkte van het gehele geluid verhoogd wordt met 30 dB (zie fig. 12), hebben de componenten een peil van 80, 40 en 40 dB gekregen.

Dan wordt de 2000 Hz volledig gemaskeerd, en zijn slechts de 300 en 400 Hz tonen hoorbaar.

Het timbre van deze samenklank zal dus sterk van de luidheid, en evenzo van de afstand afhangen.

Hi-Fi-enthousiasten hebben gelijk als ze beweren, dat de geluidskwaliteit het best benaderd kan worden bij de oorspronkelijke luidheid.

De merkwaardige "dippen", die we in fig. 9 constateren in de omgeving van de frequentiewaarde van de maskerende toon (en diens harmonischen) ontstaan t.g.v. de zwevingen die in de onmiddellijke nabijheid optreden, waardoor de herkenbaarheid van de betreffende frequenties onder de invloed hiervan sterk toeneemt, en de mate van maskering derhalve plotseling vermindert. Dat deze

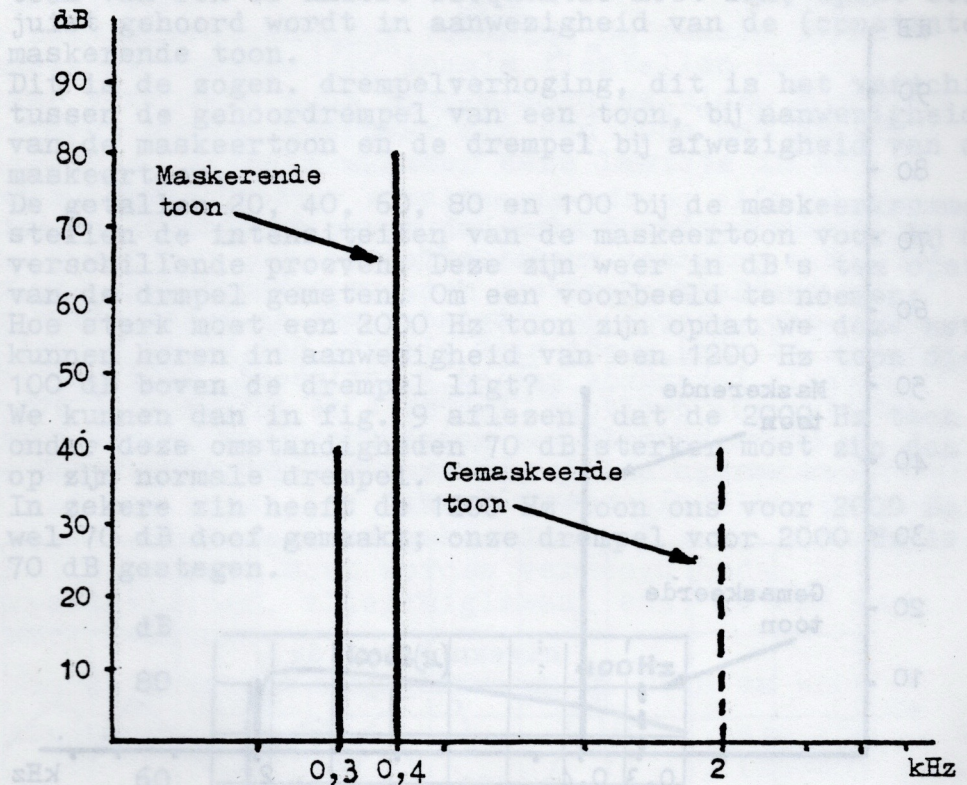


Fig. 12

zwevingen ook bij de harmonischen optreden is een gevolg van de niet-lineariteit van ons gehoor.

Men kan verder aantonen, dat de drempelverhoging niet onmiddellijk verdwijnt, wanneer de maskeertoon gestopt wordt. De drempel zakt relatief langzaam naar zijn oorspronkelijke waarde terug. Dit effect zouden we kunnen omschrijven als een tijdelijk gehoordefect, en het is bekend als "vermoeidheid". In dit geval is de maskeertoon beter bekend als de vermoeiende toon. Hoe langer deze duurt, en hoe sterker de stimulatie was, des te groter is het effect. De vermoeidheid is het meest merkbaar voor frequenties hoger dan die van de vermoeiende toon. Zo is, onmiddellijk nadat het gehoor gedurende 7 minuten aan een toon van 1000 Hz bij 110 dB was blootgesteld, de drempel voor 2000 Hz met een bedrag van 45 dB gemiddeld voor drie proefpersonen verhoogd. Na 24 uur was nog een vermoeidheid van 15 dB aanwezig!

De belangrijkste conclusies uit dit alles zijn voor ons:

- a. De mate van maskering hangt sterk af van de sterkte waarmee het maskerende geluid aan ons gehoor wordt aangeboden.
- b. De lage tonen maskeren de hogere, omgekeerd praktisch niet. Het aandeel van de lage tonen neemt dus bij stijgende geluidsterkte toe (vgl. de isofonen).
- c. Maskering vindt plaats op het basilair membraan van ons gehoororgaan, dit in tegenstelling tot het psychologisch effect, dat optreedt als we een geluid waarnemen waarbij we niet lijfelijk aanwezig zijn, waardoor we ook een vermindering (maskering?) constateren die in onze hersenen optreedt.

Een aantal consequenties voor onze praktijk zijn:

- a. Weinig omgevingslawaai gewenst bij studio-opnamen (studiobouw, klima enz.).
- b. Elektrische muziekinstrumenten moeten bromvrij zijn. (beïnvloeding van hoge frequenties door maskering)
- c. Bij indubben rekening houden met maskering tussen solist en orkest, en bij meersporentechniek tussen secties van het orkest onderling (die bij het gescheiden opnemen niet aanwezig is).
- d. Het filteren van de menselijke stem. Klinkers - veel lage tonen - maskeren de stemloze medeklinkers door onze huidige opneemtechniek t.g.v. het nabijheids-effect bij gebruik van cardioïdemicrofoons. Een verzwakking van die lage frequenties bevordert de verstaanbaarheid, en geeft tevens de mogelijkheid hoger uit te sturen.

### MICROFOONGEBRUIK

Onder de vele typen microfoons die wij kennen, is de cardioïde langzamerhand de onbetwiste alleenheerser geworden. Door zijn richtgevoeligheid wordt de overspraak gereduceerd (van belang bij muziekopnamen, zaalversterking, slechte akoestiek enz.).

In spreekstudio's voldoet hij uitstekend om de eventuele gebreken weg te werken; uitsluitend de spreekstem bereikt de microfoon, en niet - of in geringe mate - de reflecties. Een voortreffelijke microfoon dus.

Behalve dan één minder prettige eigenschap, waarmee we terdege rekening moeten houden.

Zodra de microfoon dicht bij een geluidsbron wordt geplaatst, die met bolvormige golffronten lage tonen produceert, gaat de karakteristiek in de lage frequenties oplopen.

Fig. 13 toont de karakteristiek van Von Braunmühl en Weber, die de signaalafgifte geeft in relatie tot de frequentie en de afstand tot de bron.

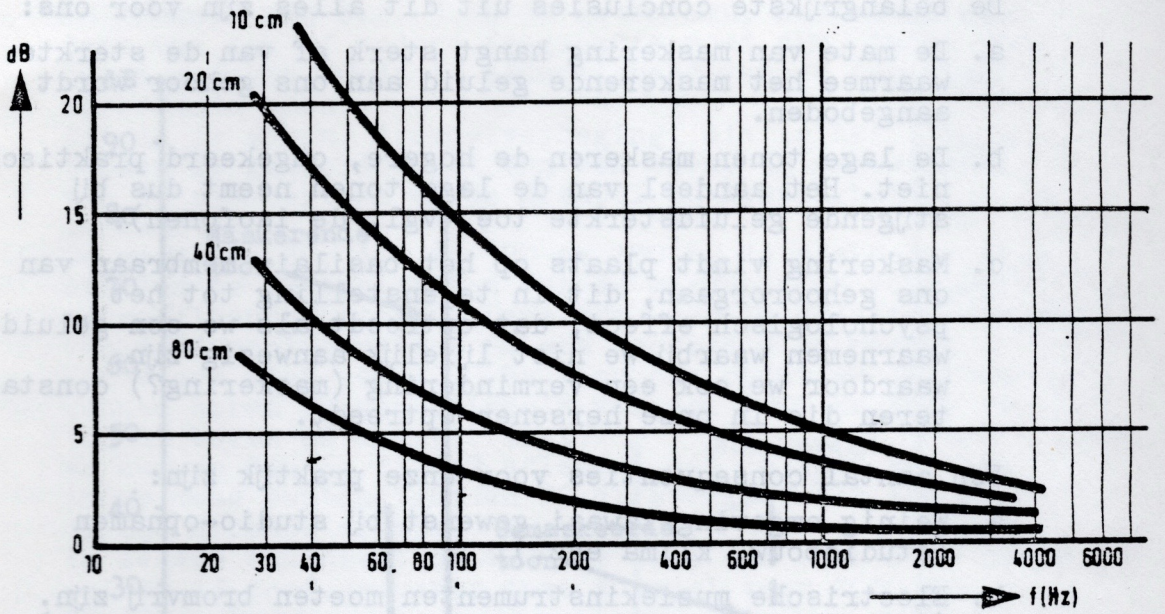


Fig. 13

Nabijheidseffect van cardioïde microfoons

We zien bij een normale afstand bron - microfoon van 20 cm het "laag" aanzienlijk oplopen (100 Hz 7 dB en 40 Hz zelfs 13 dB) ten opzichte van 1000 Hz.

In het voorgaande hebben we gezien, dat bij zacht spreken de midden- en hoge frequenties verzwakt worden t.o.v. het op normale sterkte spreken, terwijl de lage frequenties praktisch constant blijven.

Om de spraak op een gunstig technisch niveau te brengen zal de technicus het niveau bij zacht spreken kunstmatig gaan verhogen, waardoor hij dus de lage frequenties meer versterkt dan in relatie tot de hoge frequenties nodig is. Bovendien wordt dit in vergelijking met natuurlijke stemverheffing door de eigenschappen van het oor nog versterkt. Fig. 14 maakt dit aan de hand van de krommen van gelijke geluidsterkte duidelijk.

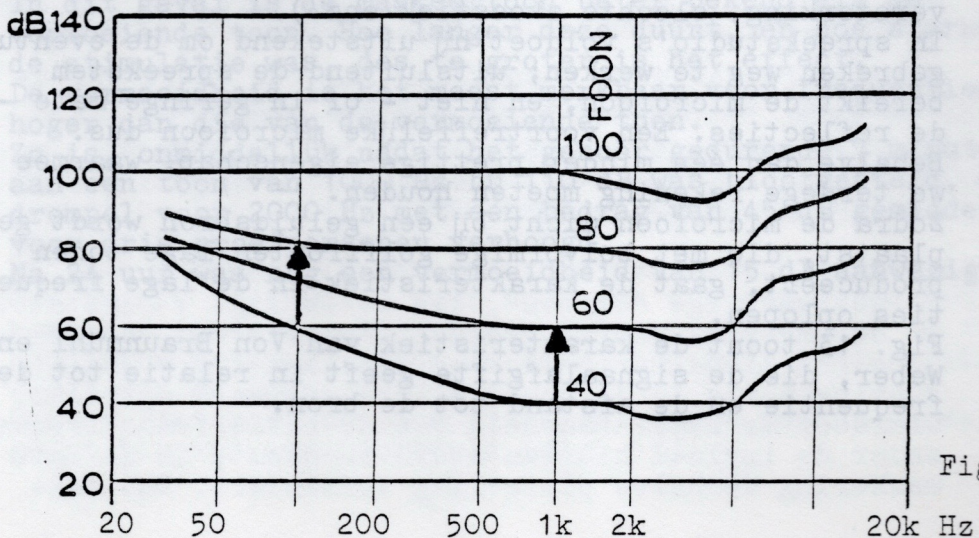


Fig. 14

Verstoring v/h klankevenwicht tgv verhoging van het niveau voor 2 frequenties

Twee frequenties van resp. 100 en 1000 Hz zijn aanvankelijk van gelijke sterkte (40 foon). Verhoogt men het afluister-niveau met 20 dB, dan blijkt dat 1000 Hz = 60 foon geworden, 100 Hz echter 80 foon sterk te zijn.

Als we de maskering hierbij betrekken, klinkt de stem onder deze omstandigheden slecht verstaanbaar.

Een verzwakking van de lage frequenties vergroot daarom niet alleen de verstaanbaarheid, maar de stem klinkt tevens veel natuurlijker.

Als we eens nagaan hoe diverse stemmen op ons overkomen, dan kunnen we constateren, dat de stemmen met weinig lage frequenties duidelijker overkomen, dus b.v. kinderen vrouwenstemmen, dan stemmen met veel laag en weinig hoog.

Aan de ontvangzijde treedt nog een ander probleem op. In praktisch elke moderne ontvanger bevindt zich een zgn. loudness- of contourschakeling, gekoppeld aan de sterkteregeling. Hierbij bepaalt de stand van de sterkte-regelaar de weergeefkarakteristiek van de ontvanger. Bij lage stand van de regelaar worden de lage tonen, en in iets mindere mate de hoge tonen, extra versterkt. (Het menselijk gehoor wordt immers ongevoeliger voor lage en hoge tonen bij verzwakking van het geluid en omgekeerd).

Voor muziek kan dit gunstig zijn, omdat deze vaak wordt weergegeven op een lagere dan de natuurlijke sterkte. Een nadeel is echter, dat ook het gesproken woord in de ontvanger deze behandeling ondergaat, terwijl dat meestal wel op de natuurlijke sterkte wordt weergegeven. Juist bij geringe sterkte, waarbij de verstaanbaarheid moeilijker wordt, gaat de ontvanger nog laag toevoegen en de maskering nog een graadje erger maken.

Een karakteristiek van de contourschakeling (fysiologische sterkteregeling) in fig. 15 spreekt voor zichzelf.

Zetten we nu nog even alles op een rijtje:

1. Sommige sprekers meten zich veelal een zachte, intieme toon aan, waardoor zij relatief veel lage frequenties in hun stem voegen. De technicus zal het totaalniveau vaak moeten verhogen om tot een goede uitsturing te kunnen komen, met als gevolg bevoordeling van het lage deel van het spectrum.
2. Om de in de spreekstudio optredende "boem" (resonanties) te vermijden, plaatsen we de microfoon (een cardioïde-type) op korte afstand van de mond (en bij zacht spreken nog dichterbij), en dus ook het oor van de luisteraar te dicht bij de spreker.
3. We passen cardioïde-microfoons toe, die bij dichtbij bespreken een opslinging van de lage tonen tot gevolg hebben.
4. Aan de ontvangzijde doet de contourschakeling nog een extra schepje op het laag.

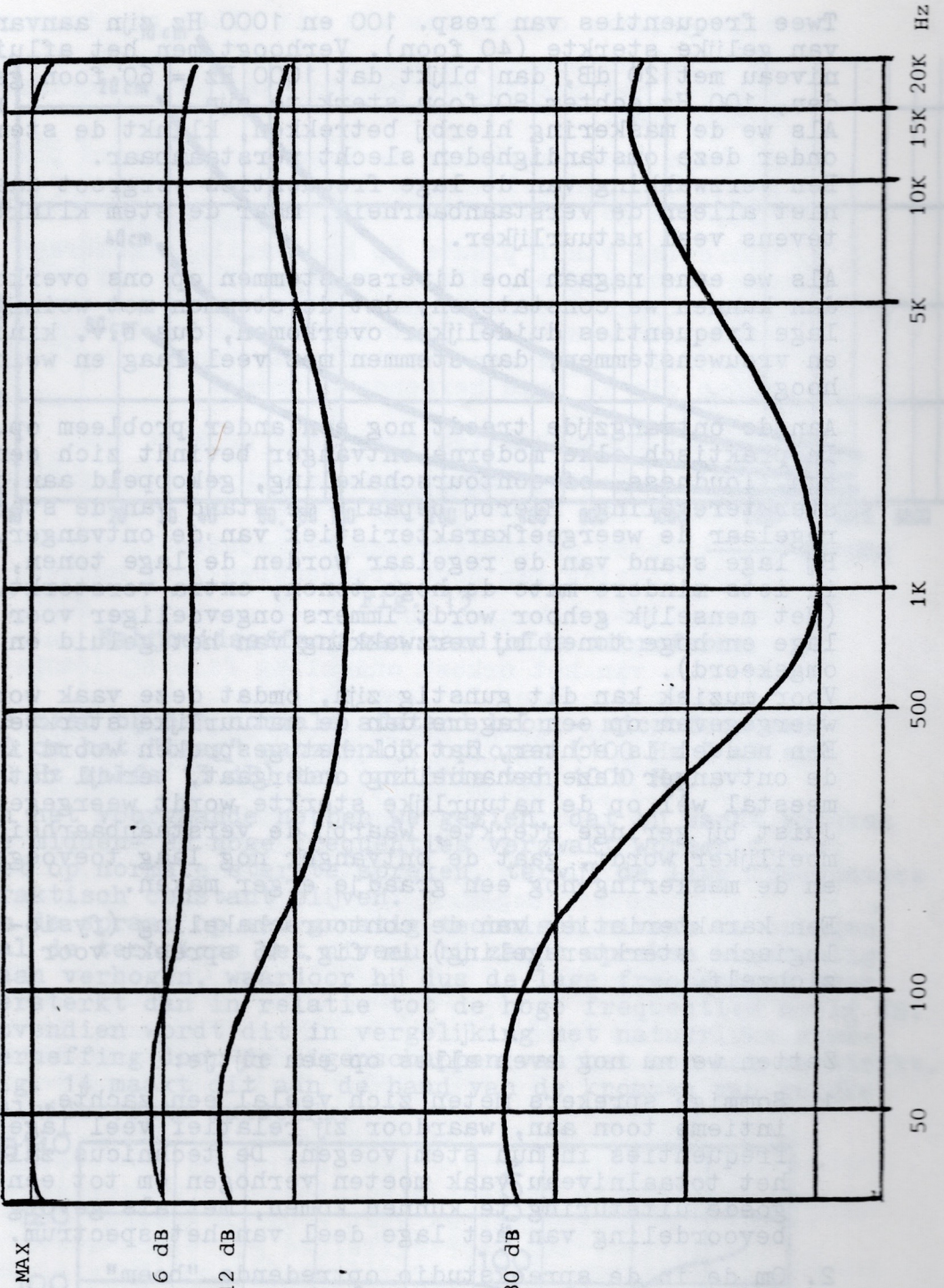


Fig. 15

Fysiologische Sterkteregeling

Het is duidelijk, welke gevolgen dit voor de luisteraar heeft: door de abnormale hoeveelheid lage tonen treedt een maskering op, die de verstaanbaarheid sterk doet afnemen.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk, dat we met de technische hulpmiddelen, die ons ten dienste staan, drastisch moeten ingrijpen. Het maskerende laag moet verdwijnen, maar de stem mag niet "kaal" gaan klinken.

Omdat de radio-overdracht zowel elektrische als akoestische eisen stelt, is een volmaakt natuurgetrouwe overdracht bij het medium radio niet te realiseren. Spraak is voldoende natuurgetrouw bij een rechte frequentiekaracteristiek tot 8 kHz, terwijl muziek een groter bereik omvat.

Onze AM-zenders zenden uit tot 4,5 kHz, de FM-zenders tot 15 kHz.

Een concertzaaldynamiek van 100 dB is onuitzendbaar, dit zou een kwelling voor de luisteraar worden.

De radio brengt dan ook niet de exacte werkelijkheid over, maar een zo getrouw mogelijk beeld van de werkelijkheid, waar de smaak van de programmamaker, de regisseur en de technicus een belangrijk aandeel in hebben. Het wordt altijd een "radio-geluid".

Het frequentiespectrum van de menselijke stem kunnen we in vijf stukken delen:

1. de zeer lage frequenties, waarin zich de grondtonen van de stem bevinden. Trillingen vanaf 60 Hz zijn hierbij geen uitzondering.
2. Het gebied, waarbinnen de resonantiefrequenties zich bewegen, veroorzaakt door het spraakkanaal, ruwweg tussen 500 en 800 Hz, door resonanties in neus-, mond- en keelholte.
3. Het gebied van de klinkers (500 - 2500 Hz) en stemhebbende medeklinkers (1 kHz - 3 kHz).
4. De stemloze medeklinkers (2 kHz - 8 kHz).
5. De zeer hoge frequenties (tot 15 kHz) die slechts zwak aanwezig zijn en voor de verstaanbaarheid geen bijdrage leveren.

Bezien we eerst 1 en 5.

De onder 1 genoemde (zeer lage) frequenties leveren geen bijdrage tot de verstaanbaarheid of herkenbaarheid van de stem. Integendeel, de bijna altijd voor dit frequentiegebied aanwezige staande golven in de luister ruimte zullen verantwoordelijk zijn voor resonanties, waardoor een gonzend bijgeluid ontstaat. De extra versterking van deze trillingen, gevoegd bij het nabijheids-effect van de microfoon, zal een zodanige maskering van hogere tonen tot gevolg hebben, dat de verstaanbaarheid aanmerkelijk terugloopt. Bovendien kan de fysiologische sterkteregeling van de ontvanger dit effect nog benadrukken.

Ook de onder 5 genoemde zeer hoge frequenties leveren geen bijdrage meer voor de verstaanbaarheid, omdat de spraakcomponenten hierin maar uiterst zwak aanwezig zijn.

Voor zover geen hinderlijke bijgeluiden in dit gebied worden waargenomen (gebit, speeksel, enz.), behoeven ze geen verdere aandacht.

Het resonantiegebied (2) tussen 500 en 800 Hz is belangrijk voor de herkenbaarheid en het karakter van de stem. Onderdrukking of verzwakking van dit gebied kan een "kale" klank tot gevolg hebben; de warmte van de stem verdwijnt. Een grote (natuurlijke) sterkte kan echter weer ruimteresonantie tot gevolg hebben.

Het onder 3 genoemde gebied (500 - 2500 Hz) is belangrijk voor zowel herkenbaarheid, luidheid als verstaanbaarheid. Een te zwak aanwezig zijn van dit gebied vermindert de verstaanbaarheid (vgl. fluisteren; de stembanden komen niet in trilling, de klinkers worden uitsluitend gevormd door resonanties in de mondholte). Een versterking in dit gebied doet de luidheid wel toenemen, maar nauwelijks de verstaanbaarheid. De stem wordt nasaal en scherp. Sommige stemmen hebben van nature een grote sterkte in het onderste gebied van de klinkers (500 - 1000 Hz), waardoor de stem enigszins hees klinkt en hogere tonen gemaskeerd worden.

