

Noise Canceling Microfoons

PAoSU, H.L. Rutgers, Eindhoven

Samenvatting

Er worden drie typen microfoon besproken: de richtingsgevoelige, de rondomgevoelige en de noise canceling microfoon. De richtingsgevoelige microfoon heeft nadelen bij het van korte afstand bespreken en de rondomgevoelige microfoon pikt veel omgevingslawaai op.

In veel gevallen is een microfoon die alleen gevoelig is bij dichtbij bespreken (een zogenaamde noise canceling microfoon) een goede oplossing. Zo'n microfoon kan gemaakt worden van twee rondomgevoelige microfoonkapsels die, in tegenfase geschakeld, in een huis geplaatst worden. De afstand tussen die microfoonkapsels is belangrijk voor de frequentie karakteristiek en de achtergrondonderdrukking.

Inleiding

Voor een communicatiemicrofoon is de frequentiekarakteristiek in het spraakgebied van groot belang. Iets waar veel minder vaak bij stilgestaan wordt is de richtingskarakteristiek van een microfoon.

Als je gebruik maakt van een rondomgevoelige microfoon dan wordt er vaak meer geluid geregistreerd dan wenselijk is. Daarom zijn veel microfoons richtingsgevoelig, dat wil zeggen dat de hoeveelheid geluid die geregistreerd wordt afhankelijk is van de richting ten opzichte van de microfoon. In fig. 1 zijn drie richtingskarakteristieken gegeven. Ze lijken veel op antennekarakteristieken. Dat klopt ook wel. Voor microfoons gelden dezelfde wiskundige formules als voor breedbandige antennes. Microfoon A in figuur 1 heeft weinig uitleg. Zo'n microfoon bestaat uit een kapsel dat in een gesloten huis (meestal een pijp) is ondergebracht. In die pijp zit dempend materiaal. De laagste frequentie die wordt geregistreerd hangt af van de diameter van het membraan en de inhoud van de pijp. Microfoon B werd vroeger veel als condensator- of bandmicrofoon gemaakt. Hij was symmetrisch: de voor- en achterkant waren gelijk. Het is als het ware een dipool wat ook uit de richtingskarakteristiek blijkt.

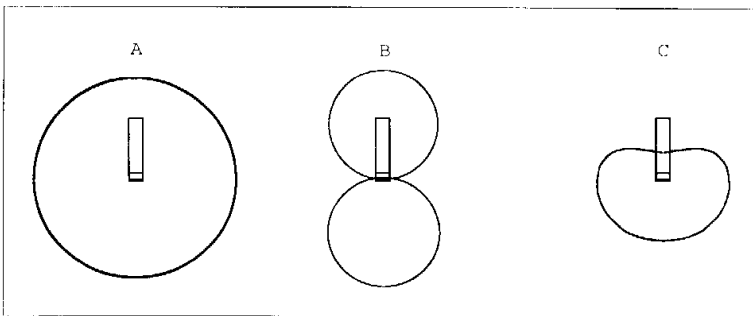


Fig. 1. Drie richtingskarakteristieken van microfoons. A is een rondomgevoelige microfoon. B zou ontstaan door een microfoonkapsel dat voor-achter symmetrisch is. Deze microfoons worden niet meer gemaakt. C is een zgn. cardioïde microfoon. Zelfs bij een hypercardioïde microfoon is de voor-achterverhouding niet beter dan 5 tot 6 dB.

