



Tien dingen die je bent vergeten

In het Indiase boek van kennis, de Bhagavad-Gita, staat een prachtige quote: “Zoveel moeite om te leren, terwijl je alleen maar hoeft te herinneren.” Wat dat voor jou betekent, is dat je al weet wat ik je wil gaan vertellen. Het enige wat ik zou kunnen doen, is enkele zaken met elkaar in verband brengen die je niet zo snel zou combineren, of enkele feiten en cijfers die je alweer bent vergeten, weer onder je aandacht brengen. Tenslotte zijn er de laatste tijd geen nieuwe natuurkundige wetten ontwikkeld, tenminste geen enkele die betrekking heeft op jouw fysieke en elektrische ‘wereld’. We kijken naar de meest eenvoudige kabels: analoge audiokabels.

1) Analoge audiokabels bestaan gewoonlijk uit een gedraaid stel geïsoleerde draden bedekt met een beschermende laag. Als dit een flexibele kabel is, zoals een microfoonkabel, dan is die bescherming waarschijnlijk een gevlochten bekleding, iets wat flexibel kan zijn maar toch de uitsstraling van signalen vanuit de kabel kan verminderen, of helpt voorkomen dat ruis in een kabel komt. Hij moet ook handelingsruis tegengaan, dat is ruis die ontstaat door beweging van de onderdelen binnenin de kabel (‘triboelektrische ruis, oftewel wrijvingselektriciteit’) tijdens het gebruik van de kabel. Als het een installatiekabel betreft, zijn flexibiliteit en handelingsruis van geen belang. Deze installatiekabels zijn meestal kleiner dan microfoonkabels, stijver, goedkoper, en voorzien van foliebescherming (met een ‘afvoerdraad’) in plaats van een gevlochten bekleding.

2) Foliebekleding en gevlochten bekleding verschillen. Gevlochten bekleding werkt het beste bij lage frequenties. Je hebt een zware metalen laag nodig, met lage weerstand, om die interferentie kwijt te raken. Dat is een gevlochten bekleding.

Bekleding met spiraalwindingen. Deze bekledingen hebben de neiging om open te gaan als de kabel wordt gebogen en geven dan veel minder bescherming. Je hebt ook bekledingen met twee windingen, veelal in tegengestelde richtingen gedraaid, ook wel een Reussen bekleding genoemd. Deze zijn beter, maar nog niet zo goed als een gevlochten bekleding, die bestaat uit groepen draden die zijn samengevlochten.

Franse gevlochten bekleding; dit zijn twee draadstellen die in tegengestelde richtin-

gen zijn gedraaid en langs één as zijn gevlochten. Om redenen die zelfs technici niet kennen, werkt dit beter bij hoge frequenties dan zelfs een gevlochten bekleding, en toch behoudt het de flexibiliteit van een bekleding met spiraalwindingen.

Foliebekleding. Dit werkt goed voor bescherming van hoge frequentie (boven 10 MHz). Als je probeert om storing door radio frequentie (RFI) in een apparaat te krijgen, kan een foliebekleding helpen. Maar het effect bij audiofrequenties is vrijwel nihil. In feite wordt het grootste gedeelte van de ruisonderdrukking bij die lage frequenties gerealiseerd omdat het stel draden in elkaar gedraaid is en als een symmetrische lijn lopen. Foliebekleding is eenvoudig aan te brengen en vormt de goedkoopste oplossing voor het afschermen.

3) Bekleding is niet zo effectief tegen ruis als men denkt! Onder de 1.000 Hz bestaat er geen enkele soort bekleding die we op een kabel kunnen aanbrengen en die ook daadwerkelijk effectief is. Feitelijk levert een massief stalen buis slechts -30 dB bij 50 Hz, dus een oplossing van gevlochten bedrading of folie zou zelfs nog minder effectief zijn. Waarom hebben we dan niet overal last van ruis en interferentie?