Het onder 4 genoemde gebied (2 kHz - 8 kHz) is uiterst belangrijk voor de verstaanbaarheid, en met name tussen 4 en 6 kHz (stemloze medeklinkers).

Veel (Nederlandse) sprekers voor radio lijden aan een natuurlijke zwakte in dit gedeelte van het spectrum (vgl. Nederlands met Duits). Er is dan sprake van slechte articulatie. Toneelacteurs e.d. hebben daarentegen vaak een zeer goede articulatie, omdat zij geleerd hebben hun stem als instrument te gebruiken. Helaas ontbreekt die kennis maar al te vaak bij radiopresentatoren.

### MIDDELEN, DIE ONS TEN DIENSTE STAAN

Er staan de programmatechnicus in de apparatuur diverse filters ter beschikking om de hiervoor genoemde gebieden te beïnvloeden.

1. Het 100 Hz kapfilter (10 dB/okt), voor karakteristiek zie fig. 16.

Als gebruik gemaakt wordt van een rondomgevoelige microfoon of een cardioïdemicrofoon met ingebouwd filter om het nabijheidseffect te onderdrukken, kan dit filter een redelijke bijdrage leveren voor het onderdrukken van de allerlaagste frequenties uit de stem. Bij gebruik van een cardioïdemicrofoon zonder ingebouwd filter is het meestal ontoereikend.

2. Het 200 Hz kapfilter (10 dB/okt), voor karakteristiek zie fig. 16.

Bij gebruik van een cardioïdemicrofoon zonder ingebouwd filter is dit kapfilter voor bepaalde lage stemmen in feite onmisbaar, omdat geen der ter beschikking staande filters verder in staat is het

nabijheidseffect te elimineren, zonder daarbij de klank van de stem ernstig aan te tasten.

3. Kwispelfilter - laag (bij 50 Hz max. 12 dB op of af) zie voor karakteristiek fig. 17 +)  
 Regeling van lage tonen over een vrij breed gebied. Het kantelpunt ligt bij 1 kHz. Niet geschikt voor onderdrukking van het nabijheidseffect, omdat dit filter ook het klankkarakter van de stem ontoelaatbaar aantast: de stem wordt kaal en dun.
4. Kwispelfilter - hoog (bij 15 kHz max. 12 dB op of af) zie voor karakteristiek fig. 17 +)  
 Regeling van hoge tonen over een vrij breed gebied. Het kantelpunt ligt bij 1 kHz. Redelijk geschikt om, zij het met mate, de articulatiekortingen op te heffen. Nadeel van dit filter is echter, dat b.v. 4 dB ophalen bij 5 kHz resulteert in 10 dB bij 15 kHz. Dit kan een overmaat aan ruis en andere ongewenste bijgeluiden tot gevolg hebben.
5. Accentfilter (positief of negatief accent), voor karakteristieken zie fig. 18 en 19 +)  
 Regelt een betrekkelijk smal gebied in het frequentiespectrum op of af zonder omliggende delen van het spectrum te beïnvloeden. Met de bij de omroep in gebruik zijnde filters van dit type kan gekozen worden uit de centrumfrequenties 0,7 - 1 - 1,4 - 2 - 2,8 - 4 - 5,6 kHz.  
 Versterking of verzwakking bedraagt maximaal 8 dB, in 4 stappen van 2 dB.  
 Dit filter is zeer geschikt om de verstaanbaarheid te verbeteren met b.v. 2,8 - 4 of 5,6 kHz, het daarboven gelegen gebied wordt niet aangetast zoals bij het kwispelfilter, ruis wordt dan ook niet versterkt. De luidheid kan bij sommige stemmen verbeterd worden met b.v. 1,4 of 2 kHz.  
 Met 0,7 kHz kan nog wel eens iets bereikt worden in het onderste gebied van de klinkers, b.v. bij verkoudheid van de spreker, door ABSENCE toe te passen.

## DE PRAKTIJK

Eerst een algemene opmerking bij het filteren: als we in een kanaal filteren, veroorzaken we ook een faseverschuiving, deze kan bij stereo, als het totale signaal over slechts twee kanalen is verdeeld, van invloed zijn op het monobeeld, zeker bij gebruik van kapfilters. Als we filteren, moeten we dus in beide kanalen filteren, tenzij speciale effecten bereikt moeten worden.

+ ) Er wordt hier herinnerd aan het feit, dat in moderne professionele apparatuur de term FILTER alleen geldt voor kapfilters. Regelbare filters worden daar niet meer met deze term aangeduid, maar met de term EQUALIZER.

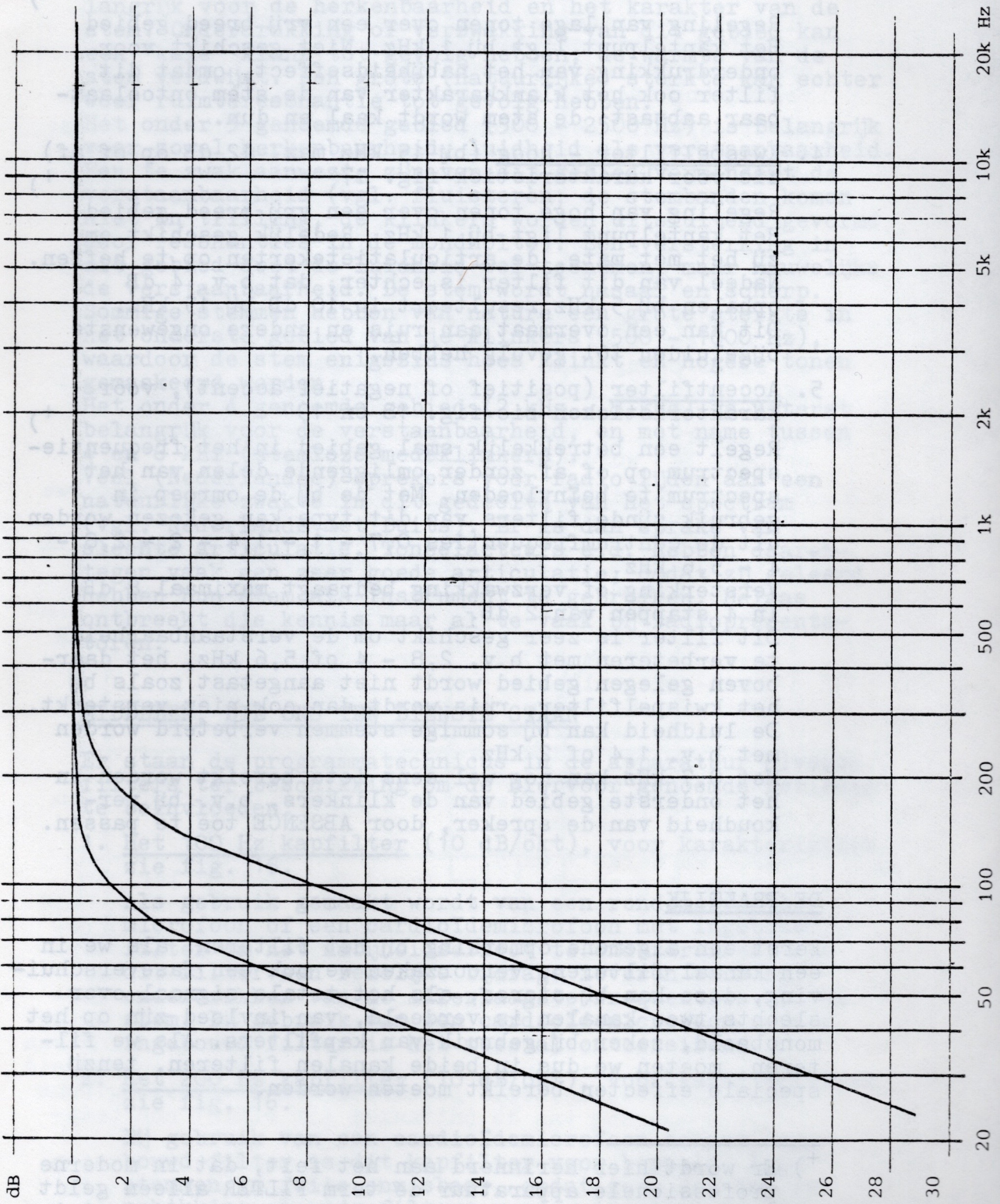


Fig. 16 Karakteristieken 100 Hz en 200 Hz kapfilter

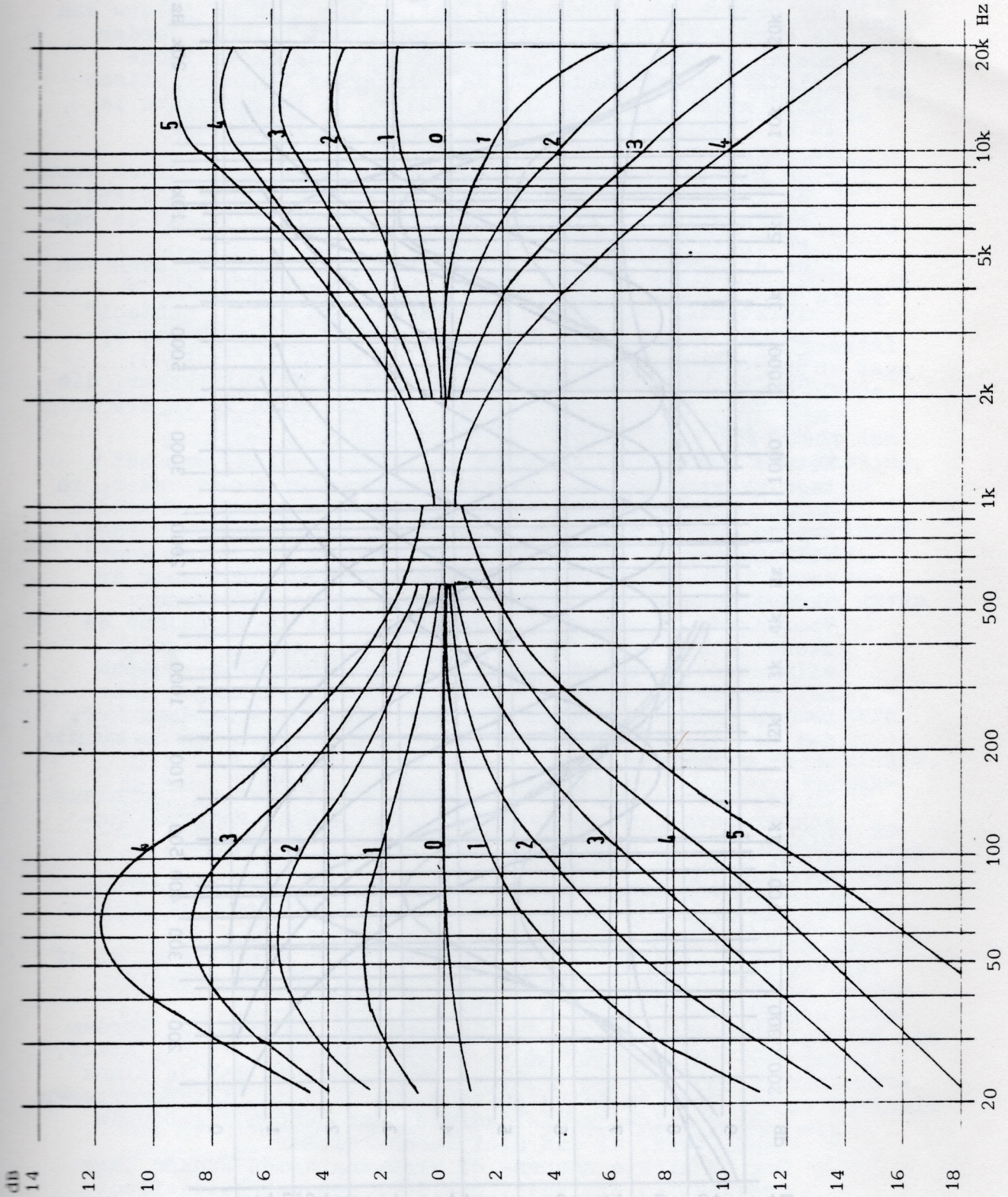


Fig. 17 Karakteristieken Kwispelfilter

Fig. 19 Karakteristieken Accentfilter

— bij 700 Hz en 5,6 kHz

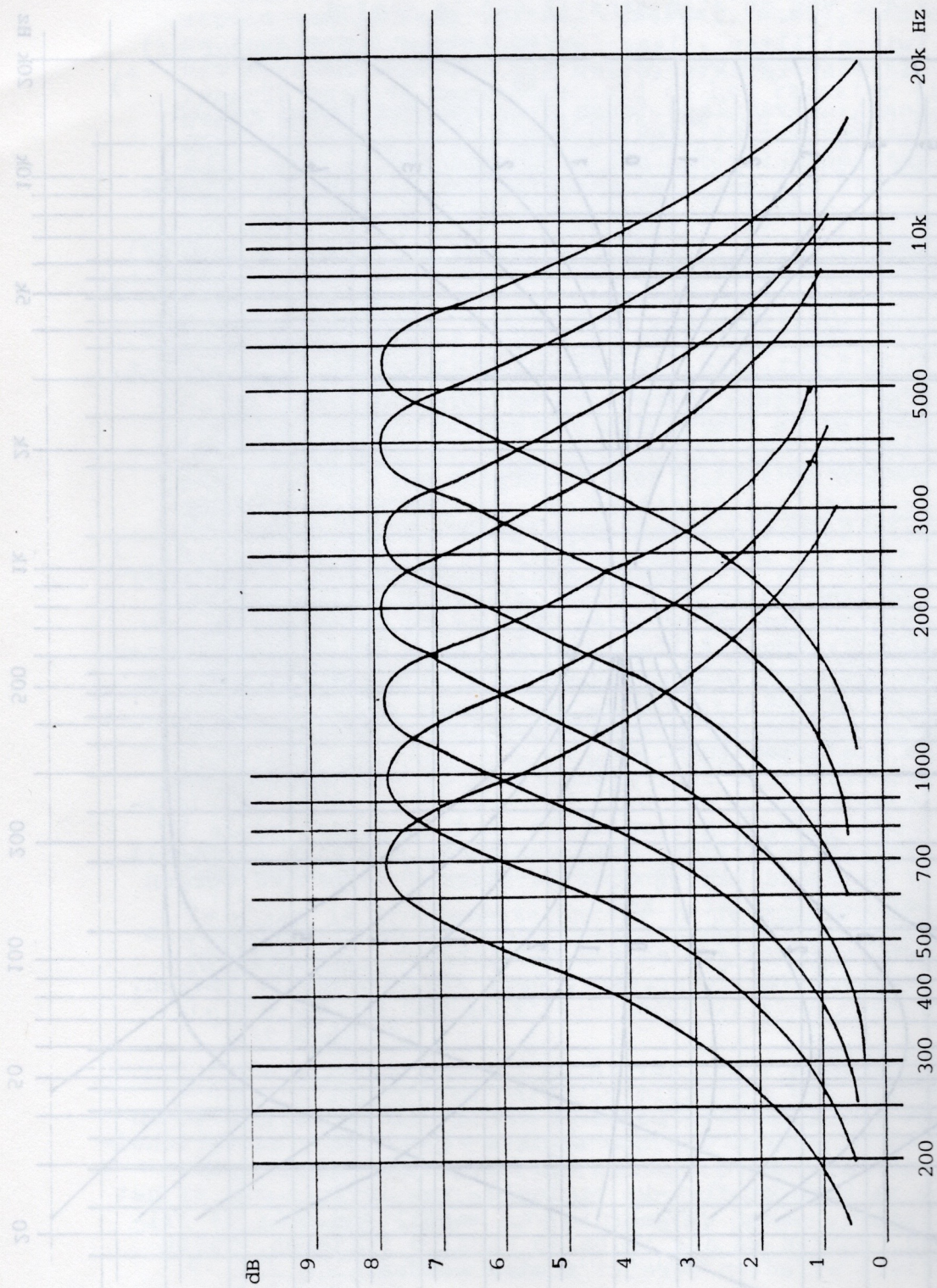


Fig. 18 Centrumfrequenties Accentfilter

Fig. 16 Karakteristieken 100 Hz en 200 Hz accentfilter

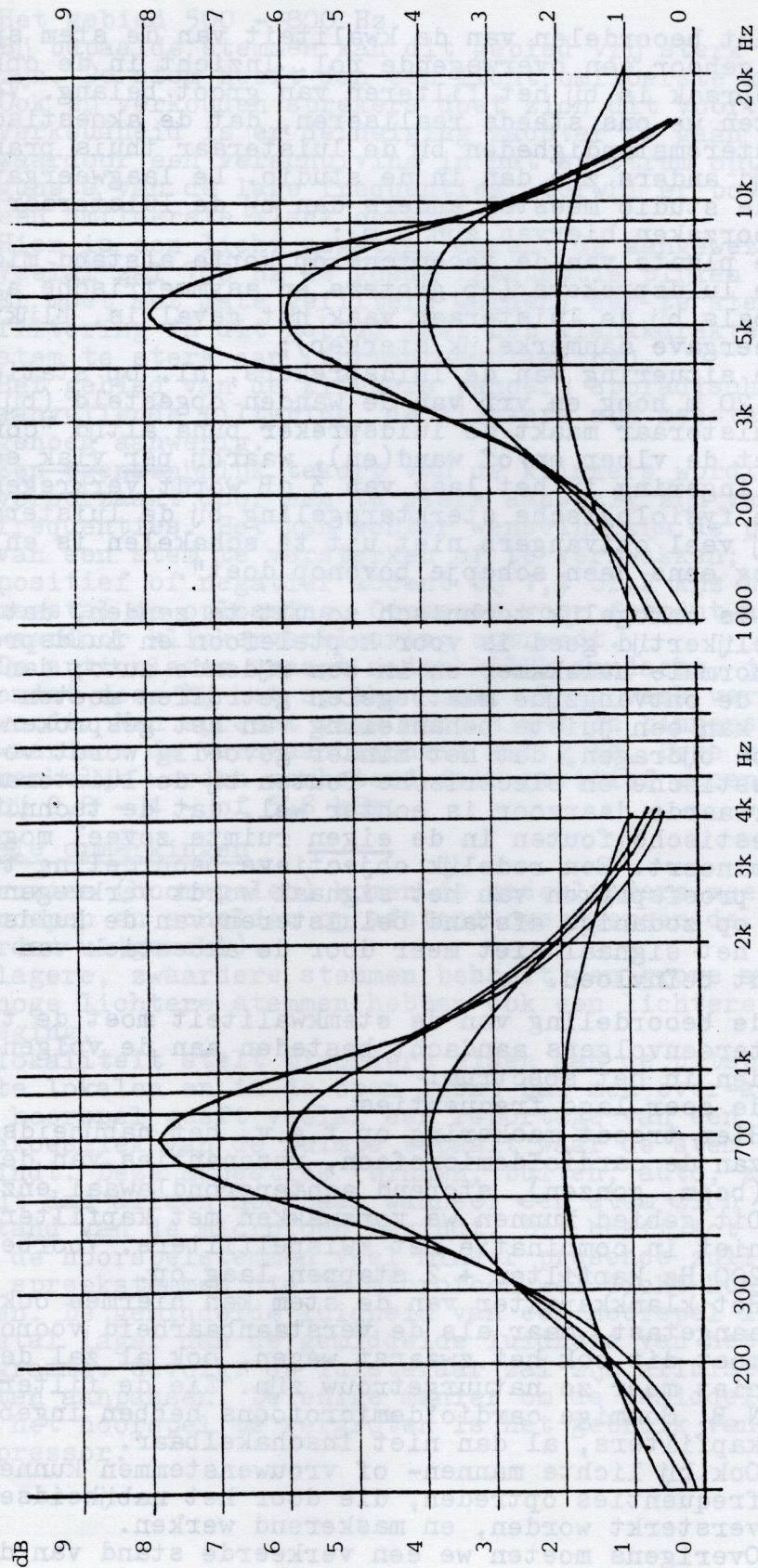


Fig. 19 Karakteristieken Accentfilter  
bij 700 Hz en 5,6 kHz

Bij het beoordelen van de kwaliteit van de stem speelt het gehoor een overwegende rol. Inzicht in de opbouw van de spraak is bij het filteren van groot belang. Verder moeten we ons steeds realiseren, dat de akoestische luisteromstandigheden bij de luisteraar thuis praktisch altijd anders zijn dan in de studio. De laagweergave is in de studio meestal anders dan bij de luisteraar. De oorzaken hiervan zijn o.m.:

- de plaats van de technicus op korte afstand midden voor de luidsprekers (op grotere en asymmetrische afstand, zoals bij de luisteraar vaak het geval is, blijkt de laagweergave aanmerkelijk sterker);
- de situering van de luidsprekers, nl. op statieven van 1.20 m hoog en vrij van de wanden opgesteld (bij de luisteraar maakt de luidspreker bijna altijd "contact" met de vloer en/of wand(en), waarbij per vlak een opslingering in het laag van 3 dB wordt verkregen);
- de fysiologische sterkteregeling bij de luisteraar, die bij veel ontvangers niet uit te schakelen is en die er nog eens "een schepje bovenop doet".

Het is onmogelijk technisch zo uit te zenden, dat het tegelijkertijd goed is voor koptelefoon en luidspreker, in de normale huiskamer en in een rijdende auto; dan zouden aan de ontvangzijde maatregelen getroffen moeten worden. Wel kan een juiste behandeling van het gesproken woord ertoe bijdragen, dat het minder gevoelig wordt voor de akoestische en elektrische fouten bij de luisteraar. Voorwaarde daarvoor is echter wèl, dat de technicus de akoestische fouten in de eigen ruimte zoveel mogelijk elimineert. Een redelijk objectieve beoordeling tijdens het proefspreken van het signaal wordt verkregen door het op zodanige afstand beluisteren van de luidspreker, dat het signaal niet meer door de akoestiek van de ruimte wordt beïnvloed.

Bij de beoordeling van de stemkwaliteit moet de technicus achtereenvolgens aandacht besteden aan de volgende gebieden in het spectrum:

1. de zeer lage frequenties.