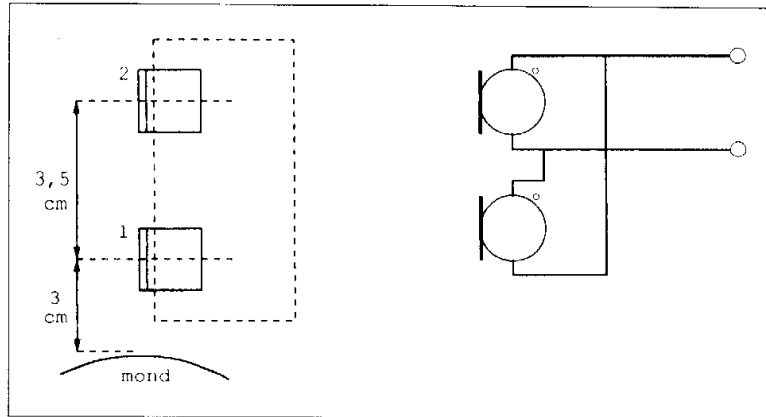


Fig. 2. De opbouw en de schematische voorstelling van de megafoon-microfoon. De kapsels staan 3,5 cm uit elkaar en worden op korte afstand besproken. De stand van het geheel is zo dat het verschil in afstand tussen de mond en de beide kapsels zo groot mogelijk is.

Microfoon C is een cardioïde ('niervormige') microfoon. De richtingskarakteristiek wordt verkregen door ook aan de achterkant van het membraan geluid toe te laten. De manier waarop dat gebeurt en vooral de vorm van de behuizing, bepalen de voor-achterverhouding. Stel je je daar niet te veel bij voor. Zelfs bij de hypercardioïde-microfoon is de voor-achterverhouding niet groter dan 6 dB. Zulke microfoons worden meestal gebruikt voor 'public address', in geluidsinstallaties in zalen bijvoorbeeld waar rondzingen een probleem kan zijn. Bouw zo'n microfoon nooit over in een ander huis. De richtingskarakteristiek en de frequentiekarakteristiek zullen totaal veranderen.

Het vervelende is echter dat van richtmicrofoons de frequentiekarakteristiek afhankelijk is van de afstand van de geluidsbron tot de microfoon. Dat is erg vervelend voor onze toepassing. Wij bespreken een microfoon in het algemeen op een afstand kleiner dan 30 cm. Bij die afstand worden de lage tonen sterk bevoordeeld. Dat geeft een 'borstklank' (net alsof je naar iemand luistert terwijl je je oor op haar borst hebt gelegd). Hoe dichter je bij de microfoon spreekt hoe erger dat wordt. Laagafval in

de microfoonversterker helpt, maar de klankkleur blijft afhankelijk van de afstand. Bij veel omgevingsgeluid, ventilatoren van een eindtrap bijvoorbeeld, zijn met deze microfoons twee dingen te doen:

- een richtingsgevoelige microfoon nemen en die op minimaal 30 cm afstand bespreken,
- een rondomgevoelige microfoon nemen en die op een paar centimeter afstand bespreken.

In beide gevallen zal het achtergrondgeluid beperkt blijven.

Nu hoor ik al zeggen: „Dat heb ik helemaal niet, veel achtergrondgeluid.“ Pas op! De eigen stem maakt ook achtergrondgeluid, namelijk door de galm in de shack: het geluid dat terugkomt van de wanden in de kamer. Dat wordt goed hoorbaar wanneer gebruik gemaakt wordt van een speech processor.

Ik preferer een rondomgevoelige microfoon om bovenomschreven redenen. De frequentiekarakteristiek daarvan is onafhankelijk van de spreekafstand. Door hem van kleine afstand te bespreken is de verhouding tussen mijn stem en de achtergrond dan toch groot. Dan klinkt de modulatie helder. Wat zou het mooi zijn als zo'n microfoon bovendien ongevoelig was voor geluiden op afstanden groter dan bijvoorbeeld 15 cm. Zo'n microfoon (de zgn. noise canceling microfoon) zou helemaal prachtig zijn. Daar gaan we het nu over hebben.

Noise Canceling Microfoon

De bovenstaande kreet is misschien te vertalen met 'nabijheidsmicrofoon' of zo. De bedoeling is in ieder geval dat zo'n microfoon ongevoelig is voor geluiden die van enige afstand komen. Een gevolg is natuurlijk dat het ding op korte afstand besproken moet worden. Noise canceling microfoons zijn natuurlijk te koop. Philips kent sinds jaar en dag de LBB 9090, een microfoon die bedoeld is voor een ruwe herrieachtige

omgeving. De behuizing en dus ook de vormgeving, is daarop aangepast. Het is geen sieraad in de shack. Een andere, veel duurdere, is de LBB 9420/10. Daar moet ik toch eens aan zien te komen. Het ding klinkt prima en is nog mooi ook. De LBB 9420 is speciaal ontworpen voor het plaatsen op een 'desk', zo heten bureaus tegenwoordig, en voor popgroepen. Die mannen maken zo'n enorme geluidsdruk dat rondzingen zonder een noise canceling microfoon onmogelijk te voorkomen is.