4) Gedraaide paren zijn uitstekend om ruis tegen te gaan. Omdat bij professioneel toegepaste audiokabels de twee draden samengedraaid zijn en lopen als een symmetrische lijn. Gebalanceerde (symmetrische) lijnen zijn ontworpen om ruis tegen te gaan. Des te beter de balans, des te meer ruis wordt tegengehouden. Gebalanceerde lijnen houdt in dat de twee draden elektrisch

TABEL 1	
Gekozen kunststof	Capaciteit
Polyvinyl Chloride (PVC)	164 pF/m
Polypropyleen (PP)	98 pF/m
Polyethyleen (PE)	66 pF/m
Teflon™	60 pF/m
Schuim-polyethyleen	43 pF/m

Bron Impedantie	Kabel capaciteit			
	(49 pF/m)	(66 pF/m)	(98 pF/m)	(164 pF/m)
50 Ω	1648m	1236m	824m	495m
100 Ω	825m	619m	413m	248m
150 Ω	571m	412m	275m	165m
600 Ω	138m	103m	68.6m	41.2m
1 kΩ	82.6m	61.9m	41.2m	24.7m
10 kΩ	8.2m	6.1m	4.3m	2.4m
50 kΩ	165cm	122cm	82cm	49cm

identiek zijn (gelijk belast). Daarom functioneren veel kabels die niet specifiek bedoeld zijn voor audio, zoals Categorie 5 of Categorie 6 netwerk datakabel, uitstekend als ze gebalanceerde lijn audio moeten verwerken. Het feit dat een paar is gebalanceerd gaat meer ruis en interferentie tegen dan menige bekleding die we daar omheen kunnen aanbrengen.

5) Twee draden samenvoegen is de sleutel tot ruisonderdrukking. Als twee draden dicht bij elkaar lopen, zal de ruis of interferentie op elke draad vrijwel identiek zijn. Achter het paar staat in vrijwel elk audioapparaat een transformator (of een elektrische schakeling die zich voordoet als een trafo). De transformator houdt de ruis en interferentie tegen als die op beide draden exact hetzelfde is. Dus het in elkaar draaien van de twee draden is een eenvoudige manier om ze bij elkaar te brengen. Maar als die kabel gebogen wordt, ‘openen’ de paren zich vaak, waarmee hun vermogen om ruis te onderdrukken wordt aangetast. Dus één mogelijke oplossing is gekoppelde paren. Er bestaan datakabels met gekoppelde paren. In eerste instantie bedoeld om ruis te onderdrukken bij hoge frequenties, werken deze gekoppelde paren ook uitstekend bij lagere frequenties, zoals die van audio. Als deze kabels worden gebogen, kunnen de paren draden zich niet van elkaar verwijderen, dus wordt de ruisonderdrukking optimaal, zelfs na de installatie. Eén manier om twee draden dicht bij elkaar te krijgen is door het gebruik van ‘starquad’ kabels. Dit is een kabel met vier stroomdraden die om elkaar heen zijn gedraaid. Je combineert

de draden tegenover elkaar. Het mag niet voor de hand liggen, maar als je er over nadenkt, nemen de twee draden die je overhoudt net zoveel ruimte in de winding in. Dit betekent dat starquad zeer goed is in het onderdrukken van ruis en interferentie, met name bij lage frequenties zoals 50 Hz vermogen. Als je een microfoon aan een lichtrek moet bevestigen, gebruik dan een ‘starquad’ microfoonkabel.