Hier treedt maskering op t.g.v. het nabijheidseffect van de cardioïdemicrofoon, resonanties van de ruimte (boem, gonzen), storend achtergrondlawaai enz. Dit gebied kunnen we verzwakken met kapfilters, al of niet in combinatie met kwispelfilters. Voorbeeld: 200 Hz kapfilter + 2 stappen laag op. Het klankkarakter van de stem kan hiermee ook worden aangetast, maar als de verstaanbaarheid voorop staat, moet dit ook het zwaarst wegen, ook al zal de klank niet meer zo natuurgetrouw zijn. Zie de filtergrafieken. N.B. Sommige cardioïdemicrofoons hebben ingebouwde kapfilters, al dan niet inschakelbaar. Ook bij lichte mannen- of vrouwenstemmen kunnen lage frequenties optreden, die door het nabijheidseffect versterkt worden, en maskerend werken. Overigens moeten we een verkeerde stand van de microfoon niet trachten te verbeteren met filters. Bij een te dichtbij besproken microfoon blijft het geluid "wollig" en neigt tot ploppen. De spreker zal dan iets verder van de microfoon weg moeten gaan.

2. Het gebied 500 - 800 Hz.  
 Bij bepaalde stemmen kan dit gebied vrij sterk aanwezig zijn. De stem heeft dan een licht omfloerste keelklank. Ook bij verkouden sprekers doet zich dit voor: door de verkoudheid is er de neiging zachter te gaan spreken, waardoor een verschuiving in het spectrum optreedt ten gunste van de lage frequenties, terwijl er bovendien een omfloerste klank ontstaat.  
 Hier is een licht negatief accent de aangewezen weg. Veelal zal 700 Hz de goede frequentie blijken te zijn. Er moet met mate gefilterd worden; een te sterke filtering in dit gebied tast het klankkarakter van de stem te sterk aan (formant-aantasting).
3. Het gebied van de klinkers behoeft sporadisch een aanvullende filtering, de klinkers zijn meestal sterk genoeg aanwezig.  
 Een ogenschijnlijk tekort van de klinkers wordt meestal veroorzaakt door een te sterk aanwezig zijn van de lage frequenties. Het kan echter wenselijk zijn de presence van een stem te versterken of te verzwakken; een positief of negatief accent bij 1,4 of 2 kHz biedt dan meestal de oplossing. Oppassen voor formant-aantasting, waardoor klinkerverkleuring optreedt.
4. De articulatie vraagt nadrukkelijk aandacht, juist omdat deze bij het spreken maar al te vaak verwaarloosd wordt. Men spreekt vaak nonchalant en binnensmonds, waardoor de verstaanbaarheid matig is. Deze kan aanmerkelijk worden verbeterd door positief accent te geven bij 2,8 - 4 - of 5,6 kHz.

#### Enkele opmerkingen

Bij ruzies (hoorspelen) komen de medeklinkers meer uit, bij roepen en schelden op afstand overheersen de klinkers (worden uitgerekt).

Bij lagere, zwaardere stemmen behoort een grove articulatie, de hoge lichtere stemmen hebben ook een lichtere spraakbeweging.

De lokaliteit stelt bijzondere eisen aan de uitspraak; in grote lokalen en in de open lucht zal men over-articuleren. Het hoorspel geeft veelal een reportage van een gebeuren. De akoestiek van de ruimte bepaalt waar de stem zich bevindt. Deze akoestiek (binnen, buiten, auto, zaal enz) wordt dan alleen hoorbaar wanneer een stem zich op geruime afstand van de microfoon bevindt. Dit heeft tot gevolg, dat de hoorspelstemmen veel minder presence zullen hebben dan spreekstemmen die de microfoon wél dicht kunnen benaderen. De gemiddelde luidheid van een hoorspel ligt dan ook meestal lager dan de gemiddelde luidheid van het totaalprogramma. Gevolg: de luisteraar zal zijn afluistersterkte moeten aanpassen. De enige manier om de gemiddelde luidheid van het hoorspel te vergroten is het gebruik van een compressor.

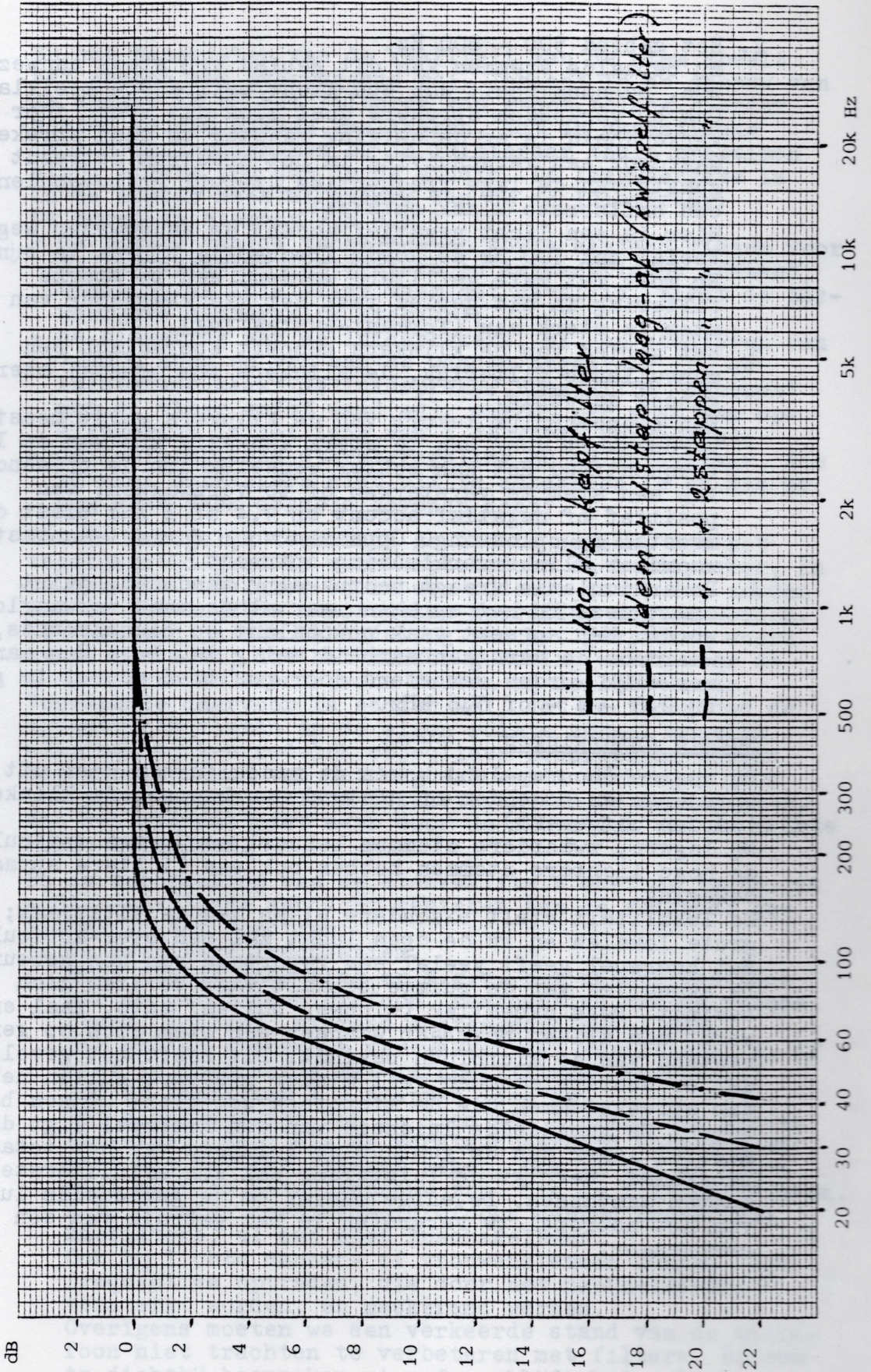


Fig. 20

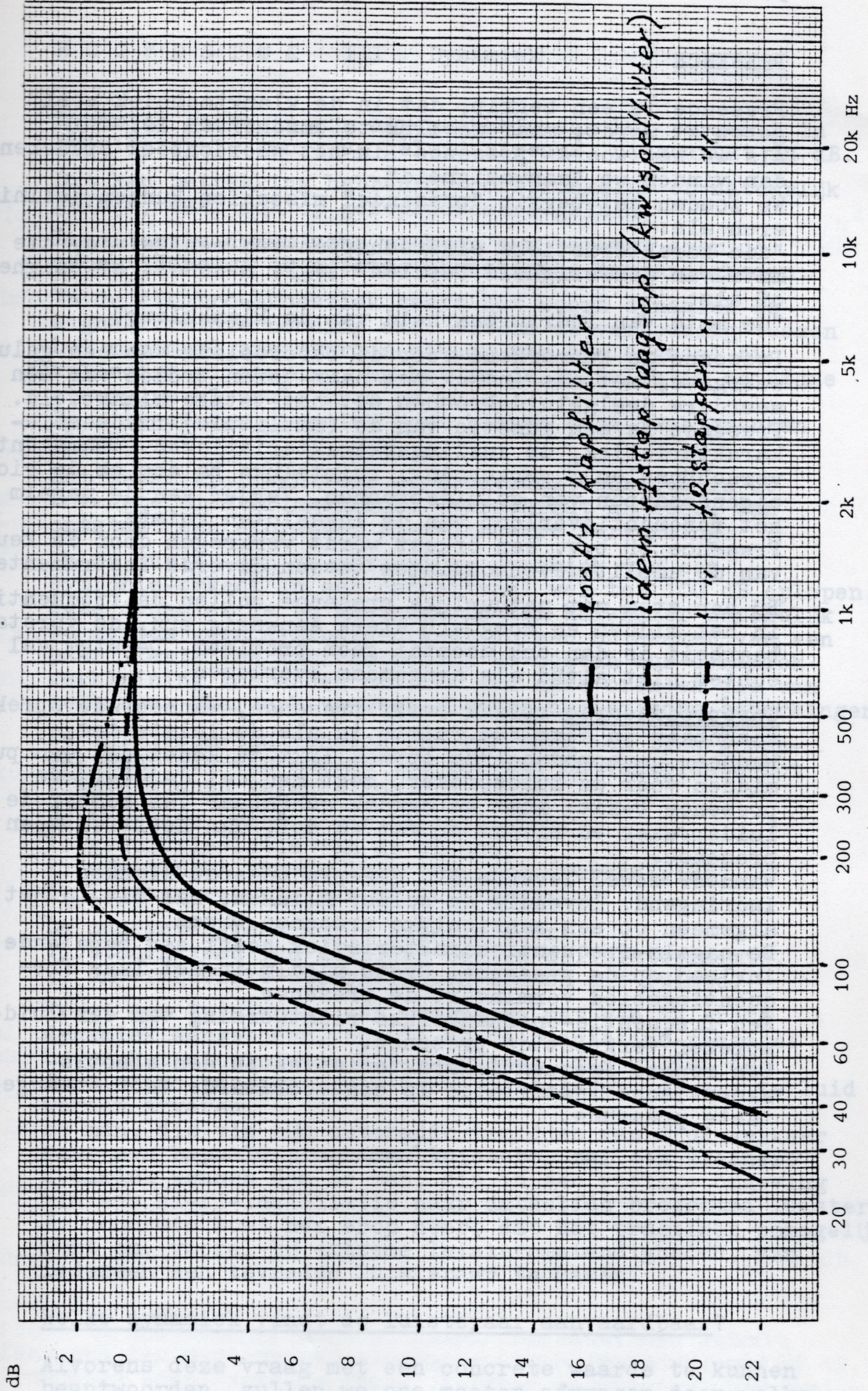


Fig. 21

## PRESENCE

Presence is een begrip, dat in de klanktechniek veel gebruikt wordt, maar moeilijk te omschrijven is.

Als we het woord "presence" in het woordenboek opzoeken, dan vinden we "aanwezigheid".

We zouden het begrip "presence" misschien kunnen definiëren als:

"die karakteristieke eigenschappen van een geluid, die de mate van aanwezigheid bepalen" (vgl. absence: afwezigheid).  
of als:

"de mate van indringbaarheid van de klankkleur".

Presence is kenmerkend voor de beoordeling van een geluidsweergave, met als indruk het naar voren treden van één of meerdere deelgeluidsbronnen uit het totale klankbeeld.

Presence is een functie van de (amplitude) frequentiekarakteristiek, de inslingerkarakteristieken (transiëntverschijnselen), vervorming, ruimtelijke balans en de richteigenschappen van geluidsbronnen. Verder van de nagalm en het resonantieverloop van de ingesloten ruimte.

Presence bij b.v. een orkest wordt verkregen door de keuze van de amplitudeverhoudingen tussen diverse instrumenten.

Bij een stem met natuurlijke presence zullen de frequenties in het midden en hoog vrij sterk aanwezig zijn, de verstaanbaarheid is dan ook meestal geen probleem. De stem zal echter niet altijd als aangenaam overkomen.

Gereproduceerde spraak bezit presence, wanneer de spreker schijnbaar in dezelfde ruimte is als de luisteraar.

Wanneer gereproduceerde spraak lijkt te komen uit een punt midden vóór de luidspreker, zegt men dat de weergave presence bezit; komt de spraak schijnbaar van achter de luidspreker en klinkt zij mat en dof, dan heeft zij geen presence.

Wanneer zowel levende als gereproduceerde klanken indringend, levendig en helder klinken, zal dit in het algemeen op een aanzienlijke presence wijzen.

De nagalm-frequentiekarakteristiek heeft een bepalende invloed op de presence. Grote nagalm in het lage frequentiegebied vermindert de presence.

Een frequentie-onafhankelijke richtwerking van een luidspreker vergroot de presence.

Een rechte frequentiekarakteristiek in een electro-akoestische installatie is een voorwaarde voor onaangestaste presence.

## H O O F D S T U K III Dynamiek

Dynamiek geeft in zijn algemeenheid aan het verschil in geluidsterkte van twee geluidsniveaus, uitgedrukt in dB.

Dit kan betrekking hebben op oorspronkelijk of natuurlijk geluid, maar ook op gereproduceerd geluid.

De uiterste dynamische grenzen zijn beperkt door de akoestische of de electro-akoestische omstandigheden.

In de electro-akoestiek geeft het woord dynamiek de signaal/ruisverhouding aan. Dit is de verhouding tussen het maximaal onvervormde niveau van een signaal bij volledige uitsturing, en het in de installatie ontstane stoorsignaal zoals brom en ruis.

De uitgezonden dynamiek moet binnen deze twee grenzen blijven.

Het meest kritisch voor de programmatechnicus is de bovenste uitsturingsgrens. Overschrijdt hij deze, dan ontstaat een storende, niet-lineaire vervorming.

In de muziek kan de natuurlijke dynamiek van een symfonie-orkest in een concertzaal wel tot 100 dB oplopen, deze dynamiek is bij weergave in een huiskamer onmogelijk. We zetten geen symfonie-orkest in een huiskamer van een paar tientallen kubieke meter; we moeten dus dynamiekverkleining toepassen omwille van onze oren en die van de burens. Maar ook vanwege electro-akoestische beperkingen.

De luisteromstandigheden zijn gebonden aan twee grenswaarden, die van moment tot moment, en van plaats tot plaats kunnen verschillen.

De bovenste grens wordt bepaald door:

1. geluidsisolatie van de ruimte,
2. afmetingen van de luisterruimte (verzadiging),
3. luistergewoonte van de luisteraar.

De onderste grens wordt bepaald door:

1. stoorniveau van geluiden buiten de luisterruimte,
2. onvermijdelijke stoorgeluiden binnen die ruimte.

Krijgt een luisteraar een programma met een te grote dynamiek aangeboden, en wil hij de pianissimo-passages boven het stoorniveau uit waarnemen, dan zullen de fortissimo-passages geluidsoverlast geven, of als te luid worden ervaren.

De man, die via zijn autoradio temidden van druk verkeer naar een bepaald programma luistert, zal een kleinere dynamiek wensen dan de man, die in een rustige omgeving via een hi-fi-installatie naar datzelfde programma luistert. In concreto komt het erop neer, dat het praktisch onmogelijk lijkt om, vooral bij extreme luisteromstandigheden, van iedereen een tevreden luisteraar te maken.

### Welke dynamiek vindt de luisteraar aanvaardbaar?

Alvorens deze vraag met een concrete waarde te kunnen beantwoorden, zullen we ons moeten afvragen door welke factoren deze waarde bepaald wordt.

Deze factoren zijn:

1. Artistieke factoren,
2. Technische factoren,
3. Woon/luister-omstandigheden.

1. Artistieke factoren.

Eerder is betoogd, dat we bij radio een zo getrouw mogelijk beeld van de werkelijkheid moeten overbrengen. Dit pleit dus voor een natuurgetrouwe dynamiek.

2. Technische factoren.

Met name luisteraars in de randgebieden van een zender kunnen hinder ondervinden van een zwakker antennesignaal en daardoor van een ongunstiger signaal/ruisverhouding.

3. Woon/luister-omstandigheden.

Men kan onder uiteenlopende omstandigheden wonen en luisteren. Om twee uitersten te noemen: een vrijstaand huis in een grote tuin, en een flat aan een drukke verkeersweg met verkeerslichten voor de deur (optrekkend verkeer maakt meer lawaai dan een continue verkeersstroom). Flatbewoners kunnen behalve van buiten komend lawaai ook nog eens geplaagd worden door "hoorbare" burenen.

De factoren 2 en 3 pleiten voor een dynamiek-beperking, factor 1 pleit daarentegen voor een grotere dynamiek.

Als de drie factoren afzonderlijk worden bekeken, dan geldt eigenlijk voor alle drie hetzelfde: ze zijn stuk voor stuk even belangrijk.

Helaas kunnen ze niet bij elkaar opgeteld worden.

Toch moet er een waarde gevonden worden, waarbij deze drie factoren zoveel mogelijk tot hun recht komen.

We verdiepen on eerst eens in punt 3: de woon/luister-omstandigheden.

Wat gebeurt er in een normaal huis als men naar de radio luistert?

Wat hoort men behalve de radio nog meer?

1. extern lawaai (verkeer, burenen)
2. intern lawaai (huisgenoten, huisgeruis)

Bepalend voor de ondervonden (externe) geluidshinder is de isolatiewaarde van ramen, muren, vloeren en plafonds.

Deze isolatiewaarde kan worden uitgedrukt in de formule:

$i = 20 \log \omega m - 58,5$  (dB), waarin  $\omega = 2\pi f$  (= tweemaal de frequentie),  $m =$  gewicht in  $\text{kg/m}^2$ .

Uit de formule blijkt, dat een verhoging van de frequentie of van de massa (of beide) een betere isolatie geeft, en omgekeerd.

Een verdubbeling geeft een isolatiewinst van 6 dB, want  $20 \log 2 = 20 \times 0,3 = 6$ .

Omdat een isolatieberekening slechts voor één frequentie tegelijk mogelijk is, en geluid daarentegen uit een veelheid van frequenties bestaat, wordt om praktische redenen

vaak van 500 Hz uitgegaan, dat is het logaritmisch gemiddelde tussen 100 en 3000 Hz.

Bij hi-fi-weergave is het reëel uit te gaan van een veel lagere frequentie. Bij sommige muziekuitzendingen wordt b.v. 40 Hz nog onverzwakt uitgezonden.

In de huidige bouw wordt veelal een éénsteensmuur als scheidingsmuur toegepast, met een massa van ca.  $400 \text{ kg/m}^2$ . Voor deze twee waarden geldt dan een demping van 41,5 dB. Welke consequenties deze waarde heeft voor de dynamiek van het radioprogramma, is zichtbaar in fig. 22.

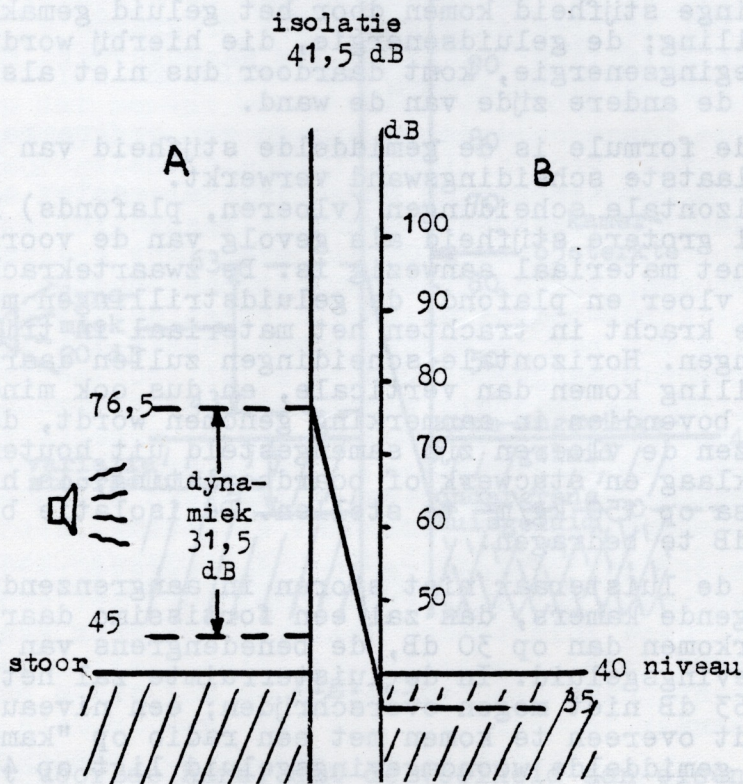


Fig. 22

Voor beide burenen is het stoorgeluid gelijk, nl. 40 dB. Wil de bewoner van huis B geen hinder ondervinden van de radio in huis A, dan zal een ff-passage in huis B onder het stoorniveau moeten blijven, b.v. op 35 dB. In huis A zal het maximum dan mogen liggen op  $35 + 41,5 = 76,5$  dB.

Wil de bewoner van huis A de pp-passages nog boven het stoorgeluid kunnen waarnemen, dan zullen deze tenminste 5 dB boven het stoorgeluid moeten liggen, dit is op 45 dB. De dynamiek bedraagt nu dus  $76,5 - 45 = 31,5$  dB.

Is deze dynamiek nu aanvaardbaar?

Als in aanmerking genomen wordt, dat voor een normale woonkamer de radio-luistersterkte ligt tussen 60 en 65 dB, zal een niveau tussen 75 en 80 dB niet geaccepteerd worden.

Bij de isolatieberekening zijn bovendien enkele zaken niet in de berekening betrokken.

Zo is uitgegaan van een massa van  $400 \text{ kg/m}^2$ . Dit is een juiste waarde, als het gaat om de isolatie t.o.v. een belendend perceel.