Kun je zo'n ding zelf maken? Natuurlijk is het antwoord 'ja', anders had ik dit verhaal niet geschreven. Ik werk zelf al enige tijd met een microfoon van een megafoon, je weet wel zo'n elektrische toeter waarmee je zo'n honderd meter kunt overbruggen. Dat ding maakt zo'n herrie dat een nabijheidsmicrofoon nodig is om rondzingen te voorkomen. Mensen die mij wel eens horen (op 80) weten dat de ventilator van mijn eindtrap nogal kabaal maakt. Als ik overschakel van een 'gewone rondomgevoelige microfoon', die ik op 3 cm afstand bespreek, naar deze megafoon-microfoon dan gaat de achtergrond meer dan 15 dB omlaag.

Hoe zit zo'n ding in elkaar?

De nabijheidsmicrofoon van de megafoon is opgebouwd uit twee rondomgevoelige microfoonkapsels die op 3,5 cm van elkaar in een doosje zitten (zie figuur 2). De microfoonkapsels zijn parallelgeschakeld, maar dan *in tegenfase*. Zoals we weten is het uitgangssignaal van een enkelvoudige microfoon omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tot de geluidsbron. Als de geluidsbron twee keer zo dichtbij komt neemt het uitgangssignaal een factor vier toe. Op dat principe werkt de nabijheidsmicrofoon: geluiden van enige afstand hebben nagenoeg dezelfde afstand tot beide microfoonkapsels zodat het resulterende uitgangssignaal klein zal zijn. Bespreken we de microfoon *van dichtbij*, (bv 3 cm) zodanig dat onze mond in lijn ligt met de twee kapsels (zie figuur 2) dan zal de afstand tussen de mond en het ene kapsel twee keer zo klein zijn als die tussen mond en het andere kapsel. Het resulterende signaal van de twee anti-parallelgeschakelde kapsels zal dus redelijk groot zijn. (Ik heb het nog niet over de fase van het signaal. Daar komen we dadelijk op.)

Dit werkt alleen goed als beide microfoons een even groot signaal geven voor alle frequenties in het spraakgebied. Dat betekent dat ze van hetzelfde type moeten zijn en bovendien niet te veel spreiding mogen hebben. In de megafoon-microfoon zitten twee dynamische microfoonkapsels met een klein huisje er omheen zodat de laagste frequentie die ze nog opnemen ongeveer 300 Hz is.

De Fase

Dat is allemaal leuk en aardig maar de fase van het geluid dat van de mond komt zal in beide microfoons niet gelijk zijn. Wanneer speelt dat een rol? Wel, wanneer de af-

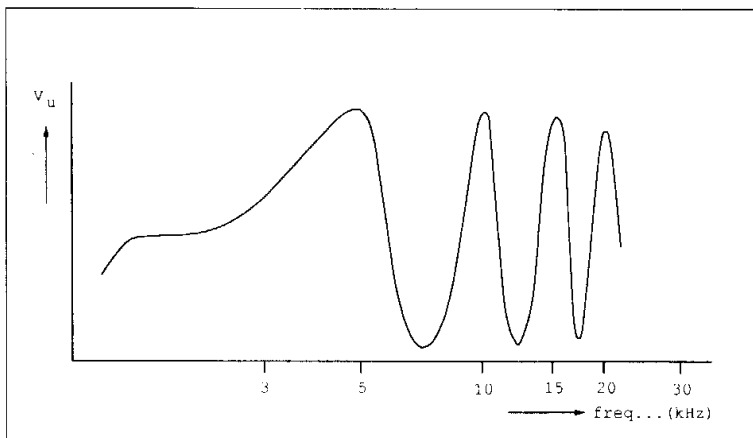


Fig. 3. De frequentie karakteristiek van een microfoon opgebouwd volgens het principe van de megafoonmicrofoon: twee kapsels op een afstand van 3,5 cm. Voor een verklaring zie de tekst.

stand tussen de microfoonkapsels in de buurt van de geluidsgolflengte komt. Immers wanneer de afstand tussen de kapsels precies een *halve golflengte* zou zijn, dan is het signaal uit de beide kapsels precies in tegenfase. De kapsels staan in tegenfase parallel, zodat het uiteindelijke signaal *opgeteld* in plaats van afgetrokken wordt.