6) Analoge audiokabels zijn vergelijkbaar door hun capaciteit. Hoe weet je of je een goede of een slechte audiokabel hebt? Als je het over prestatie hebt, is het simpel. Controleer en vergelijk gewoon de capaciteit per meter in de kabels die je denkt te gebruiken. Een ‘gemiddelde kabel’ kan een capaciteit hebben van 98 pF/m (picoFarad-per-meter). Eén van de nadelen ten opzichte van het hierboven genoemde starquad is de hoge capaciteit: 164 pF/m. Dit betekent dat je lage ruis inruilt tegen prestatie, en niet zo ver kunt gaan met starquad als je kunt met standaard mic kabel (voor dezelfde prestatie). Er zijn ook kabels met heel lage capaciteit, zoals Belden 1800F, bij 43pF/m. Als je de beste prestatie wilt, is dat een goede keuze. De reden waarom al die kabels van elkaar verschillen is de keuze van de isolatie op de draden, genaamd het ‘diëlectricum’. Tabel 1 is een lijst van kunststof ‘diëlectrici’. Met 22 AWG draden en identieke dikte van de isolatie kun je het effect zien.

7) Hoe ver kan ik gaan? Eén van de vragen die kabelproducenten het vaakst worden gesteld, is: “Hoe

ver kan ik met deze kabel gaan?” Voor analoge audio is dit feitelijk een gecompliceerde kwestie. Hoe ver je kunt gaan met een kabel hangt voornamelijk af van twee factoren. De eerste is de capaciteit van de kabel, en dat onderwerp hebben we net besproken. De tweede factor heeft te maken met de apparaten die een signaal door de kabel sturen (de ‘bron’) en het apparaat dat het signaal aan het einde gebruikt (de ‘bestemming’). Elk apparaat dat een signaal voedt – een bron dus – heeft een bronimpedantie. Als je me kunt vertellen wat de bronimpedantie van een apparaat is en wat de capaciteit van de kabel is, kan ik je vertellen hoe ver je kunt gaan. Tabel 2 toont deze berekeningen. Voor deze afstanden geeft de tabel aan hoe ver je kunt gaan totdat het signaal – 1 dB afneemt (een geringe hoeveelheid) bij 20 kHz, de hoogste frequentie die iemand gewoonlijk nog kan horen. Met andere woorden, deze afstanden laten zien waar de kabel een effect op het geluid begint te hebben.

Stel, je koopt een audio receiver bij de plaatselijke hi-fi winkel. De bronimpedantie, de impedantie van de uitgangen (op RCA-stekkers) van de meeste consumenten audio apparatuur ligt gewoonlijk rond 10.000 ohm (10kΩ). Als de kabels die je gebruikt om het apparaat aan te sluiten op iets anders in een andere kamer goedkoop zijn en geheel van kunststof (dat zijn de meeste), hebben die een capaciteit van rond 164pF/m. Je zult ongetwijfeld hebben gezien dat je maar tot 2,4 meter kunt gaan totdat het geluid wordt aangetast (-1 DB bij 20 kHz). Als je nou probeert een kabel te trekken van 30 meter naar de andere kant van het huis, of 50 meter naar het huis van de buren, zou de audio erg gedempt klinken. Alle hoge frequenties zouden danig afgetopt worden door de zeer hoge bronimpedantie. En zelfs als je de beste audiokabel zou kopen die er op de markt te krijgen is, iets van rond de 49 pF/m, zou dit de afstand verbeteren tot 8,2 meter, en dat is niet erg veel! Wat je echt moet veranderen is de bronimpedantie. Als je die naar 600 ohm brengt, gaat de goedkope kabel mee tot 41,2 meter, en de goede kabel zelfs tot 138 meter! Wow! Op die manier kun je de hele buurt voorzien van audio! Dit is de reden dat microfoons zo’n lage bronimpedantie (uitgangsimpe-

Steve Lampen werkt al 16 jaar voor Belden en is tegenwoordig Multimedia Technology Manager. Voorafgaand aan Belden had Steve een uitgebreide carrière in de radiozend-techniek en -installatie, filmproductie, en elektronische distributie. Steve is in het bezit van een FCC Lifetime General License (voorheen een First Class FCC License) en is een SBE Certified Radio Broadcast Engineer. Aan de data-kant is hij een BICSI Registered Communication Distribution Designer. Zijn meest recente boek, "The Audio-Video Cable Installer's Pocket Guide" is gepubliceerd door McGraw-Hill. Zijn column "Wired for Sound" verschijnt in Radio World Magazine.