Geluidsoverlast kan ook optreden binnenshuis, naar b.v. studeer- of slaapkamers. Kamerscheidingswanden worden voornamelijk halfsteens opgetrokken, terwijl bovendien vaak van een lichtere steensoort gebruik wordt gemaakt. De massa komt daardoor zeker onder de  $200 \text{ kg/m}^2$ .

Niet alleen de massa, maar ook de stijfheid van de scheiding is bepalend voor isolerende eigenschappen. Wanden met een geringe stijfheid komen door het geluid gemakkelijk in trilling; de geluidsenergie, die hierbij wordt omgezet in bewegingsenergie, komt daardoor dus niet als "geluid" aan de andere zijde van de wand.

In de formule is de gemiddelde stijfheid van een verticaal geplaatste scheidingswand verwerkt.

Horizontale scheidingen (vloeren, plafonds) hebben een veel grotere stijfheid als gevolg van de voorspanning, die in het materiaal aanwezig is. De zwaartekracht "trekt" aan vloer en plafond; de geluidstrillingen moeten tegen deze kracht in trachten het materiaal in trilling te brengen. Horizontale scheidingen zullen daarom minder in trilling komen dan verticale, en dus ook minder isoleren. Als bovendien in aanmerking genomen wordt, dat bij zeer veel huizen de vloeren zijn samengesteld uit houten vloerdelen, balklaag en stucwerk of boardbeplating, is het reëel om de massa op  $150 \text{ kg/m}^2$  te stellen. De isolatie blijkt dan 33 dB te bedragen.

Wil de luisteraar niet storen in aangrenzende of bovenliggende kamers, dan zal een fortissimo daar niet sterker doorkomen dan op 30 dB, de benedengrens van woon(huis)- en omgevingsgeluid. In de luisterruimte zal het niveau dan de 63 dB niet mogen overschrijden; een niveau dat geacht wordt overeen te komen met een radio op "kamersterkte". Het gemiddelde woonomgevingsgeluid ligt op 40 dB (dat is 10 dB boven de hiervoor genoemde benedengrens).

Wil dus voorkomen worden, dat de luisteraar bij de geringste stijging van het omgevingsgeluid tijdens een pianissimo onmiddellijk naar de knop moet grijpen omdat het geluid niet hoorbaar blijft, dan zal dat pianissimo niet onder de 40 dB grens mogen komen.

De dynamiek blijkt hiermee bepaald, en wel op  $63 - 40 = 23 \text{ dB}$  (zie fig. 23).

Als in de praktijk zou worden uitgegaan van een gemiddelde dynamiek van 20 dB, zou daarmee een groot aantal klachten van luisteraars geëlimineerd kunnen worden.

In een aantal gevallen zal echter blijken, dat de berekende dynamiek niet haalbaar is, hetzij uit artistiek oogpunt, hetzij op programmatische gronden. Dit mag echter nooit een vrijbrief zijn om de aandacht m.b.t. de dynamiekbeperking te laten verslappen. Men zal zich keer op keer moeten

afvragen, of een overschrijding van de berekende waarde op de hiervoor genoemde gronden werkelijk noodzakelijk is, en hoe groot die overschrijding dan moet zijn om aan de gestelde eisen te voldoen.

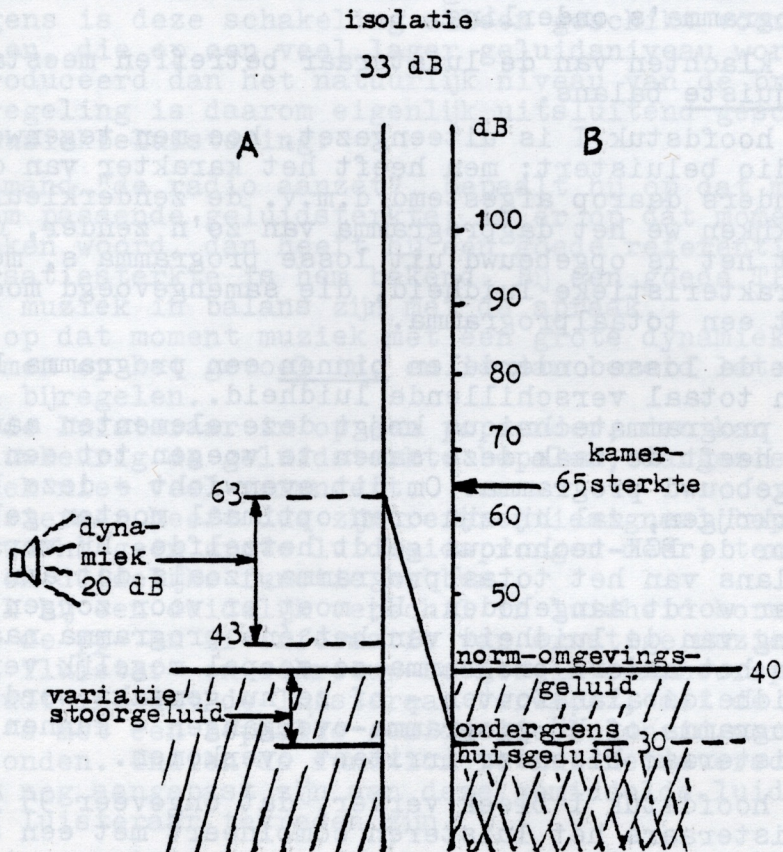


Fig. 23

Het ligt voor de hand, dat de veelheid aan eisen, gesteld aan de dynamiek aan de ontvangzijde, niet door één uitsturingsproces te verwezenlijken is.

In het algemeen zal men zelden een dynamiek wensen groter dan 40 dB, meestal een véél geringere.

Overigens ontwikkelt ons gehoor een expanderfunctie bij een hoge geluidsterkte. Een geluidsniveauschommeling van 10 dB in een lawaaiige auto kan hetzelfde effect hebben als een niveauschommeling van 30 dB thuis in een rustige omgeving.

Bij extreem hoge eisen zullen echter aan de ontvangzijde voorzieningen getroffen moeten worden (compressors-expanders).

Nog een punt, dat de luisteraar bij beoordeling van de dynamiek bepaalt, is de hoorbaarheid van de zenderruis bij korte of langere pauzes. Deze eis treft echter de systeem-dynamiek. Een signaal/ruisverhouding van 40 dB is bij afluistering onder bijzonder goede omstandigheden gewenst. Hier kunnen bij de ontvanger ruisonderdrukpers een oplossing bieden.

In het randgebied van een zender kan de signaal/ruisverhouding echter kleiner zijn.

## H O O F D S T U K IV De Balans

Met de balans bedoelen we de verhouding tussen de gemiddelde luidheden binnen een programma en tussen programma's onderling.

De klachten van de luisteraar betreffen meestal een onjuiste balans.

In hoofdstuk I is uiteengezet, hoe men tegenwoordig de radio beluistert; men heeft het karakter van de diverse zenders daarop afgestemd d.m.v. de zenderkleuring. Bekijken we het dagprogramma van zo'n zender, dan zien we dat het is opgebouwd uit losse programma's, met een eigen karakteristieke luidheid, die samengevoegd moeten worden tot een totaalprogramma.

Ook de losse onderdelen binnen een programma hebben vaak een totaal verschillende luidheid. De programmatechnicus krijgt deze elementen aangeboden, en heeft de taak deze samen te voegen tot een evenwichtig opgebouwd programma. Om dit evenwicht - deze balans - te verkrijgen, zal hij zijn oren optimaal moeten gebruiken. Voor de ECK-technicus geldt hetzelfde. Hij verzorgt de balans van het totaalprogramma, zoals dat aan de luisteraar wordt aangeboden. Hij moet er voor zorgen, dat de overgang van de luidheid van het éne programma naar de luidheid van het andere programma zo soepel mogelijk verloopt. Luidheidsbalansfouten - of ze nu gemaakt worden binnen een programma of bij programma-overgangen - kunnen bij de luisteraar bijzonder irritant overkomen.

In hoofdstuk I bleek verder, dat ongeveer 95 % van de luisteraars het luisteren combineert met een andere bezigheid; deze luisteraars zullen een minder grote dynamiek wensen.

De resterende 5 % beschouwen we als echte programma-luisteraars.

Wat de balans betreft zal ieder zijn eisen hebben. Deze eisen zijn zeer individueel, en afhankelijk van de ouderdom-toestand van het gehoor, de luister-ervaring, het verwachtingspatroon en de luisteromstandigheid.

Zo is de klacht van iemand, die - terwijl de radio in de kamer staat - in de keuken wel de muziek, maar niet het gesproken woord kan volgen, alleen op te lossen door in de keuken een tweede toestel te plaatsen.

Er zijn ook luisteraars, die - door het geluidsniveau van de muziek extreem hoog op te voeren - van hun huiskamer een concertzaal willen maken. Hun klacht, dat de omroeper nu veel te luid klinkt, is door middel van de TPP niet op te lossen.

Ook door te zacht af te luisteren kunnen balansklachten ontstaan. Deze luisteraar gebruikt de muziek als achtergrond, als stilteverdrijver. Het enige gesproken woord, waar hij belang in stelt, is dat van de omroeper. Dit moet hem informeren over het moment waarop hij de achtergrondsterkte van zijn radio moet opkrikken tot een normaal af luisterniveau. Dit houdt in, dat hij wil, dat de omroeper luider klinkt dan de muziek.

Er zijn ook luisteraars, die klagen, dat zij - als zij op een ander afluisterniveau overgaan - de stand van de toonregelaar(s) moeten wijzigen. Deze klacht kan de luisteraar voorkomen door gebruik te maken van de contour- of loudness-schakeling in het toestel. Overigens is deze schakeling alleen geschikt voor signalen, die op een veel lager geluidsniveau worden gereproduceerd dan het natuurlijk niveau van de bron. Deze regeling is daarom eigenlijk uitsluitend geschikt voor muziekbeluistering.

Als iemand "de radio aanzet", bepaalt hij op dat moment een hem passende geluidsterkte; is er op dat moment gesproken woord, dan heeft hij een goede referentie: de conversatiesterkte is hem bekend. Bij een goede TPP zal dan de muziek in balans zijn met de spraak.

Is er op dat moment muziek met een grote dynamiek, dan stelt men op het gevoel in, en is dan bereid later te moeten bijregelen.

Stelt de luisteraar in op een popzender, dan kan hij vrij nauwkeurig de geluidsterkte bepalen, aangezien de dynamiek niet veel verandert.

De luisteraar heeft dus zijn referentiesignaal bepaald, en verwacht geen grote luidheidsprongen meer, tenzij deze een duidelijke functie hebben.

Dan wil hij een duidelijk verschil in luidheid horen tussen de pp- en ff-informatie van ernstige muziek, en tussen fluister- en schreeuw-scenes in een hoorspel. Dit houdt in, dat de luisteraar verwacht, dat de programma's met een bepaalde gemiddelde luidheid worden uitgezonden. Indien de functionele luidheidsverschillen nu ook nog aangepast zijn aan deze gemiddelde luidheid, zal de luisteraar tevreden zijn.

Nu kan men stellen, dat ieder muziekstuk gevormd wordt d.m.v. artistieke en/of dramatische luidheidsverschillen. Ditzelfde geldt ook voor praktisch al het gesproken woord. Zou dit niet zo zijn, dan zou het bijzonder vermoeiend en onaangenaam zijn om naar te luisteren.

Ook de omroeper maakt gebruik van deze functionele luidheidsverschillen: zijn aan- en afkondigingen zijn immers qua luidheid gebonden aan de inhoud van een bepaald programma.

### Samenvatting

Voor een goede balans is de gemiddelde luidheid verantwoordelijk, en dat is wat we horen en niet wat de meter aangeeft. De meter is slechts een hulpmiddel bij de dynamiek-instelling.

Wanneer de luisteraar, voor het bepalen van de door hem gewenste afluistersterkte, muziek of programmagebonden gesproken woord gebruikt, dan bestaat de mogelijkheid, dat de inhoud van dat signaal een luidheid heeft, die boven of onder de gemiddelde luidheid van dat programma ligt. Hij zal dan meestal later een eenmalige correctie op deze afluistersterkte moeten aanbrengen.

## De techniek

Voordat we een programma gaan opnemen of uitzenden, moeten we vaststellen voor welke zender we werken, en daarna bepalen wat de functie is van het gesproken woord en/of de muziek in dat programma.

Dit wat betreft de verstaanbaarheid en de luidheid, om een evenwichtige balans te kunnen maken, zowel tussen de verstaanbaarheid en de luidheid, als tussen de luidheid van het gesproken woord en de luidheid van de muziek.

Het karakter van muziek en spraak is duidelijk verschillend.

Muziek: Al naar gelang de aard van de muziek wijken de amplituden onderling sterk van elkaar af; toonhoogte, luidheid en klank veranderen voortdurend.

Spraak: dit is t.o.v. muziek meer geordend. Bij normaal gesproken informatieve tekst zijn de specifieke eigenschappen: korte pauzes, een klankkleur en luidheid, die vrij constant zijn. Bij artistiek-suggestieve spraak zullen luidheid, tempo en klankkleur meer variëren. Deze elementen worden gebruikt als een vorm van uitdrukkingsvermogen, die wordt bepaald door de presentator zelf of door de regisseur (DJ's en hoorspelen).

Er zijn geen vaste getallen te geven voor de instelling van de verschillende onderdelen.

Wel kunnen we diverse punten overwegen.

De afluistersterkte in de werkruimte constant houden op 60 tot 75 foon (normale conversatiesterkte).

Uitgaan van 100 % uitsturing.

Spraak: bij een causerie de gemiddelde luidheid constant houden. Zijn er meerdere sprekers, dan zal er toch een gemiddelde luidheid moeten blijven bestaan.

Nederlanders hebben de neiging de voor een zin benodigde ademspanning tegen het eind van de zin te laten verminderen. Let maar eens op bij hoeveel sprekers het einde van een zin moeilijker te verstaan is; het is een kenmerk van een geschoolde spreker, dat hij de ademspanning onderhoudt "tot over de punt".

Bij reportages en aktualiteitenrubrieken hebben we met veel meer factoren rekening te houden. Hier moeten we een balans maken tussen de presentator en allerlei andere stemmen en geluiden die op stemmen lijken; soms stemmen die vervormd zijn ten gevolge van de transmissie: telefoon, fluittonen, niveauschommelingen, holle akoestiek en achtergrondlawaaï.

Met de ons ten dienste staande technische middelen kunnen we hier vaak heel wat verbeteren, als we maar bedenken, dat hier de verstaanbaarheid steeds het belangrijkste punt is.

Het verdient aanbeveling de luidheid van de presentatie niet te laten overheersen over de minder goede verstaanbaarheid van andere items. Bij reportages met stoorniveau kunnen we vaak met succes het 200 Hz kapfilter gebruiken omwille van de verstaanbaarheid bij de luisteraar thuis, al klinkt de stem dan iets kaler.

Programmamedewerkers, die zelf vraaggesprekken opnemen, moeten er aan denken, dat vraag en antwoord vaak even belangrijk zijn. Het komt voor, dat de vragen - door een verkeerd microfoongebruik - veel minder luid klinken dan de antwoorden, of omgekeerd. Meestal zijn deze bij de opname ontstane balansfouten door de programmatechnicus niet meer recht te trekken.

Het telefoongesprek is soms een probleem op zich. Omdat alleen de frequenties tussen 300 en 3400 Hz worden doorgelaten, is de grondtoon van de stem uitgefilterd, toch blijven we de oorspronkelijke toonhoogte van de stem horen. De informatie van die grondtoon blijft bewaard in de afstand tussen de harmonischen. Bij een grondfrequentie van 100 Hz zullen de harmonischen steeds 100 Hz van elkaar verwijderd zijn. De smalle frequentieband, de simpele microfoon en de lijn veroorzaken een kaal onnatuurlijk geluid, dat echter een grote presence kan hebben tengevolge van pieken in de klinkers. Telpulsen en andere storingen maskeren vaak de verstaanbaarheid.

Met onze filters en een goed ingestelde begrenzer kan er veel verbeterd worden.

Met een terts-equalizer kunnen we het beste de diverse pieken bewerken.

#### Overgangen bij luidheden van verschillend karakter

Een essentiële basis is de hypothese, dat onze waarneming voor veranderingen van de geluidsintensiteit in tijd begrensd is. Het omvat waarschijnlijk de laatste 10 seconden.

Derhalve zullen de meeste luisteraars tevreden zijn met een aanpassing aan het luidheidskarakter van het voorgaande van vooral de laatste 10 seconden. Langzame niveauveranderingen van  $\pm 5$  dB worden praktisch niet opgemerkt, zelfs niet binnen 10 sec.

Luidheidssprongen zijn niet altijd te vermijden, en worden tussen blokken van totaal verschillend karakter wel geaccepteerd, maar niet binnen één programma. Veel kan worden opgevangen door zo mogelijk een pauze in te lassen. Maar we moeten wel bedenken, dat verrassende en onaangename geluidsmomenten vergelijkenderwijs een grote intensiteit hebben, b.v. een aankondiging na een pauze wordt luider ervaren dan direct na een luid muzieslot.

Bij overgangen van muziek naar spraak of van muziek naar muziek speelt de luidheid van de laatste resp. laatste en eerste maten een rol. Een zacht slot vereist een minder luide afkondiging dan een luid slot.

Bij de overgang van spraak naar muziek neemt de luisteraar méér op de koop toe, omdat zijn verwachtingspatroon omtrent de muziek niet vaststaat, en hij bereid is zich daarop in te stellen. Het karakter van de muziek is hier natuurlijk bepalend, in grote lijnen kan men zeggen, dat E.M. een grote en L.M. een kleine dynamiek heeft. Bij L.M.-overgangen kan dan ook het beste op gelijke gemiddelde luidheid ingesteld worden, de laatste 10 sec. zijn daar belangrijk voor de aansluiting.

Bij E.M.-E.M.-aansluitingen, bijvoorbeeld bij het aansluiten van diverse delen van een muziekstuk, moet het karakter en de gemiddelde luidheid van het totale stuk beoordeeld worden. Met voldoende lange pauzes kan veel worden opgevangen; is daar geen tijd voor, dan moeten we zoveel mogelijk met aanpassende niveaus werken.

De overgang van E.M. naar spraak is de lastigste; we kunnen hier niet uitgaan van gelijke luidheid, maar moeten het totale karakter en de slotmaten beoordelen en daar de stem op aanpassen; de stem zal meestal 6 à 9 dB onder de piekwaarde van de muziek komen te liggen, afhankelijk van het karakter van de stem.

Nogmaals: een zacht slot vraagt een minder luide stem-aanpassing dan een fff-slot. Ook hier doen ingelaste pauzes wonderen.

### Tenslotte

De natuurlijke dynamiek en de luidheidsverschillen zijn bij E.M. veel groter dan bij spraak. De informatieve spraak heeft een min of meer vast luidheidsniveau: de conversatiesterkte, de luisteraar wenst hierbij in het algemeen geen grote afwijkingen.

Het is dan ook een verkeerde gedachte bij E.M.-programma's de luidheid van de spraak op te voeren d.m.v. begrenzers. Bij te zacht afluisteren zou men de neiging kunnen hebben dit wèl te doen.

Uit binnengekomen brieven blijkt tevens, dat de luisteraars van Hilversum 4 in het algemeen harder afluisteren dan op andere zenders (hoort u die reus van een omroeper nu ook?). Bovenstaande is natuurlijk ook het geval bij het uitzenden van b.v. geestelijke liederen, die in een vrij ruime kerkakoestiek zijn opgenomen.

Een optimale ontvanger voor iedere luisteraar kan alleen bereikt worden als aan de ontvangzijde het afluisterniveau voor spraak en muziek afzonderlijk ingesteld zou kunnen worden!

Voor de "liefhebbers" onder de ontvangerconstructeurs is hier nog een open terrein.

## H O O F D S T U K V Afluistersterkte en -ruimte

Zoals bekend is de gevoeligheid van het gehoor frequentieafhankelijk. Voor het middengebied is het gehoor gevoeliger, in het laag en hoog duidelijk ongevoeliger, afhankelijk van de afluistersterkte. Een en ander wordt weergegeven in de z.g. gehoorkrommen, besproken in hoofdstuk II, fig. 1.

Welke invloed heeft de afluistersterkte op de TPP ?

- De afluistersterkte kan de te maken klankbalans beïnvloeden;
- De afluistersterkte kan de verhouding muziek/gesproken woord beïnvloeden;
- De afluistersterkte kan, op kortere of langere termijn, het gehoor tijdelijk of permanent beschadigen, of tenminste de perceptibiliteit beïnvloeden.

### Afluistersterkte / klankbalans.

Zoals de gehoorkrommen de gevoeligheid van het gehoor aangeven, zo kennen wij in de electronica de lineaire frequentiearakteristiek van versterkers, die de onderlinge sterkteverhouding van de frequenties weergeeft aan de uitgang van de versterker. Omdat de gehoorkrommen in wezen de versterkingseigenschappen van het gehoor weergeven, zouden we de gehoorkrommen ook op deze wijze kunnen tekenen, ze worden dan omgedraaid.

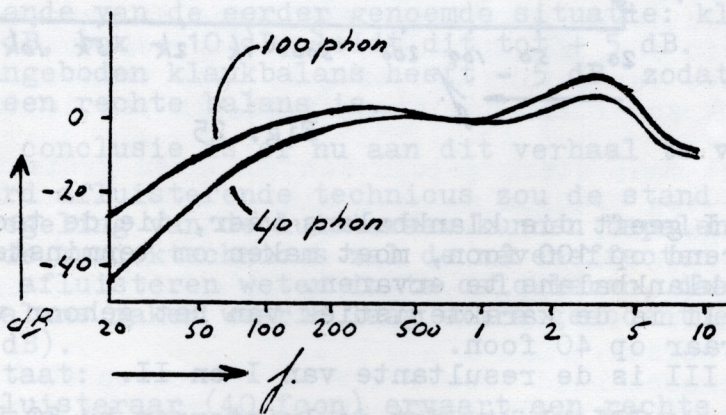


Fig. 24

In fig. 24 hebben we op deze wijze twee krommen van uiteenlopende niveaus getekend, nl. de 40 foon- en de 100 foon-kromme. Beide krommen zijn op elkaar geprojecteerd met 1000 Hz als gemeenschappelijk punt. Uit de figuur blijkt, dat het gehoor in het laag afvalt afhankelijk van het afluisterniveau; hieruit blijkt duidelijk de rol van de afluistersterkte op de frequentie- karakteristiek van het gehoor.