Bij welke frequentie is dat het geval? De snelheid van het geluid is 340 m/s. De golflengte is:

$$\lambda = \frac{340}{f} \quad (\text{m}),$$

zodat de golflengte van 3,4 kHz tien centimeter is. Bij onze microfoon is de afstand tussen de kapsels 3,5 cm. Het bovengenoemde verschijnsel treedt dus op bij een golflengte van 7 cm en dat blijkt dan 5 kHz te zijn. Bij 3 kHz, het einde van SSB-spraakgebied, is er ook al wat aan de hand natuurlijk maar dat valt mee in de praktijk.

Resumerend moeten we voor de afstand tussen de kapsels een compromis vinden. Maken we de afstand te groot dan zal de frequentie karakteristiek in het spraakgebied slecht worden. Maken we de afstand te klein dan moeten we de microfoon op een te korte afstand bespreken om er nog signaal uit te krijgen. Bij de Philips megafoon-microfoon werd, zoals gezegd, 3,5 cm genomen.

Frequentie karakteristiek

De fase zit niet alleen fout bij 5 kHz maar ook nog bij hogere frequenties. Voor onze toepassing is dat niet belangrijk meer omdat het kristalfilter van de zender deze frequenties uitfiltert, maar laten we toch eens kijken. Als we zo'n microfoon namelijk voor bandopnames zouden gebruiken of voor public address, dan zouden we schrikken van de kwaliteit! Als er geen filtering boven 3 kHz plaatsvindt dan is ons brouwsel nogal slecht van kwaliteit. We willen toch weten hoe dat komt? Ik zal een poging wagen.

Bij 5 kHz werkten de twee microfoontjes,

rekening houdend met de anti-parallelgeschakeling, in fase voor dichtbij bespreken. In feite gebeurt dit bij elk veelvoud van 5 kHz: 10, 15 en 20 kHz. Bij de tussenliggende frequenties (7,5; 12,5 en 17,5 kHz) doven ze elkaar uit. Dan is de resulterende uitgangsspanning nihil. De frequentie karakteristiek van het geheel zal er dus uit zien als in figuur 3. Afgezien van alle fase-draaiingen die bovendien optreden, de meningen zijn erover verdeeld of een mens dat horen kan, ziet dat er nu niet bepaald fraai uit!

Zelf aan de slag

Als je zo'n microfoon zelf eens wilt proberen dan adviseer ik om twee dezelfde, zo klein mogelijke, microfoonkapsels op de kop te tikken. Dat kunnen electretkapsels zijn. Die zijn tegenwoordig niet zo duur meer. De frequentie karakteristiek van die dingen is zeer regelmatig en goed reproduceerbaar. Er wil nog wel eens een verschil optreden in de gevoeligheid. Ik laat het aan de fantasie van de maker over om de anti-parallelgeschakeling, al of niet met een trafoetje, uit te rusten met een potmeterje zodat de gevoeligheid van beide microfoons gelijk te maken is. Instellen daarvan is zeer eenvoudig: luister het ding af, via een versterker, op een koptelefoon en draai aan het potmeterje totdat het geroezemoes (achtergrondgeluid op grote afstand) minimaal is. Ik hoor wel een keer op de band of het gelukt is.

Herbert, PAoSU

Rectificatie

In het septemбернаummer staat bij het interessante artikel over 'De sample double loop antenne' de roepnaam van OM S. de Leeuw helaas verkeerd vermeld. Abusievelijk zijn een paar letters verwisseld. De juiste call van OM de Leeuw uit IJsselmuiden is PA2SDL.

Redactie ELECTRON