kabel die met folie is afgeschermd zal helpen om de storing van die speakerkabels naar andere kabels te verhinderen. Jammer genoeg zijn beide opvattingen niet waar. In het geval van de RFI zul je die foliebescherming aarden om van de RFI af te komen. Maar de enige aarde die beschik-

dantie) hebben, vaak 150 ohm. Zelfs met een laagwaardige microfoonkabel die geheel van PVC is, kun je tot 165 meter gaan, en met een goede kabel 571 meter. Dat is een heel eind.

8) Hoe kies ik een microfoonkabel? Je hebt drie basisopties: robuustheid, lage ruis, of prestatie. Een echt robuuste microfoonkabel heeft een rubberen mantel (er zijn veel samenstellingen, natuurlijk of kunststof rubber). De laagste ruis van alle constructies levert de al eerder genoemde 'starquad'. Hoogwaardige microfoonkabels hebben een heel lage capaciteit, zelfs zo laag als 49 pF/m. Deze kabels bieden de vlakste frequentie responsie, en de grootst mogelijke afstand voor een bepaald signaalverlies.

9) Speakerkabels zijn geen gebalanceerde lijnen. Deze stelling zou je kunnen verbazen. Want zijn speakerkabels geen gedraaide paren? Ja, dat zijn ze. En hebben niet alle eindversterkers twee schroeven of uitgangen voor elk kanaal? Ja, dat hebben ze. Maar de uitgangsspanning van de versterker is niet + en -, die is + en GND (aarde)! Pak maar eens een ohmmeter en meet alle aardeuitgangen van alle kanalen. Je zult zien dat die allemaal gelijk zijn. Het zijn dus geen + en - uitgangen zoals je die in een gebalanceerde lijn hebt. Daarom heeft het gebruik van gedraaide paren voor speakeraudio geen enkel effect op het verminderen

van het afgeven van signalen door speakerkabels. De enige manier om te voorkomen dat deze signalen andere kabels storen, is om ze fysiek te verplaatsen, weg van de kabels. Dat hoeft niet ver weg te zijn, zelfs een metalen scheiding in een opstelling is voldoende om de speakerkabel aan één kant, en de andere kabels aan de andere kant van elkaar te isoleren. Om dezelfde reden zou je een andere gescheiden sectie kunnen maken voor de voedingskabels.

10) Het afschermen van speakerkabels heeft weinig zin.

De meeste afschermingen op speakerkabels zijn folie-bedeckingen. Sommige techneuten denken dat als je je zorgen maakt dat RFI (radio frequency interferentie, radiofrequentiestoring) via de speakeruitgangen in de eindversterker komt, een afgeschermd kabel dit zal helpen verhinderen. Anderen zijn van mening dat een

baar is, is dezelfde als waarmee één van de speakerdraden is verbonden. Dus de bescherming en één van de twee draden in het paar hebben dezelfde verbinding. Je hebt dus niet geïsoleerd tegen RFI, en bent het dus ook niet kwijt. En een foliebescherming heeft alleen effect vanaf 10 MHz, dat is ver boven de audiofrequenties. Dus foliebescherming heeft vrijwel geen invloed op de straling van de speakerkabels naar andere kabels. Ik hoop dat je genoten hebt van deze kleine lijst 'opfrissers'. Natuurlijk ben ik niet diep ingegaan op de diverse onderwerpen. Er is nog zoveel meer te vertellen! Als je nog vragen hebt, kun je altijd contact opnemen met de schrijver shlampen@aol.com

Door Steve Lampen, Multimedia Technology Manager Belden

Reageren op dit artikel?
Dat kan op www.av-entertainment.nl