De te maken klankbalans wordt dus mede bepaald door de af luistersterkte. Bij 50 Hz bedraagt het relatieve verschil hier 15 dB.

Er is al eerder betoogd, dat radio niet kan werken voor de individuele luisteraar, al die verschillende luisteraars wordt één en hetzelfde programma aangeboden. Als radiomakers moeten we ons daarom richten op de meest voorkomende luisteraar.

Welke verschillen bestaan er nu tussen de technicus en de gemiddelde luisteraar:

- de luisteraar luistert zachter af;
- zijn gehoor heeft, op dat niveau, een andere frequentie-karakteristiek.

Gevolg daarvan is, dat de luisteraar (op 40 foon) een andere klankbalans ervaart dan de technicus (100 foon).

Tekenen we nu de beide situaties in een figuur (fig. 25):

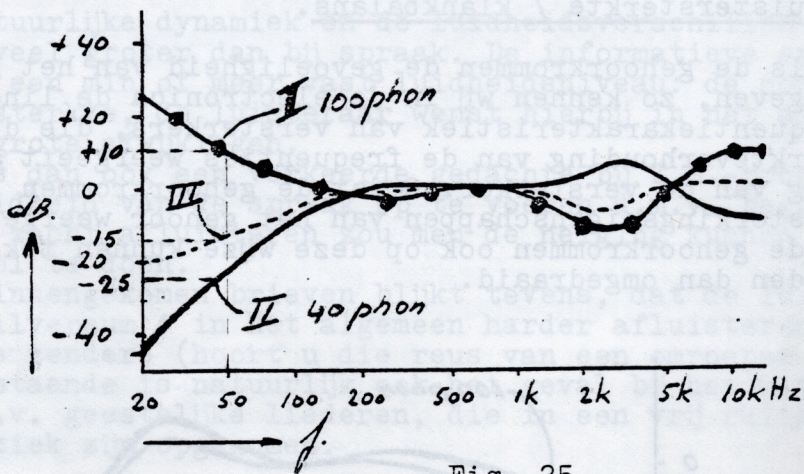


Fig. 25

Kromme I geeft die klankbalans weer, die de technicus, luisterend op 100 foon, moet maken om tenminste een rechte klankbalans te ervaren.

Kromme II is de karakteristiek van het gehoor van een luisteraar op 40 foon.

Kromme III is de resultante van I en II.

Uit kromme III blijkt, dat de luisteraar bij 50 Hz met een laag-afval van 15 dB wordt geconfronteerd. Dit laag-afval van 15 dB kan nog net gecorrigeerd worden met een gemiddelde toonregeling van een ontvanger. Een andere factor, die er nog bij komt, is de luidspreker. Een box uit de middenklasse valt zo'n 10 dB af bij 50 Hz. De toonregeling stond al op maximum laag ingesteld, m.a.w. de luisteraar blijft een "mager" geluid houden.

De enige en juiste remedie is, dat de hard af luisterende technicus in de klankbalans rekening moet houden met de zachter af luisterende luisteraar.

Hoe is de verhouding tussen een RK-technicus en de luisteraar?

In de RK wordt in doorsnee zachter afgeluisterd dan in een CK.

Gaan we ervan uit, dat het niveau in een RK 70 foon bedraagt, dan geldt weer dezelfde procedure (zie nu fig. 26): kromme I is de dan gemaakte klankbalans, II de karakteristiek van het gehoor van de luisteraar, en III de resultante.

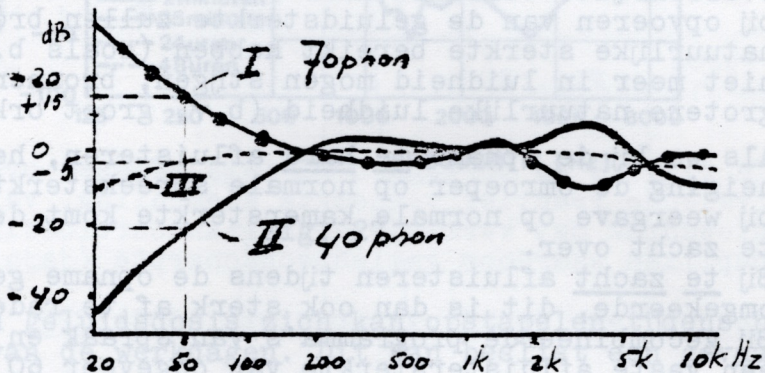


Fig. 26

Uit de figuur blijkt, dat de luisteraar nu te maken heeft met een afval van  $-5$  dB/50 Hz.

Uitgaande van de eerder genoemde situatie: klankregeling  $+15$  dB, box  $-10$  dB, leidt dit tot  $+5$  dB.

De aangeboden klankbalans heeft  $-5$  dB, zodat het resultaat een rechte balans is.

Welke conclusie is er nu aan dit verhaal te verbinden?

De hard aflluisterende technicus zou de stand van de toonregeling van de luisteraar kunnen bepalen.

Maar de muziektechnicus zal de neveneffecten van dit harde aflluisteren weten in te calculeren, daarom zal hij een balans maken waarin laag extra geaccentueerd wordt ( $+10$  dB).

Resultaat:

- de luisteraar (40 foon) ervaart een rechte klankbalans;
- zonder te hoeven wijzigen in toon-instelling wordt ook het RK-product als recht ervaren;
- een sterker aflluisterende luisteraar behoeft natuurlijk minder te corrigeren;
- een luisteraar met wisselend aflluisterniveau maakt gebruik van een automatische regeling door gekoppelde fysiologische volumeregeling, of hij maakt met een hand-geregelde toonregeling, afhankelijk van zijn aflluister-niveau, een aparte toonbalans.

Indirect pleit dit verhaal voor een rechte aflluistering, zoals in de studio gebruikelijk is.

### Afluistersterkteverhouding muziek/gesproken woord

Dat de verhouding muziek/gesproken woord, die gewenst wordt, afhankelijk is van de afluistersterkte, is in voorgaande hoofdstukken al belicht.

De luisteraar heeft de mogelijkheid te luisteren op elke door hem gewenste sterkte, van heel zacht tot heel luid. Hij accepteert daarbij echter meestal niet, dat de luidheid van de afzonderlijke bronnen de natuurlijke luidheid overschrijdt. Vertaald naar de wens van de luisteraar: bij opvoeren van de geluidsterkte zullen bronnen, die hun natuurlijke sterkte bereikt hebben (zoals b.v. de omroeper) niet meer in luidheid mogen stijgen, bronnen met een grotere natuurlijke luidheid (b.v. groot orkest) wél.

Als we bij de opname te hard afluisteren, hebben we de neiging de omroeper op normale spreeksterkte te moduleren; bij weergave op normale kamersterkte komt de omroeper dan te zacht over.

Bij te zacht afluisteren tijdens de opname gebeurt het omgekeerde, dit is dan ook sterk af te raden.

Bij gecombineerde programma's van spraak en muziek heeft een vaste afluistersterkte van ongeveer 60 à 70 foon de voorkeur. Het wijzigen van de afluistersterkte tijdens de opname of uitzending blijft een riskante zaak.

### Invloed van de afluistersterkte op het gehoor

Bij het onderwerp MASKERING is al even ingegaan op de gehoordrempelverschuiving t.g.v. een hoog geluidsniveau. Het is duidelijk, dat horen een bepaalde inspanning vergt, hoe klein ook. Er kan dus op een gegeven moment een auditieve vermoeidheid optreden; deze vermoeidheid is afhankelijk zowel van de intensiteit als van de duur van het geluid.

Een kort maar sterk geluid kan een even grote vermoeidheid teweeg brengen als een minder sterk maar langer durend geluid.

Deze vermoeidheid heeft een verschuiving van de gehoordrempel tot gevolg. Hoe groter de auditieve vermoeidheid is, des te sterker een geluid moet zijn om waargenomen te kunnen worden.

Deze vermoeidheid treedt meestal op boven 60 à 70 dB<sub>A</sub>. Het gehoor herstelt zich echter na verloop van tijd.

Fig. 27 stelt vier audiogrammen voor. Deze geven het gehoorverlies aan in dB's bij de verschillende frequenties t.o.v. de oorgevoeligheid van een normale persoon, voorgesteld door de nullijn of referentielijn.

In het betrokken geval werd de lawaaibelasting uitgevoerd m.b.v. een witte ruis band van 300 tot 4000 Hz met een geluidsdruk niveau van 130 dB, gedurende 32 minuten.

Na het stopzetten van de lawaaiband treedt een herstelling op van de vastgestelde verschuiving in de gehoordrempel.

Hoe langer men wacht, hoe meer het audiogram weer de nullijn nadert. Daar dit in sommige gevallen meer dan 24 uur kan vergen, is het niet te verwonderen, dat de

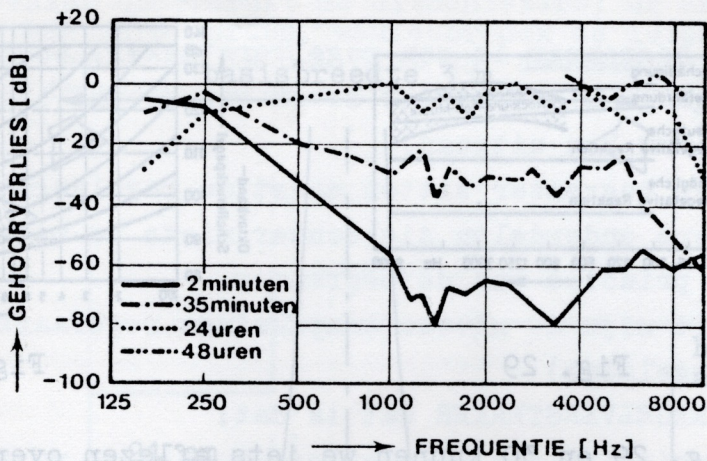


Fig. 27

ontvangen geluidsdosis zich kan opstapelen tijdens het verloop van de werkdagen. Dit kan beslist een gevaar meebrengen!

Voor gehoorbeschadiging is de tijdsduur waarin het schadelijke geluidsniveau kan inwerken van essentieel belang. Een bepaald niveau kan bij kortere tijdsduren onschadelijk, maar op langere termijn wel schadelijk zijn (zie fig. 28).

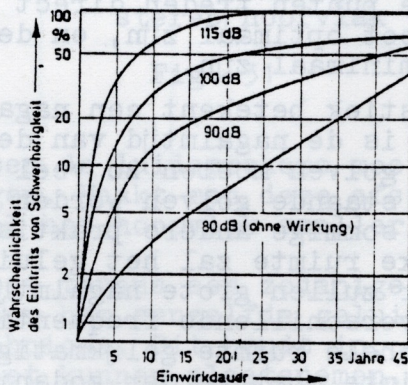


Fig. 28

Verder is de gehoorbeschadiging ook afhankelijk van de frequentie (tussen 800 en 4000 Hz), daartussen zal dan ook eerder beschadiging kunnen optreden. Ook kan er in de loop van jaren een z.g. sluipende beschadiging ontstaan; je merkt 't niet, behalve als het te laat is.

Wat de geluidstechnicus betreft: stoorgeluiden vanuit een aangrenzende ruimte (omgevingslawaai buitendienst) kunnen aanleiding zijn om harder te gaan afluisteren, en zodoende in de gevarenszone te komen, een aspect waarmee rekening gehouden zou moeten worden bij de bouw van studio's. Het zou verder aanbeveling verdienen om het niveau in een discotheek wettelijk te beperken tot 92 dB.

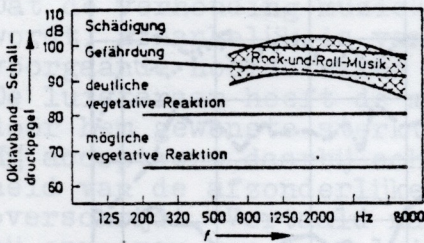


Fig. 29

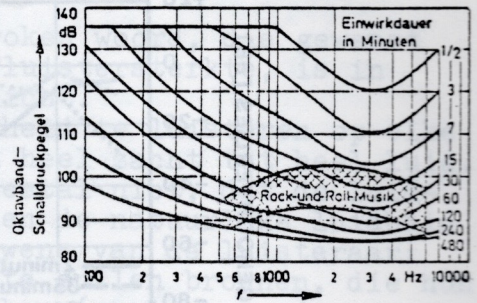


Fig. 30

In fig. 29 en 30 kunnen we iets aflezen over de fysische reactie: verhoogde ademhaling, verhoogde bloeddruk met verminderde orgaandoorbloeding, vergrote pupillen waardoor gezichtsonscherpthe (jaja!).

#### Invloed van de afluisterruimte op de TPP

De afluisterruimte is van grote invloed op het goed toepassen van TPP.

We zouden in al deze ruimten een identieke weergave moeten kunnen reproducieren. Dit stelt hoge eisen aan de bouw van dergelijke ruimten, hetgeen bij verbouwen van bestaande ruimten problemen kan opleveren, of zelfs onuitvoerbaar blijken te zijn.

Twee belangrijke punten treden direct naar voren: de akoestiek moet optimaal zijn, en de geluidshinder van buitenaf moet minimaal zijn.

Een goede akoestiek betekent een nagalmtijd van ca. 0,75 sec., dit is de nagalmtijd van de gemiddelde woonkamer; staande golven moeten zo veel mogelijk worden onderdrukt. Bij staande golven worden enkele frequenties bevoordeeld en sommige andere praktisch onderdrukt. In een dergelijke ruimte zal het geluid sterk worden gekleurd, en er zullen grote nagalmtijdsverschillen optreden voor verschillende frequenties. De nagalm moet over de gehele ruimte gelijkmatig verdeeld zijn. De afluisterruimte moet verder zodanige afmetingen hebben, dat men zich behoorlijk tussen de apparatuur kan bewegen; buiten de vulfactor voor geluid heeft de ruimte ook een maximale vulfactor voor apparatuur. Het moet een prettige ruimte zijn om in te werken: dit komt het produkt ten goede!

Bij stereofonische geluidswaergave wordt de richtingsindruk veroorzaakt door de waarneming van niveau- en tijdsverschillen tussen de luidsprekers; willen deze indrukken volkomen gelijk zijn aan de werkelijk aanwezige niveau- en tijdsverschillen, dan zal de toehoorder in het middenloodvlak van de lijn, die de luidsprekers verbindt, moeten plaatsnemen (Fransen).

Als we uitgaan van de basisstelling voor luidsprekers, zien we, dat we niet te dicht op de luidspreker mogen gaan zitten; we komen dan in het smalle gedeelte van het hoorvlak terecht (zie fig. 31).

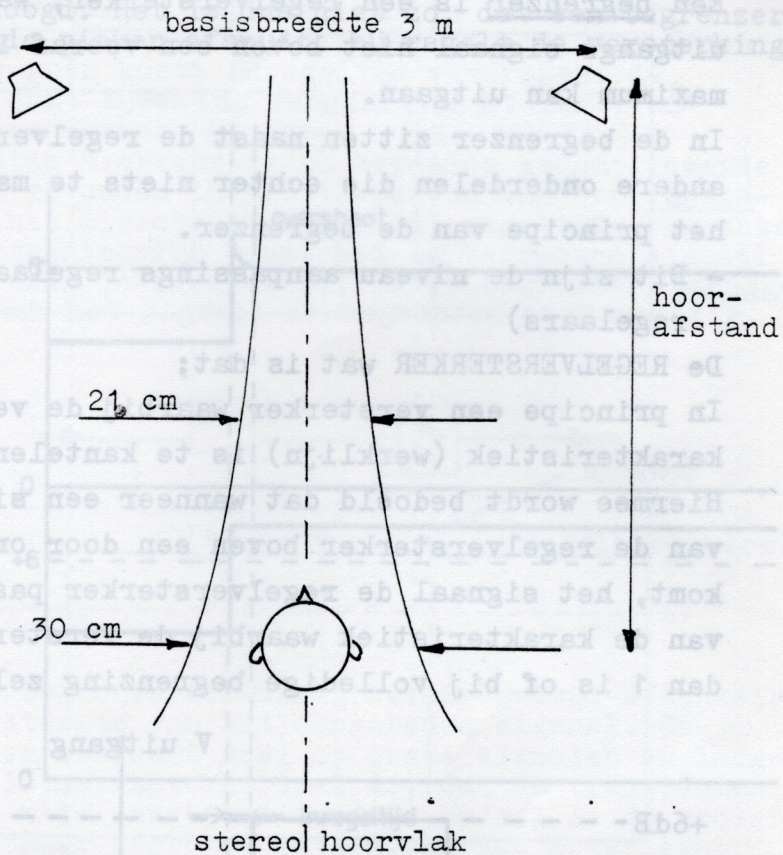


Fig. 31

De afstand tussen de luidsprekers moet ongeveer 3 tot  $3\frac{1}{2}$  meter bedragen. Maakt men deze afstand groter of kleiner, dan zal het hoorvlak smaller worden (Hoeg & Steincke).

De regisseur moet tevens een zodanige plaats kunnen innemen, dat voor hem eenzelfde geluidsbeeld optreedt als voor de technicus. Dit houdt in, dat hij achter de technicus moet kunnen plaatsnemen.

Het is aan te bevelen, om over tenminste één standaard-afluisterruimte te beschikken.

## H O O F D S T U K VI De begrenzer en de compressor

Een begrenzer is een regelversterker, waarvan het uitgangssignaal niet boven een vooraf ingesteld maximum kan uitgaan.

In de begrenzer zitten naast de regelversterker ook nog andere onderdelen die echter niets te maken hebben met het principe van de begrenzer.

- Dit zijn de niveau aanpassings regelaars (in- en uitgang regelaars)

De REGELVERSTERKER wat is dat;

In principe een versterker waarbij de versterkings karakteristiek (werklijn) is te kantelen.

Hiermee wordt bedoeld dat wanneer een signaal aan de ingang van de regelversterker boven een door ons ingestelde waarde komt, het signaal de regelversterker passeert in dat punt van de karakteristiek waarbij de versterkings factor kleiner dan 1 is of bij volledige begrenzing zelfs 0 is. (fig 32).

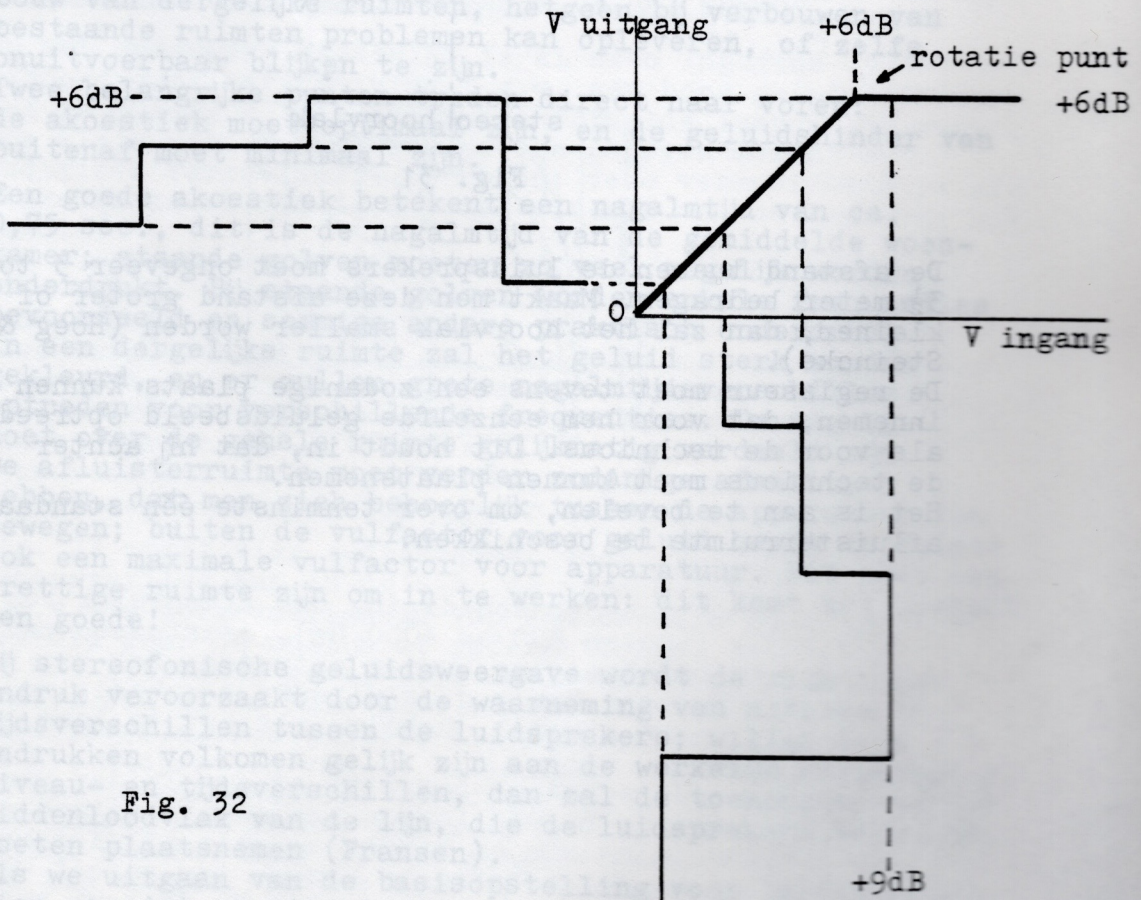


Fig. 32

Een begrenzer onderdrukt de uitschieters; er kan dus hoger uitgestuurd worden, waardoor ook de luidheid wordt verhoogd. Het is dus niet zo, dat een begrenzer eenvoudig de pieken afsnijdt, hij regelt de versterking terug.

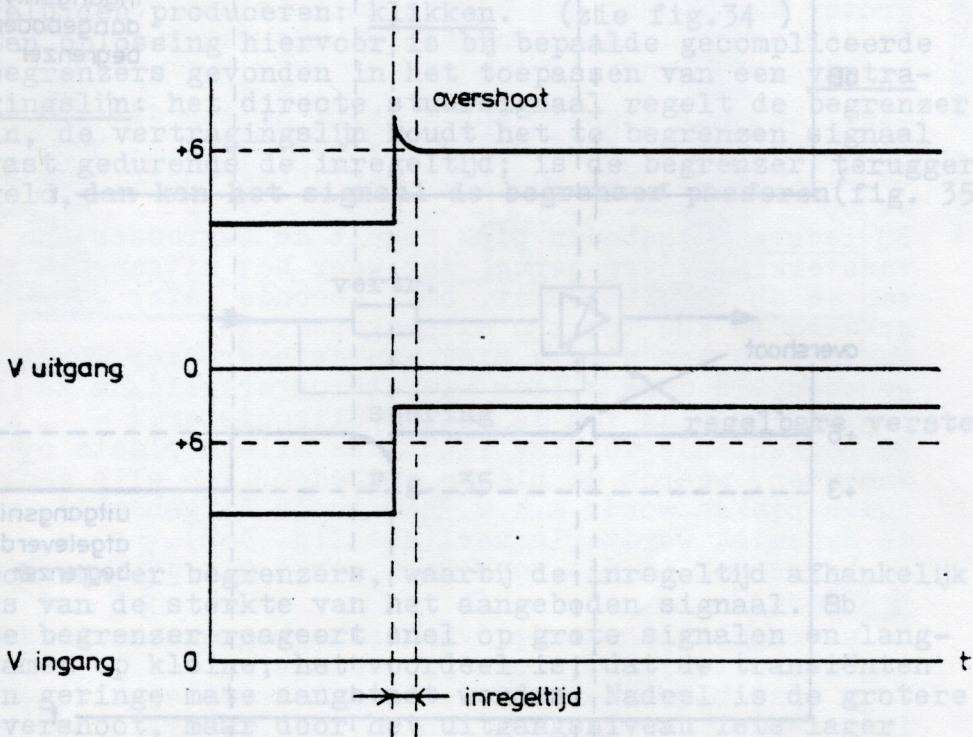


Fig. 33

### Enkele begrippen en de aspecten daarvan

De inregeltijd is de tijd, die de begrenzer nodig heeft om de versterking zover terug te regelen, dat het uitgangssignaal weer op het ingestelde maximum komt. Gedurende deze inregeltijd zal het uitgangsniveau even boven het maximum komen, dit noemen we de overshoot (zie fig. 33).

Is de inregeltijd lang, dan zal de overshoot groot zijn, en omgekeerd.

Het aantal dB's, dat de versterker terugregelt, heet de begrenzingsslag, deze is globaal afleesbaar op het in de begrenzer ingebouwde meetinstrument.

Een en ander is in fig. 34 weergegeven.

De inregeltijd ligt in het algemeen tussen de 1 milliseconde en 50 microseconden.

Voor onze begrenzer in de RK 470 tafel en die in de kanaalcassette geldt een inregeltijd van 0,1 á 0,2 msec.

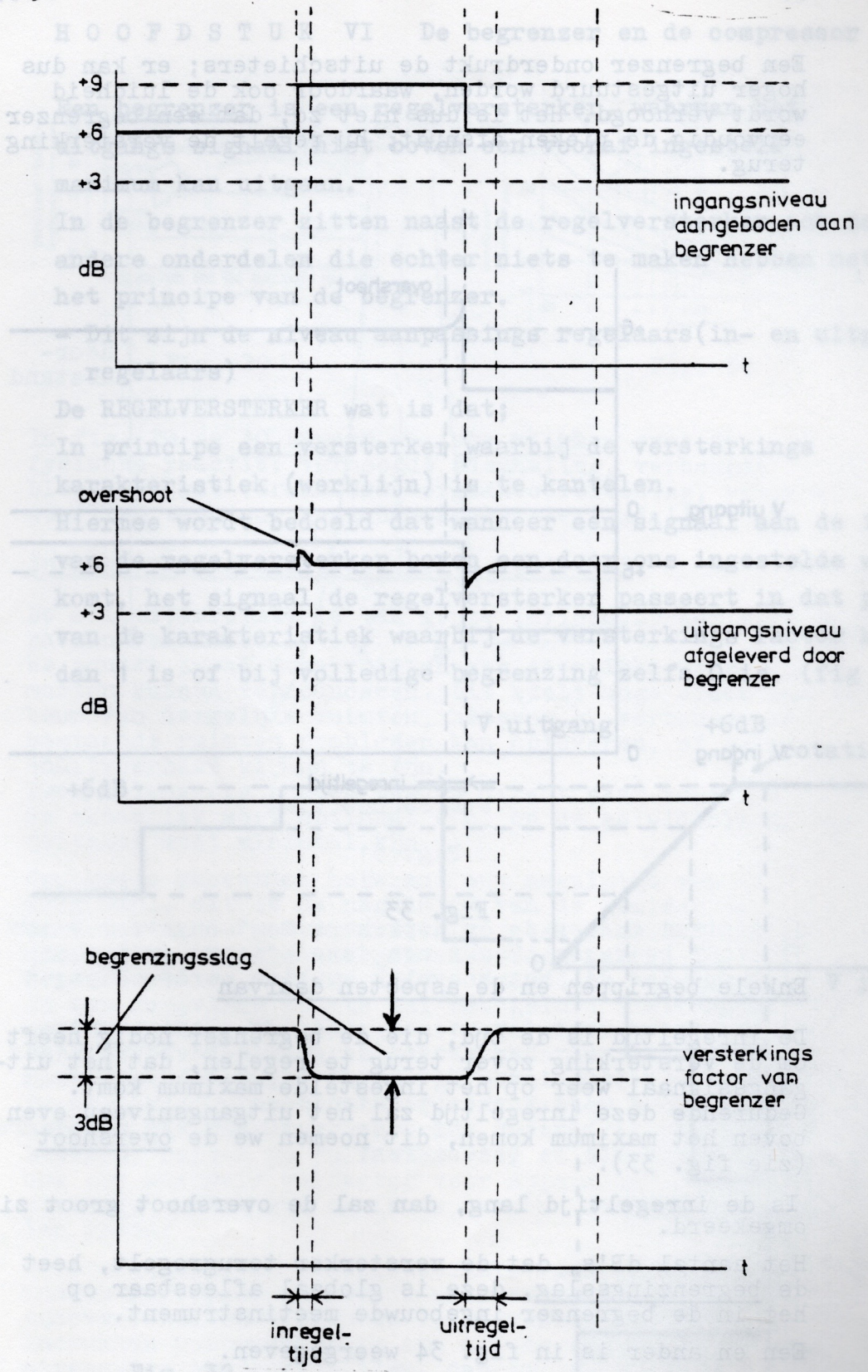


Fig. 34

Ogenschijnlijk lijkt het, alsof een zo kort mogelijke inregeltijd voor alle begrenzers onder alle omstandigheden het gunstigst is, maar dat is niet juist. Er zijn signalen, waarvan de inzet (transiënt) zodanig is, dat ze geen korte inregeltijd verdragen; de begrenzer gaat tijdens de inregeltijd storende bijgeluiden produceren: klikken. (zie fig. 34) Een oplossing hiervoor is bij bepaalde gecompliceerde begrenzers gevonden in het toepassen van een vertraginglijn: het directe stuursignaal regelt de begrenzer in, de vertraginglijn houdt het te begrenzen signaal vast gedurende de inregeltijd; is de begrenzer teruggeregeld, dan kan het signaal de begrenzer passeren (fig. 35).

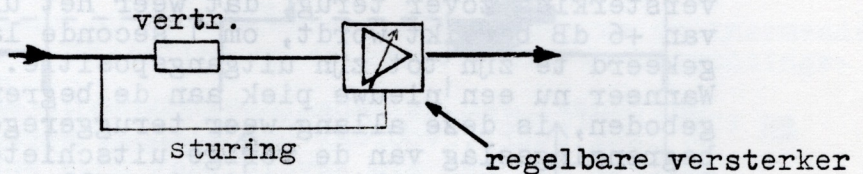


Fig. 35

Ook zijn er begrenzers, waarbij de inregeltijd afhankelijk is van de sterkte van het aangeboden signaal. De begrenzer reageert snel op grote signalen en langzamer op kleine; het voordeel is, dat de transiënten in geringe mate aangetast worden. Nadeel is de grotere overshoot, maar door het uitgangsniveau iets lager te houden kan hieraan tegemoet gekomen worden.

Bij in serie geschakelde begrenzers moet de laatste in de keten altijd de langste inregeltijd hebben. Bedenk maar eens, wat er gebeurt als de kortste inregeltijd als laatste in de keten zit: bij een overshoot van b.v. 8 dB zal eerst de laatste terugregelen, daarna begint de tragere in te regelen en drukt het signaal ook nog eens 8 dB terug, met als gevolg, dat de laatste weer gaat uitregelen; al met al wordt het een zeer onrustig totaalsignaal, dat zich constant staat te verslikken.

Als de traagste als laatste in de keten staat, zal deze slechts een bewakingsfunctie hebben voor eventuele uitschieters van de eerste.

Variatie in inregeltijd kan dus nodig zijn.

De uitregeltijd is de tijd, die de begrenzer nodig heeft om, na daling van het ingangsniveau onder het ingestelde maximum, de versterking weer terug te regelen tot de oorspronkelijke waarde dat mag niet te snel gebeuren, want dat zou te veel ongewenste bijgeluiden produceren. De uitregeltijd ligt meestal tussen 0,25 en 2,5 seconde, deze tijd wordt aangegeven per aantal dB's teruggeregeld versterking; b.v. per 10 dB, of zoals bij de Barth Dynaset per 20 dB, dit betekent dus, dat bij een uitregeltijd van b.v. 1 seconde de versterking 10 resp. 20 dB in 1 seconde wordt teruggeregeld.

De uitregeltijd is op de meeste begrenzers **instelbaar**, **dit moet op het gehoor worden ingesteld.**

### Dynamische begrenzing

De betekenis van de hiervoor genoemde uitregeltijd is groter dan men op het eerste gezicht zou verwachten. Om dit te verduidelijken gaan we uit van twee voorbeelden.

Stel, dat het signaalaanbod gelijk is aan dat van fig. 36A, met pieken om de vier seconden.

De uitregeltijd van onze voorbeeld-begrenzer stellen we op 1 seconde.

Bij iedere aangeboden piek regelt de begrenzer zijn versterking zóver terug, dat weer het uitgangsniveau van +6 dB bereikt wordt, om 1 seconde later weer teruggekeerd te zijn tot zijn uitgangspositie.

Wanneer nu een nieuwe piek aan de begrenzer wordt aangeboden, is deze allang weer teruggeregeld na de begrenzingsslag van de vorige uitschieter.

De begrenzende werking vindt dus alleen plaats op de momenten, waarop de pieken optreden. Van alle aangeboden pieken wordt a.h.w. het topje "afgehaald", m.a.w.: de dynamiek wordt kleiner (zie fig. 36B).

De begrenzer in dit voorbeeld werkt als dynamische begrenzer.

De uitregeltijd van de dynamische begrenzers wordt meestal ingesteld tussen 0,1 en 1,5 seconde.

Voor onze begrenzers in de kanaalcassette geldt een vast ingestelde uitregeltijd van 0,7 sec., waarbij we wel moeten bedenken, dat het uitregelen sterker hoorbaar wordt naarmate de begrenzingsslag groter is (zie ook fig. 38).

### Niveau-begrenzing

Een geheel ander geval krijgen we, als we de getallen in ons vorige voorbeeld van plaats verwisselen.

We stellen onze voorbeeld-begrenzer nu in op een uitregeltijd van 4 seconden, en er is elke seconde een piek-aanbod, waarbij we er voor de duidelijkheid even van uitgaan, dat deze uitschieters even groot zijn (fig. 37A).

Wanneer de eerste wordt aangeboden, regelt de begrenzer zich in, hij regelt zijn versterking dus zover terug, dat weer het uitgangsniveau van +6 dB wordt bereikt.

Voordat de begrenzer er echter ook maar over denkt om uit te regelen, wordt de volgende piek al weer aangeboden, welke nu in zijn volle grootte kan passeren (fig. 37B).

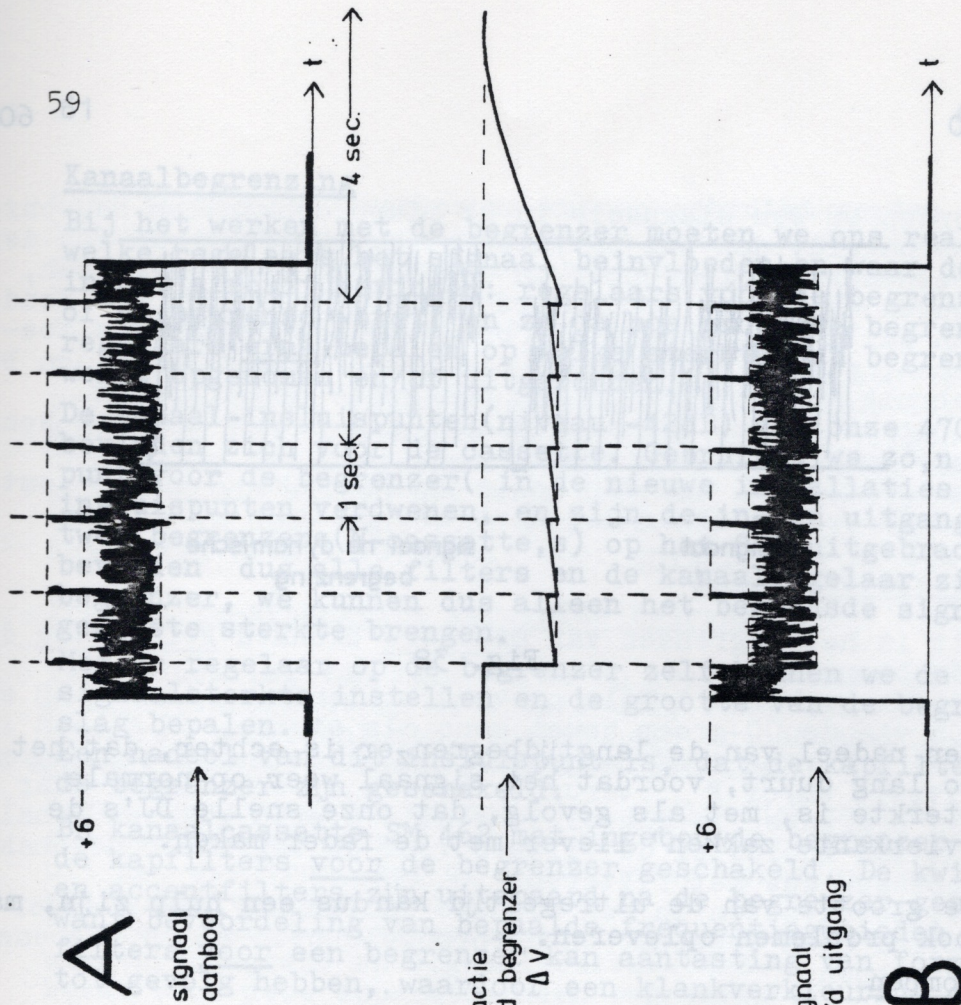
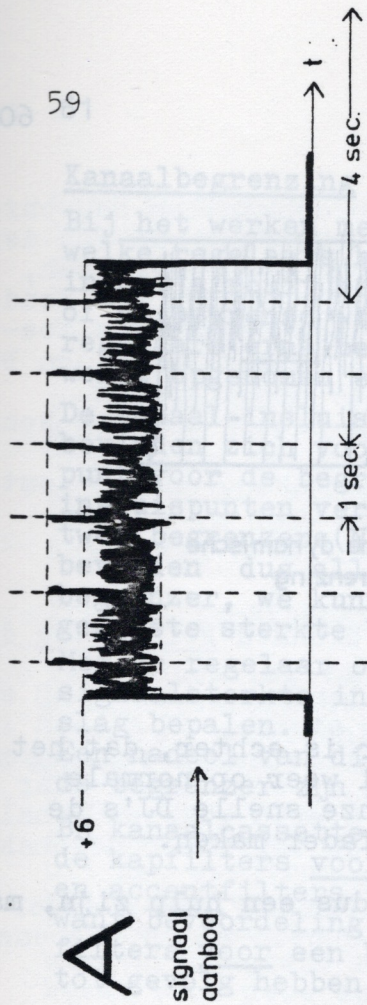
Alleen van de eerste piek wordt de dynamiek aangetast, en verminderd met de waarde van de begrenzingsslag.

Alle volgende uitschieters worden doorgelaten met behoud van hun dynamiek.

Alleen het niveau van het totale signaal wordt dus éénmalig teruggebracht, en wel zodanig, dat de pieken de +6 dB niet te boven gaan.

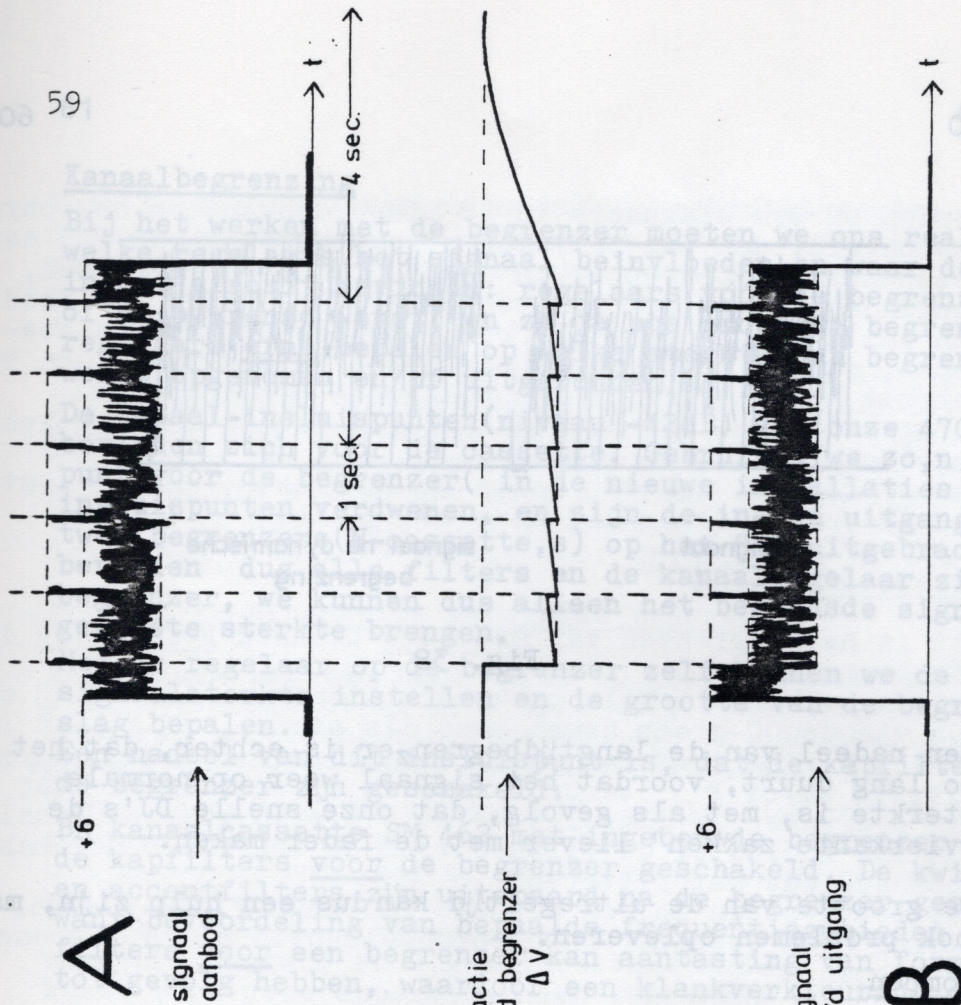
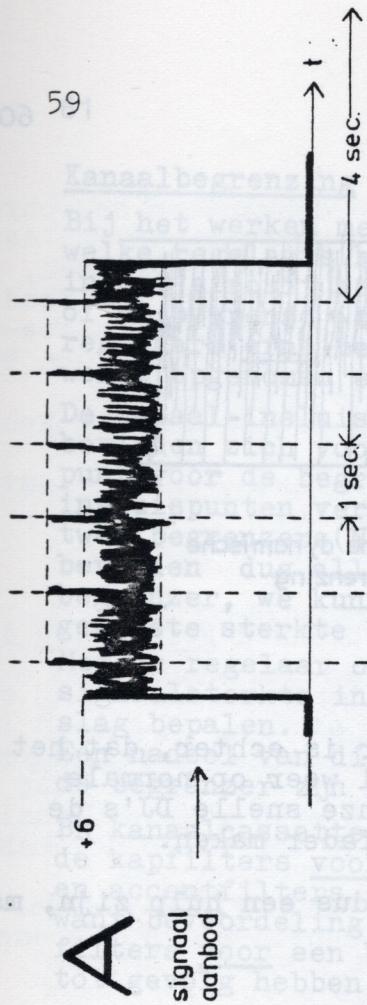
Onze voorbeeld-begrenzer werkt in deze situatie als niveau-begrenzer.

Een voorbeeld van een niveaubegrenzer is de "langtijd"-begrenzer in de DJ-tafel.



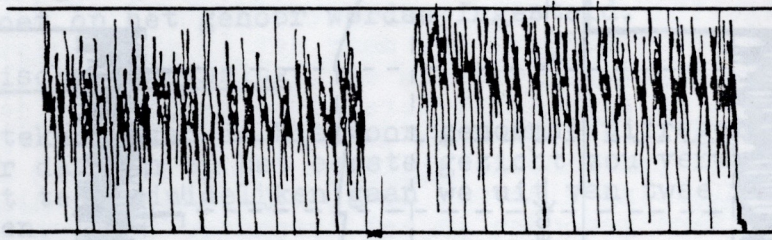
DYNAMIEK-BEGRENZING

Fig. 36



NIVEAU BEGRENZING

Fig. 37



signaal

signaal na dynamische  
begrenzing

Fig. 38

Een nadeel van de langtijdbegrenzer is echter, dat het zo lang duurt, voordat het signaal weer op normale sterkte is, met als gevolg, dat onze snelle DJ's de "vierkante zakken" liever met de fader maken.

De grootte van de uitregeltijd kan dus een hulp zijn, maar ook problemen opleveren.

#### Pompen

Als we met de begrenzer ook pieken op lager niveau, b.v. 3 à 4 dB, willen begrenzen om de luidheid op te voeren (een vorm van compressie), zal bij een flinke uitschieter de begrenzer een grote begrenzingsslag maken.

De uitregeltijd is ingesteld op de lagere niveaupieken, zal dus voor grotere pieken langer zijn, met als gevolg hoorbaar uitregelen.

Het oorspronkelijk signaal zal direct na de sterke piek heel zwak tevoorschijn komen, en vaak zullen daardoor korte woorden geheel wegvallen.

Als er achtergrondgeluid aanwezig is, zal dit op de pieken gaan pompen.

Gebruik van begrenzers bij telefoongesprekken is dan ook zeer aanvechtbaar. De telefoonstem is vaak sterk gepiekt op de klinkers (t.g.v. het kapsel en dichtbij besproken), begrenzing zal deze pieken terugregelen, maar alle andere veel sterkere pulsen, zoals telpulsen en schakeltikken, brengen ons in de problemen. Begrenzingsslagen van 15 à 18 dB zijn hierbij geen uitzondering, de begrenzer staat dus enorm te pompen, woorden vallen weg, zelfs het verband van de tekst kan voor de luisteraar verloren gaan.

Een kortere uitregeltijd brengt hier ook geen oplossing, want dan gaat de begrenzer in elke adempauze, hoe kort ook, uitregelen, hij staat dan hoorbaar zeer onrustig te pompen.

Het gebruik van begrenzers bij telefoongesprekken moet dus zeer behoedzaam gebeuren; verstandiger is het een goede equalizing toe te passen: de belangrijkste gebieden bevoordelen en maskerende frequenties onderdrukken.

Een voorbeeld van een niveaubegrenzer is de "langtijdbegrenzer" in de DJ-tafel.

### Kanaalbegrenzing

Bij het werken met de begrenzer moeten we ons realiseren, welke regelaars het signaal beïnvloeden en waar deze zich in het circuit bevinden: regelaars vóór de begrenzer bepalen of er begrensd wordt, en zo ja hoe groot de begrenzingsslag is, regelaars erna bepalen op welke sterkte het begrenste signaal wordt opgenomen en/of uitgezonden.

De kanaal-insluispunten (niveau -42dB) van onze 470-471 install. bevinden zich voor de cassette. Gebruiken we zo, n insluispunt voor de begrenzer (in de nieuwe installaties zijn deze insluispunten verdwenen, en zijn de in- en uitgangen van de twee begrenzers (N-cassette, s) op het CVP uitgebracht), dan bevinden dus alle filters en de kanaalregelaar zich na de begrenzer, we kunnen dus alleen het begrenste signaal op de gewenste sterkte brengen.

Met de regelaar op de begrenzer zelf kunnen we de inkomende signaalsterkte instellen en de grootte van de begrenzingsslag bepalen.

Een nadeel van dit insluispunt is, dat de kapfilters na de begrenzer zijn geschakeld.

Bij kanaalcassette SM 462 met ingebouwde begrenzer zijn de kapfilters voor de begrenzer geschakeld. De kwispel- en accentfilters zijn uiteraard na de begrenzer geschakeld, want bevoordeling van bepaalde frequentiegebieden met filters voor een begrenzer kan aantasting van formanten tot gevolg hebben, waardoor een klankverkleuring optreedt.

In een geluidsbeeld zullen de lage frequenties zeer energierijk zijn, zie ook de gehoorkrommen, deze lage frequenties zullen de begrenzer het eerst doen aanspreken. Bij spraak zullen we eerder beschreven kapfilter-correcties dus voor de begrenzer moeten uitvoeren; evenzo is dit het geval bij signalen met veel stoorfrequenties, b.v. telefoon-gesprekken. Het resterende signaal kan nu hoger worden uitgestuurd.

Om het niveau van een begrenzer in te stellen wordt deze bijvoorbeeld 3 dB in de begrenzing gestuurd, in te stellen op het metertje, met het regelaartje op de begrenzer zelf. Daarna wordt het begrenste signaal met de kanaalfader op het gewenste niveau ingesteld en deze blijft verder zo staan. Met het regelaartje op de begrenzer kunnen we hetingangssignaal zo instellen, dat uitsluitend de ongewenste pieken worden begrensd en de gemiddelde luidheid van het signaal op het gewenste niveau komt.

Losse uitgebreidere apparatuur wordt via het CVP ingesluisd en van signaal voorzien uit een hulpgroep of uit de CD-groep. Bij het werken met deze apparatuur mag verondersteld worden, dat ook de inregelprocedure bekend is.

### Kanaalbegrenzing op meerdere kanalen

Een microfoon levert, zoals bekend, behalve het directe signaal ook nog een niet altijd gewenst indirect signaal: de overspraak. Bij gebruik van meerdere microfoons zal de overspraak toenemen.

Aanpak van dit probleem bij muziekopnamen valt buiten het bestek van dit boek.

Worden bij een discussie in de microfoonkanalen begrenzers geschakeld, dan zal bij luide stemverheffing van één der deelnemers de begrenzer in dat kanaal gaan begrenzen, houden de andere deelnemers beleefdheidshalve hun mond, dan zal dus de overspraak op de andere microfoons toenemen, vooral in ruimten, die nogal ruim klinken, en bij gebruik van microfoons met een grote openingshoek. Wordt de opname stereo gemaakt, dan treedt ook nog een verschuiving in het beeld op. Het geheel zal een vrij holle indruk maken, en dit komt ook de verstaanbaarheid niet ten goede.

### Groepsbegrenzing

Dit is het begrenzen van meerdere bronnen gelijktijdig door één begrenzer.

Dit kan op onze tafels op verschillende manieren; bij een RCK via de CD-groep zowel mono als stereo, of alleen in mono m.b.v. de A of B-groep, of door de hulpgroepuitgangen Div, G, E en/of F terug te voeren op een kanaal waar een begrenzer is ingesluit; alle hierin gekozen kanalen zijn dan inclusief de filters vóór de begrenzer geschakeld, oppassen dus met filteren!

Het terugvoeren in een directe railingang van A en/of B heeft nadeel geen regelaar en decormogelijkheid na de begrenzer te hebben.

Met de kanaalregelaars kan nu de nodige begrenzing verkregen worden, terwijl met de totaal-regelaar, die als enige na de begrenzer komt, het uiteindelijke begrensde signaal kan worden ingesteld. Mocht voor bepaalde bronnen de reserve in de kanaalregelaar te gering worden, dan kan de versterking worden opgevoerd d.m.v. de regelaar in de hulpgroep of de regelaar op de begrenzercassette.

Om de dan optredende overspraak te verminderen, zullen we toch moeten blijven "meeschuiven", maar overspraak zoals deze bij kanaalbegrenzing optreedt als de luidste stem zijn eigen kanaal terugregelt en dan via andere kanalen binnenkomt, kan hier niet optreden.

Er gebeurt echter wel iets anders: bij groepsbegrenzing zal de luidste stem bij sterke overmodulatie in het eigen microfoonkanaal, tevens alle andere microfoonkanalen in gelijke mate terugregelen, en een andere spreker niet alleen in de rede vallen, maar voor de luisteraar geheel wegdrukken!

Het behoeft geen betoog, dat de genoemde verschijnselen zich ook bij muziekproducties voordoen: bij kanaalbegrenzing het optreden van ongewenste indirectheid, bij groepsbegrenzing verschuiving in de met zorg ingestelde balans.

Bij muziekweergave kunnen we de bassen niet missen, met als gevolg, dat bij groepsbegrenzing de zaak staat te pompen in het basritme als geen voorziening wordt getroffen. Daar is bij veel begrenzers in voorzien met de "bas-schakelaar"; bij inschakelen daarvan worden de bassen voor de begrenzer vanaf 400 Hz omlaag met 6 dB/oktaaf verzwakt en na de begrenzer weer gecorrigeerd in omgekeerde zin, de bassen worden a.h.w. om de begrenzer heen geleid. Dit is ook het geval in onze groepsbegrenzercassette SM 441/451 wanneer we de schakelaar tenminste in de 9 (bass doorlaat) stand zetten.

Goed toegepaste begrenzers kunnen gebruikt worden om de luidheidsbalans evenwichtiger te maken, b.v. kleuterprogramma's met enorme uitschieters, of sprekers met explosieve woord-inzetten (dit kan echter ook het gevolg zijn van een te dichtbij besproken microfoon).

Bij het inpassen van dergelijke onderdelen in een totaalprogramma blijft zonder begrenzer de gemiddelde luidheid achter bij het voorgaande en mogelijk ook het volgende onderdeel. De ECK-technicus zou hier dus moeten ingrijpen, maar kan dit alleen nog maar doen met de zendlijnbegrenzer, en daar is deze niet voor bedoeld. De zendlijnbegrenzer heeft een bewakingsfunctie voor onvoorziene uitschieters.

### Frequentie-afhankelijk geregelde begrenzers

Ter reducering van ruis wordt bij geluidsofname en bij geluidsoverdracht in de apparatuur, zoals magnefoons, zenders, telefoonlijnen, preëmphasis en deëmphasis toegepast (hoog-op- resp. hoog-af-correctie).

Omdat bij natuurlijke signalen de amplituden van de hoge frequenties klein zijn t.o.v. die van de overige frequenties uit het spectrum, zal de preëmphasis normalerwijze geen overmodulatie tot gevolg hebben.

De preëmphasis-karakteristiek is nl. een compromis tussen uitsturingsgrens en signaal-ruisafstand.

Wordt voor deze apparatuur een begrenzer geschakeld, dan zal deze ook frequentie-afhankelijk moeten begrenzen, om oversturing van de hoge frequenties te voorkomen.

Door begrenzing van de sterke lagere frequenties zullen de hoge frequenties relatief sterker worden, en nu t.g.v. de preëmphasis de volgende apparatuur in de keten kunnen oversturen.

Bij magnefoonopnamen zal dit, gezien de grote reserve, wel meevallen, maar bij de FM-zenders speelt dit probleem wèl. Bij onze FM-zendlijnbegrenzers is dan ook in het stuur-sigitaal van de begrenzer een preëmphasis toegepast vanaf 6,2 kHz, waardoor voor de hogere frequenties al op een lager niveau de begrenzing inzet (op 0 dB bij 12,4 kHz).

Met behulp van een Peekelfilter is gemeten, dat de bijdrage van de hoge frequenties inderdaad zo gering is, dat meestal normaal tot +6 dB uitgestuurd kan worden, zonder dat de begrenzer het signaal aantast.

Er zijn echter uitzonderingen, die duidelijk moeilijkheden kunnen veroorzaken. Dat zijn o.m.:

1. Cymbels en hi-hat van het slagwerk. (Er werden bij bovengenoemde meting slechts verschillen van 3 dB gemeten tussen de hoge frequenties en de overige in het spectrum).
2. De "s"-klanken bij de menselijke stem.
3. Synthesizers, uiteraard afhankelijk van het gebruik.
4. Gestopte trompetten, met metalen dempers.

Al deze voorbeelden betreffen opnamen met dichtbij geplaatste microfoons en ongefilterd. Het zal duidelijk zijn, dat opfilteren de zaak nog verergerd. Stuur men boven-

genoemde voorbeelden niet hoger uit dan tot +3 dB - en m.b.t. de TPP zal dit veelal niet gebeuren - dan zullen zich geen problemen voordoen. Bedenk wel, dat een "lekkere sound" pas zinvol is, als het ook als zodanig thuis ontvangen kan worden.

### Begrenzing van stereo-signalen

Bij begrenzing van stereo-signalen moeten altijd het linker- en rechter-kanaal synchroon begrensd worden d.m.v. het "koppelen" van de begrenzers.

Als de begrenzers nl. niet gekoppeld zijn, treedt er een ongewenste beeldverschuiving op.

Stel, dat het niveau van het linker signaal 6 dB hoger is dan dat van het rechter, dan ligt het beeldpunt ergens tussen het midden van de luidsprekerbasis en links; wordt nu in deze verhouding het totale L+R signaal sterker, dan zal links dus 6 dB eerder in de begrenzing komen; op dat moment stijgt alleen nog het rechterkanaal in niveau, waardoor de L/R verhouding verkleind wordt en het beeld naar het midden schuift. Koppelen we de begrenzers, dan zal de rechter begrenzer evenveel worden teruggeregeld als de grootte van de begrenzingsslag van links, de verhouding tussen L en R blijft nu gelijk.

Hiermee wordt bereikt, dat een eenmaal ingesteld sterkteschil tussen links en rechts gehandhaafd blijft, en de richting van de bron gefixeerd.

### Begrenzing van een signaal met galm of akoestiek

Bij begrenzing van een dergelijk signaal zal de verhouding tussen signaal en galm zich niet wijzigen tijdens de begrenzingsslag; maar aangezien de uitregeltijd van de begrenzer korter is dan de galmtijd, zal bij uitregelen van de begrenzer de galm onnatuurlijk worden versterkt, waardoor het totaalbeeld een beetje onwerkelijk en "zwemmerig" gaat klinken.

### Begrenzing bij zaalversterking

Sommige zaalversterkers zijn voorzien van een begrenzer. Toepassen van begrenzers bij zaalversterking blijkt echter een riskante zaak te zijn.

Bij zaalversterking wordt het maximale geluid, dat uit de luidsprekers verkregen kan worden, door twee factoren bepaald:

1. de maximaal toe te passen versterking. Deze treedt op, als in de keten microfoon-versterker-luidspreker-microfoon voor de sterkste resonantiefrequentie in de zaal de versterking de factor 1 nadert (spontaan rondzingen).
2. de sterkte van het akoestisch signaal, dat voor de microfoon geproduceerd wordt.

Zou men gebruik maken van de begrenzer om de dynamiek te beperken - en de verstaanbaarheid daarmee trachten op te voeren - dan kan zich het volgende voordoen:

Dit is ook het geval in onze geluidsapparatuur. Bijvoorbeeld cassette SH 441/451 wanneer we de schakelaar versnate in de 2 (bass boost) stand zetten.

Het van te voren instellen onder het rondzingpunt (zonder signaal op de open microfoon, dus met geheel uitgeregelde begrenzer) zal meestal in de lege zaal gebeuren. Bij een volle zaal ligt het rondzingpunt bijna altijd veel later door de gewijzigde akoestische omstandigheden. Zolang er met forse stem gesproken wordt, en men niets aan de instelling behoeft te veranderen, zal een verbetering optreden. Maar als er een zwakkere stem voor de microfoon komt, zal men deze trachten op te halen; zolang er continu gesproken wordt gaat alles goed. Zodra echter het signaal stopt, zal de begrenzer gaan uitregelen en de versterking tot boven het rondzingpunt oplopen: spontaan rondzingen! Het blijkt dan ook zeer moeilijk te zijn de versterking nog op de juiste stand te krijgen, omdat er een luid signaal (het rondzingen) aanwezig is, precies in de frequentie, waarvoor in de zaal de minste versterking nodig is. Bovendien zal men, zolang de microfoon besproken wordt, het rondzingen (zoals bij een onbegrensde versterker) niet horen aankomen; de klank blijft heel normaal, totdat het microfoonsignaal wegvalt.

#### Maximale begrenzingsslag

Een begrenzer werkt niet onder alle omstandigheden, d.w.z. men kan een begrenzingsslag niet ongelimiteerd groot maken. Deze bedraagt voor onze begrenzers maximaal 20 dB. Daarboven zal de begrenzer weer als een lineaire versterker gaan functioneren tot aan de vervormingsgrens (zie fig. 39).

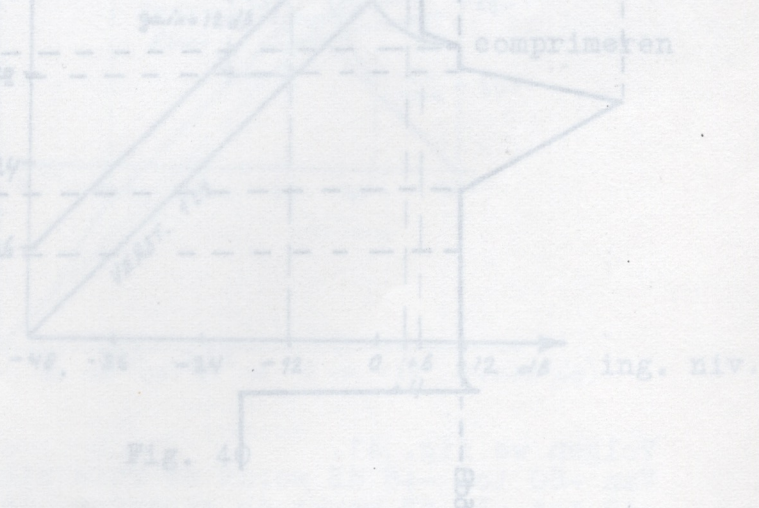
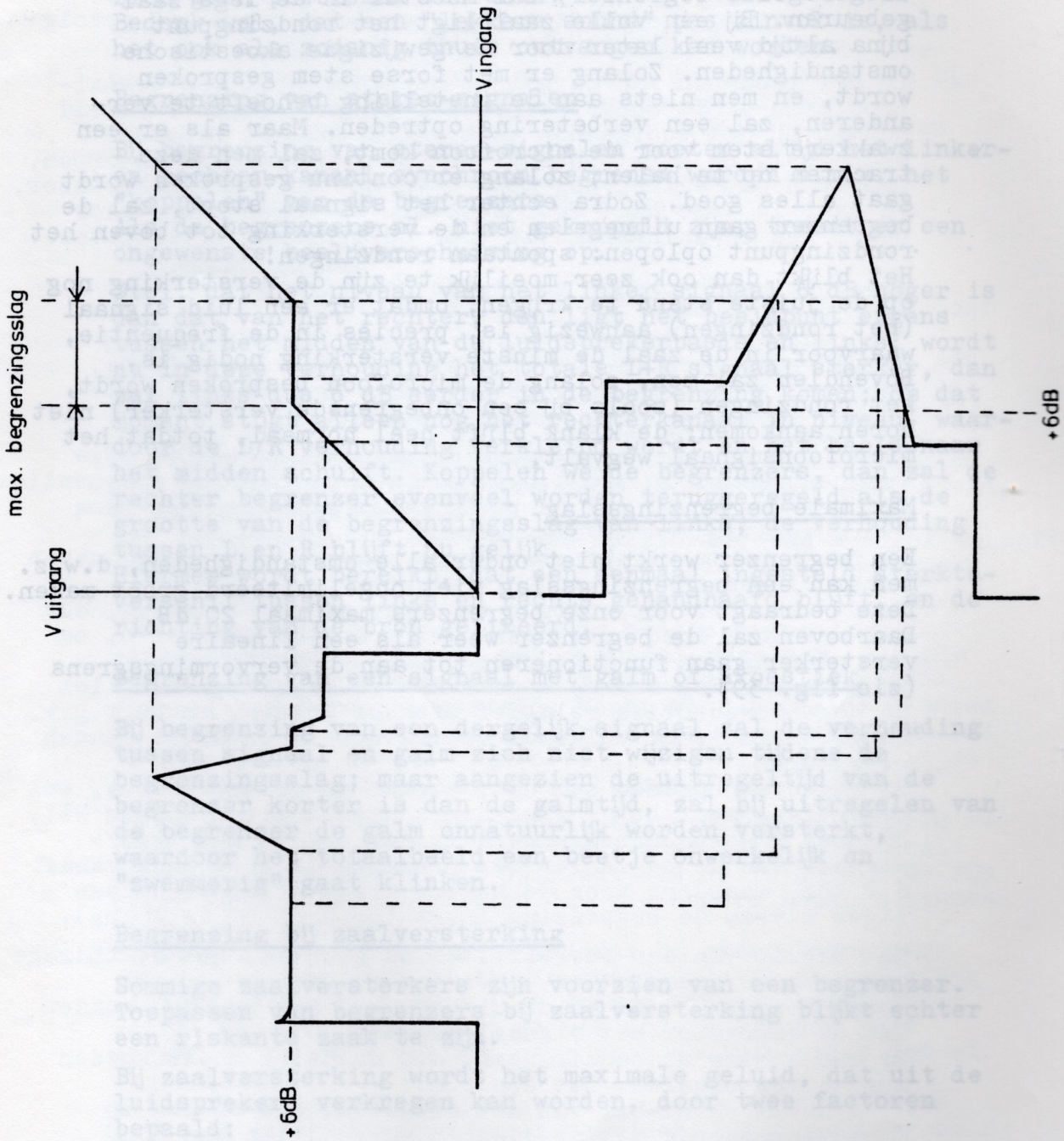


Fig. 40

In het voorbeeld van fig. 40 wordt het lage niveau beneden -12 dB met +12 dB versterkt. Voor deze versterking kunnen we verschillende benamingen aantreffen: compressieversterking, deviatie, kompressionshub (d), compressor gain (e), deze laatste benaming komt het meest voor.

Boven het ingangsniveau van -12 dB wordt minder versterkt (gecomprimeerd), boven +12 dB treedt de begrenzer in werking.



Begrenzing in zaalversterking

Sommige zaalversterkers zijn voorzien van een begrenzer. Toesprekers die spreken bij zaalversterking blijft echter een risico op overversterking.

Bij zaalversterking wordt het maximale geluid, dat uit de luidspreker kan worden, door twee factoren bepaald:

1. de maximale toe te passen versterking. Deze treedt op, als in de katen microfoon-versterker-luidspreker-microfoon voor de sterkste resonantiefrequentie in de zaal de versterking de factor 1 nadert (spontaan rondzingen).
2. de sterkte van het akoestisch signaal, dat voor de microfoon geproduceerd wordt.

Zou men gebruik maken van de begrenzer om de dynamiek te beperken - en de versterker daarnaast te beschermen op te voeren - dan kan zij de volgende voordelen:

Fig. 39

### De compressor

In tegenstelling tot de begrenzer, die alleen de versterking bij te hogeingangssignalen terugregelt, kan de compressor in alle bereiken de versterking regelen.

De dynamiek wordt verkleind, dit houdt in dat te zwakke signalen worden versterkt en de grotere verzwakt, en tenslotte kan een begrenzer volgen, die de te grote signalen terugregelt. (de begrenzer in de boven lijn van de compressor komt bij bepaalde type EMT compressors voor)

In de figuren 40 en 41 zijn bij A de versterkingskromme en bij B de compressie kromme getekend.

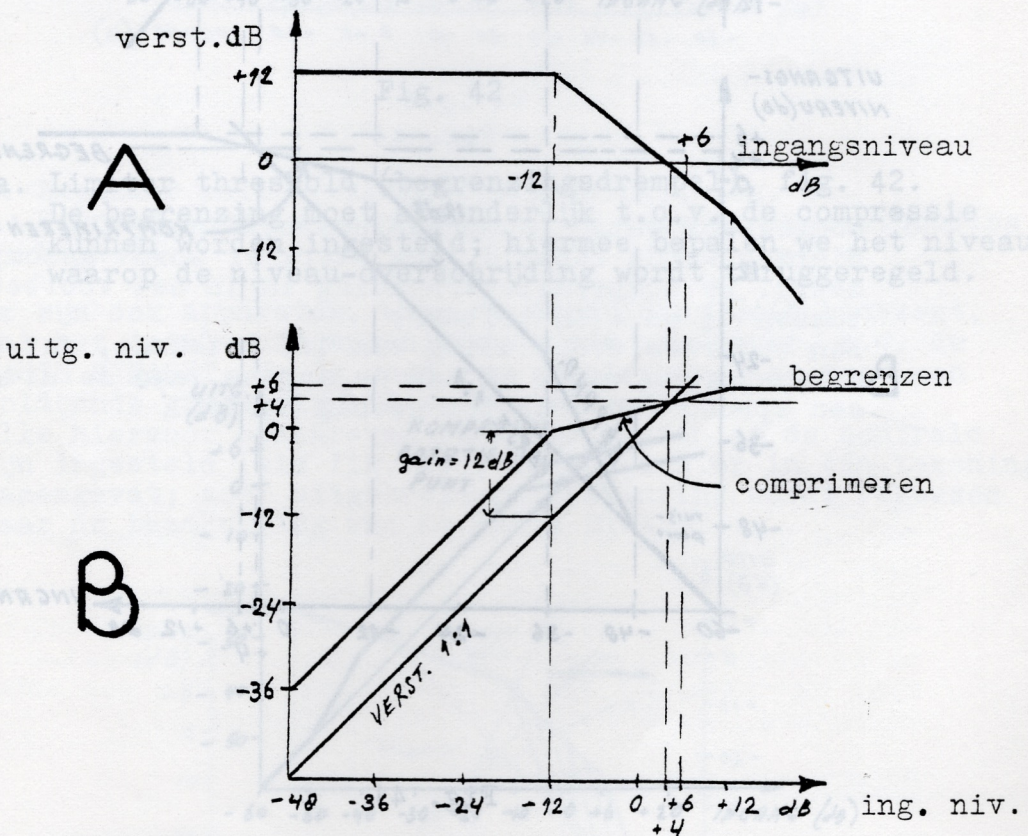


Fig. 40

In het voorbeeld van fig. 40 wordt het lage niveau beneden  $-12$  dB met  $12$  dB versterkt. Voor deze versterking kunnen we verschillende benamingen aantreffen: compressieversterking, deviatie, kompressionshub (d), compressor gain (e), deze laatste benaming komt het meest voor.

Boven het ingangsniveau van  $-12$  dB wordt minder versterkt (gecomprimeerd), boven  $+12$  dB treedt de begrenzer in werking.

T.g.v. de compressieversterking zal ook het allerlaagste niveau versterkt worden, waaronder ongewenste ruis. Dit kunnen we voorkomen door niet meer te versterken beneden een bepaald minimum niveau, dit noemen we dan een ruispoort of noise gate. (zie fig. 41).

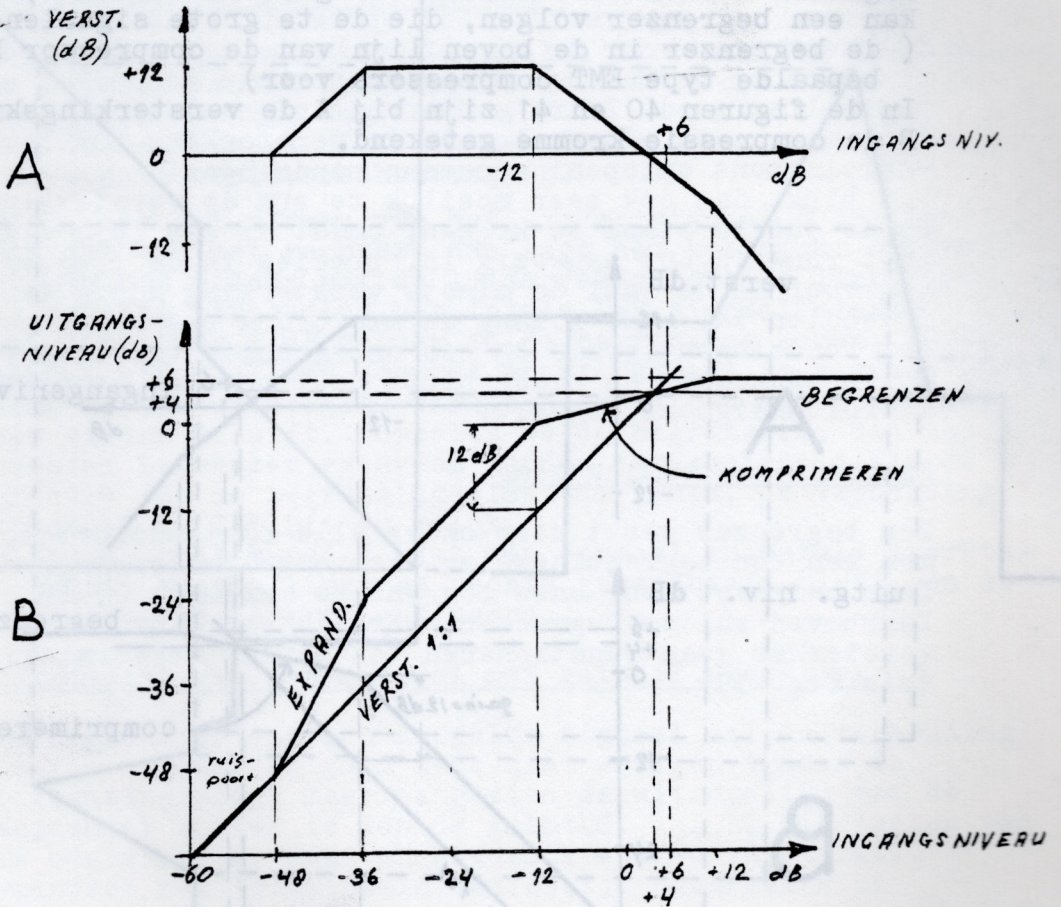


Fig. 41

Volgen we fig. 41.

Van -60 tot -48 dB wordt de ruis niet versterkt, van -48 tot -36 dB werkt de expander, de versterking neemt hier toe; van -36 tot -12 dB is een vaste voorversterking van 12 dB, van -12 tot +12 dB compressie, en daarna wordt begrensd.

De meest universele apparaten werken volgens bovenstaand voorbeeld, de functies kunnen afzonderlijk worden ingesteld.

De instelling van de karakteristiek noemen we de "statische eigenschappen" en die van de inregel- en uitregeltijd de "dynamische eigenschappen".

Aan de hand van de volgende figuren worden de verschillende instellingen behandeld.

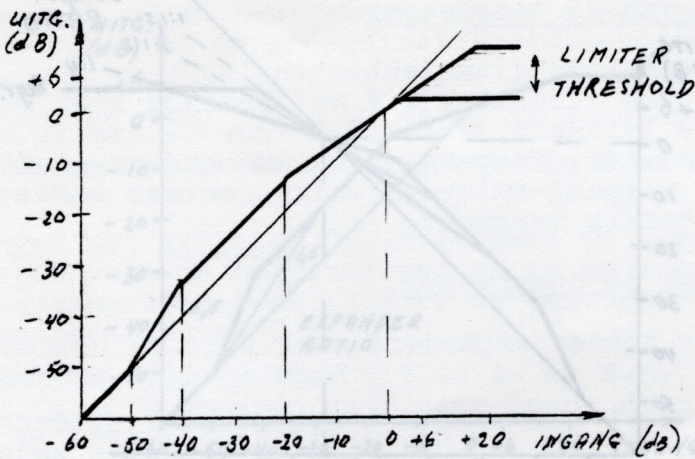


Fig. 42

- a. Limiter threshold (begrenzingsdrempel), fig. 42.  
De begrenzing moet afzonderlijk t.o.v. de compressie kunnen worden ingesteld; hiermee bepalen we het niveau, waarop de niveau-overschrijding wordt teruggeregeld.

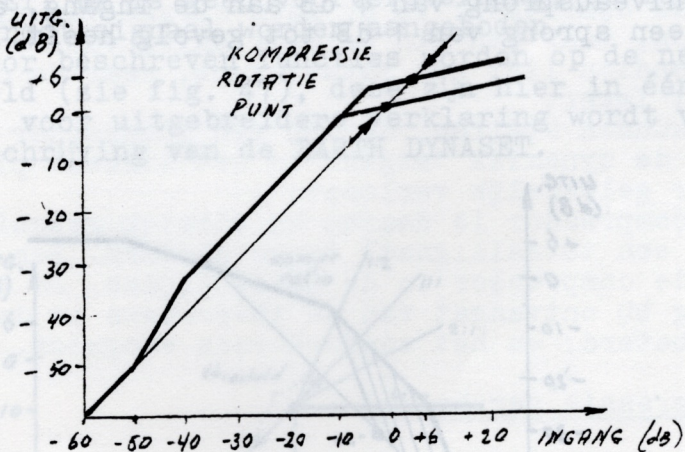


Fig. 43

- b. Compressor Rotation point, fig. 43.  
Een parallele verschuiving over de 0-lijn van de compressie karakteristiek, ook threshold genoemd. Hiermee bepalen we het punt, waarop de compressor in werking treedt.

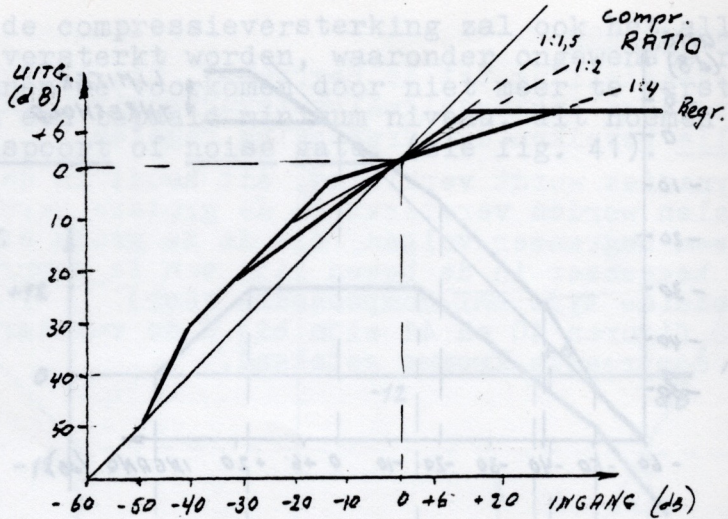


Fig. 44

- c. Compressor ratio (compressieverhouding), fig. 44. Hiermee wordt bepaald, hoe sterk er wordt gecompri-meerd. De compressieverhouding is in het voorbeeld tussen  $1\frac{1}{2}$  en 4 instelbaar. Een compressieverhouding van 1:4 betekent, dat een niveausprong van 4 dB aan de ingang, aan de uitgang een sprong van 1 dB tot gevolg heeft.

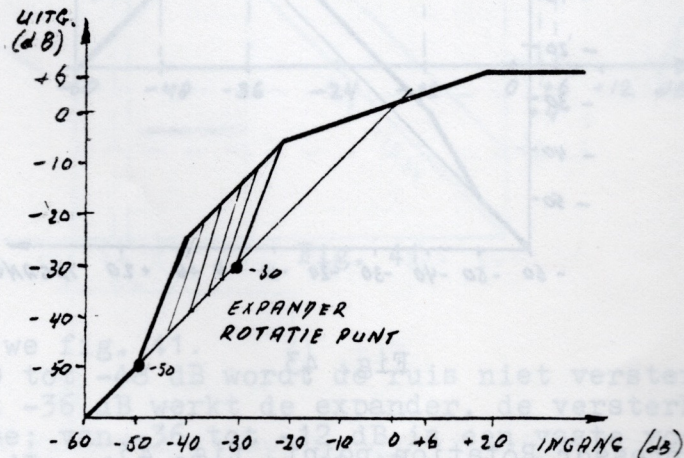


Fig. 45

- d. Expander rotation point, fig. 45. Hiermee wordt het punt bepaald, waarboven het ingangsniveau weer wordt versterkt, dit hangt af van het ruisniveau; we bepalen hiermee dus de grootte van de ruispoort. Oppassen met de instelling, want ook galm-bijdragn kunnen in de ruispoort verdwijnen! De benaming Expander-threshold wordt ook gebruikt.

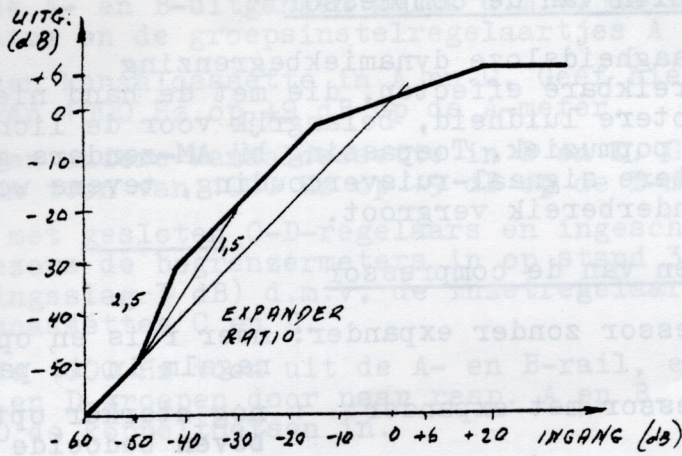


Fig. 46

e. Expander ratio (expanderverhouding), fig. 46.  
Hiermee wordt de expansie of de versterkingsverhouding bepaald.

Er zijn ook apparaten, waar de aanduiding GAIN betekent, dat het totale uitgangsniveau wordt versterkt, b.v. de BARTH DYNASET. Er is geen voorversterking, er moet een voldoende groot signaal worden aangeboden. Alle hiervoor beschreven functies worden op de neutrale lijn ingesteld (zie fig. 47), deze zijn hier in één tekening samengevat; voor uitgebreidere verklaring wordt verwezen naar de beschrijving van de BARTH DYNASET.

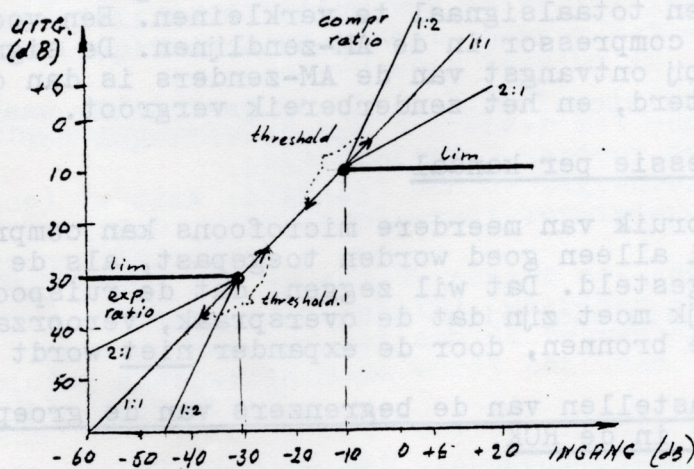


Fig. 47

### Voordelen van de compressor

1. traagheidsloze dynamiekbegrenzing
2. bereikbare effecten, die met de hand niet mogelijk zijn
3. grotere luidheid, belangrijk voor de lichte muziek en de popmuziek. Toepassing bij AM-zenders geeft een betere signaal-ruisverhouding, tevens wordt het zenderbereik vergroot.

### Nadelen van de compressor

Compressor zonder expander: meer ruis en optrekken van nagalm in de pauzes.

Compressor met expander : **nog sterker optreden van boven bedoelde nadelen.**

### Toepassing van de compressor

Bij de begrenzer zagen we, dat verkleining van de dynamiek verkregen wordt door sterke pieken te onderdrukken. De dynamiek wordt hierbij dus uitsluitend aan de bovenzijde aangetast.

Op het rotatiepunt - het punt waarop een begrenzer in werking treedt - wordt binnen een tijd van 0,1 à 0,2 msec (de inregeltijd) "omgeschakeld" van lineaire versterking naar variabele verzwakking.

Bij de compressor is er geen sprake van plotseling omschakelen, maar een min of meer dalen van de versterking. Bovendien ligt het rotatiepunt, waar de compressor inzet, veel lager.

We kunnen stellen, dat bij een compressor de inkrimping van de dynamiek "ergens in het midden" plaatsvindt en meer geleidelijk verloopt.

De compressor is daarom bij uitstek geschikt om de dynamiek van een totaalsignaal te verkleinen. Een voorbeeld hiervan is de compressor in de AM-zendlijnen. De signaal-ruisverhouding bij ontvangst van de AM-zenders is dan ook aanmerkelijk verbeterd, en het zenderbereik vergroot.

### Compressie per kanaal

Bij gebruik van meerdere microfoons kan compressie per **kanaal** alleen goed worden toegepast, als de expander goed is ingesteld. Dat wil zeggen, dat de ruispoort zo groot mogelijk moet zijn dat de overspraak, veroorzaakt door andere bronnen, door de expander niet wordt versterkt.

### Het instellen van de begrenzers van de groepscassettes SM 441 in de RCK.

Bij aanbod van onverwachte pieken in de RCK (zoals in CK 3 en 4 AVRO, en in registratiekamers met een RCK-installatie, maar ook in elke CK), kan met voordeel gebruik worden gemaakt van de begrenzers in de SM 441 groepscassettes in de groepen C en D. Daarom hieronder de instelprocedure van deze begrenzers.

1. Maak de A- en B-uitgangen gelijk d.m.v. de toon-generator en de groepsinstelregelaartjes A en B.
2. Kies een kanaalcassette in A en C. Geef hiermee een toon van 1000 Hz op +9 dB op de A-meter.
3. Kies een andere kanaalcassette in B en D. Geef hiermee een toon van 1000 Hz op +9 dB op de B-meter.
4. Regel met gesloten C-D-regelaars en ingeschakelde begrenzers de begrenzermeters in op stand 3 (begrenzingsslag 3 dB) d.m.v. de inzetregelaars op de groepscassettes C en D.
5. Haal de 1000 Hz toon uit de A- en B-rail, en schakel de C- en D-groepen door naar resp. A en B. Druk bij C en D de koppeltoetsen in.
6. Schuif de C- en D-groepsregelaars (waar nog steeds de 1000 Hz toon in staat) open tot de A- en B-meter +6 dB aanwijzen. De regelaarstand is nu ongeveer -15.

Iedere modulatiepiek in C en D, hoger dan +6 dB, zal nu tot +6 teruggebracht worden.

Waarschuwing: wanneer de accentfilters in C en D worden gebruikt, zijn pieken na de begrenzers van meer dan +6 dB mogelijk, omdat de accentfilters achter de begrenzers geschakeld zijn!

## Definities

### Luidheidsniveau

(synoniem: geluidsterkte) geeft de verhouding tussen een 1000 Hz standaardsterkte en een optredende sterkte aan.  
 eenheid: foon (eng.: loudnesslevel, Duits: Lautstärke, fr.: niveau d'isotonie).  
 Metingen in  $\text{dB}_{\text{spl}}$

### Luidheid

is een subjectieve beoordeling, die geluid volgens ons bewustzijn indeelt in een schaal tussen zacht en luid.  
 eenheid: soon (eng.: loudness, Duits: Lautheit, fr.: sony)

### Geluidsdruk

is de door een geluidstrilling opgeroepen wisseldruk.  
 eenheid:  $\text{Newton/m}^2$ . (eng.: sound-pressure, Duits: Schalldruck, fr.: pression acoustique).

### Geluidsdrukniveau

is de logarithme van de verhouding tussen een standaarddruk en een optredende geluidsdruk.  
 eenheid:  $\text{dB}_{\text{spl}}$ . (eng.: soundpressure, Duits: Schalldruckpegel, fr.: niveau de pression acoustique).

### Geluidsvermogen

is de totale, per tijdseenheid door een bepaald oppervlak passerende geluidsenergie.  
 eenheid: Watt (eng.: acoustic power, Duits: Schalleistung, fr.: puissance acoustique).

### Geluidsintensiteit

is de gemiddelde waarde van het geluidsvermogen per oppervlakte-eenheid.  
 eenheid:  $\text{Watt/m}^2$  (eng.: sound-intensity, Duits: Schallintensität, fr.: intensité sonore).

### Geluidsintensiteitsniveau

is de logarithme van een verhouding tussen een standaardintensiteit en een optredende geluidsintensiteit.  
 eenheid: decibel (dB).

### Verstaanbaarheid

is de mogelijkheid een geluid op gehoor te analyseren.

### Herkenbaarheid

is de mogelijkheid een geluid te rubriceren.

- Maskering is de situatie waarin geluiden onder invloed van één of meer andere geluiden (de maskerende) verminderd of niet hoorbaar zijn.
- Presence (aanwezigheid) zijn de karakteristieke eigenschappen in een geluid, die de mate van aanwezigheid bepalen.
- Conversatiesterkte duidt het gereproduceerde geluidsniveau aan, waarbij de weergegeven stem een sterkte heeft, die overeen komt met de normale spreeksterkte.
- Begrenzer is een automatisch regelende versterker, waarvan de versterking door het te verwerken signaal zelf zodanig wordt geregeld, dat een vaste maximale waarde niet wordt overschreden.
- Begrenzingsslag is het aantal dB's, waarmee een begrenzer de versterking terugregelt.
- Overshoot is de overmodulatie, die de begrenzer moet constateren, alvorens de versterking terug te regelen.
- Inregeltijd is de tijd tussen de aanvang van de overshoot en het moment, waarop het +6 dB niveau weer is bereikt.
- Uitregeltijd is de tijd tussen de aanvang van de daling van de begrenzingsslag en het moment, waarop het +6 dB niveau weer bereikt is.
- Dynamische begrenzer is een begrenzer met een korte uitregeltijd, waardoor de dynamiek van het aan de begrenzer aangeboden signaal wordt verminderd.
- Niveau begrenzer is een begrenzer met een lange uitregeltijd, waardoor de dynamiek van het aan de begrenzer aangeboden signaal wordt behouden.
- Compressor is een versterker, die de dynamiek van het signaal in een vooraf in te stellen verhouding verkleint.
- Expander is een versterker, die de dynamiek van een signaal in een vooraf in te stellen verhouding vergroot.

Compressie verhouding is het getal, dat de verhouding tussen de niveauverandering aan de ingang en die aan de uitgang van een compressor aangeeft.

Deviatie is de voorversterking in een compressor, die nodig is om overmodulatie te voorkomen.

Ruispoort is een soort verzwakker in een compressor of begrenzer, die kleine signalen, die ongeveer gelijk liggen met het ruisniveau, onhoorbaar maakt.

