

NOGMAALS DE INSTELLING VAN PICK UP ELEMENTEN

PETER VAN WILLENSWAARD
JOHN VAN DER SLUIS

Naar aanleiding van ons artikel in RB november 1979 ontvingen wij enkele reacties van lezers, die niet geheel overtuigd waren van de juistheid van onze stellingen. Bovendien verscheen in het februari-nummer van het blad Luister een artikel van Ruud Jansen, waarin gesteld wordt, dat de door ons gegeven instelling geen hoorbare verbetering zou brengen t.o.v. de door de fabrikant van de arm (in zijn geval SME) gegeven instelvoorschriften. Bovendien betwijfelde hij, en met hem veel pick up fabrikanten, de mathematische juistheid van onze gegevens.

Ook werd commentaar gegeven op de door ons gebezigde term 'tijdsdomein'. Reden om wat dieper op de materie in te gaan.

In de eerste plaats willen we opnieuw stellen, dat de enig juiste instelling voor een pick up element die is, die het minste afwijkt van de horizontale en verticale hoek van de snijbeitel. M.a.w. we willen exact hetzelfde uit de pick up krijgen als wat er aan de opnamekant in de plaat werd geperst. Beschouwen we als eerste de relatie tussen fouthoek en afspeelvervorming.

Omdat de snelheid, waarmee bij een gegeven toerental het plaatoppervlak

onder de naald door beweegt, kleiner wordt naarmate de afspeelstraal (radius) kleiner wordt (dus de arm verder naar binnen gaat) moeten de groefamplitudes toenemen om het element eenzelfde signaalniveau af te laten geven als op de begingroef. Daarom treden – en in meerdere mate bij kwalitatief slechte elementen – aftastproblemen vooral daar op, waar de amplitudes het grootst zijn: in de binnenste groef. Daar zijn de naalduitslagen het grootst.

Wanneer de naalddrager niet parallel met de groef is, spreken we van een fouthoek. Bij grotere naalduitslagen heeft de fouthoek meer effect op de stand van de naald dan bij kleine. Dan dient dus de fouthoek af te nemen naarmate de radius afneemt. Hieruit lijkt te volgen dat de fouthoek in de binnenste groef nul behoort te zijn. Fabrikanten als SME en DUAL (ref. 1) gaan daar van uit.

Echter, dat uitgangspunt leidt elders op de plaat tot grotere fouten dan noodzakelijk is.

Omdat de afspeelvervorming **TEGELIJK** afhankelijk is van twee grootheden (de absolute fouthoek en de afspeelradius), moeten we voortdurend kijken naar de relatie tussen beide.

Zo komen we tot het quotiënt:

$$\frac{\text{absolute fouthoek}}{\text{afspeelstraal}}$$

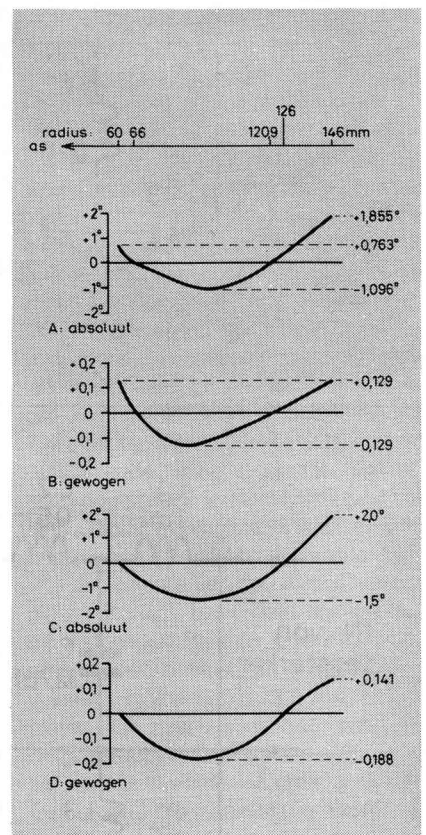
Dit quotiënt noemen we de 'GEWOGEN FOUTHOEK'.

Het verband tussen gewogen fouthoek en afspeelvervorming is recht evenredig.

De maxima van de gewogen fouthoek dienen over de gehele plaat zo klein mogelijk te zijn.

Tevens houdt dat in dat die maxima even groot dienen te zijn.

In afb. 1A is de gewogen fouthoek grafisch uitgezet tegen de afspeelstraal.



afb. 1 Fouthoeken SME.

Bij alle niet-tangentiale armen is de resulterende grafiek een kromme.

Als je met een gebogen lijn de rechte lijn (van 0° fout) zoveel mogelijk wilt benaderen, zodat over het geheel genomen de afwijking zo klein mogelijk is, dan heb je in ieder geval twee snijpunten.

De bepaling van die twee snijpunten kan gebeuren via een omvangrijk rekenproces, waarbij de maximaal optredende 'gewogen' fouthoeken worden geminimaliseerd. De maxima komen dan op drie plaatsen, t.w. bij de binnenste, de buitenste groef en ergens in het midden van de plaat.

Indien hiervan wordt afgeweken, zoals geschetst in afb. 1C, dan kan weliswaar plaatselijk een kleinere vervorming worden bereikt, in het geschetste geval in de laatste groef, echter op twee plaatsen neemt de vervorming belangrijk toe.

In afb. 1D zien we de gewogen fout van de instelling voor de SME 3009-III. En zoals gesteld, is die fout direct gerelateerd aan de afspeelvervorming. De fout is respectievelijk 0,149 en 0,156 %/cm.

Vergelijken we dit met de afb. 1A en 1B, waarin de situatie volgens onze voorschriften is gegeven dan zien we dat de maximale gewogen fout over de **gehele** plaat kleiner blijft dan 0,129 %/cm.

Voor de mathematici geven we de formules voor het vaststellen van de fout-hoek en overhang.

In principe wordt uitgegaan van drie vergelijkingen voor het berekenen van respectievelijk de nul-radialen, de optimale offsethoek (t.o.v. de as van de arm) en de overhang.

De vergelijking wordt verkregen door een 2e orde Chebyshev benadering.

$$\text{Kleinste nul radius} = \frac{2r_1 \cdot r_2}{\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) r_2 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) r_1} \dots (1a)$$

$$\text{Grootste nul radius} = \frac{2r_1 \cdot r_2}{\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) r_2 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) r_2} \dots (1b)$$

waarin r_1 en r_2 de kleinste, respectievelijk de grootste maxima zijn.

De offsethoek is gegeven door:

$$\sin(a)_{\text{opt}} = \frac{r_1 + r_2}{L \left[\frac{\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)^2}{r_1 \cdot r_2} + 1 \right]} \dots (2)$$

waarin a de offsethoek in graden en L de effectieve armlengte.

Het optimale draaipunt (bevestigingsplaats van het armlager) wordt verkregen door:

$$\sqrt{\frac{r_2(L^2 + r_1^2) - r_1(L^2 + r_2^2)}{r_2 - r_1}} \dots (3)$$

waarin L de effectieve armlengte en r_1 en r_2 de binnenste, respectievelijk de buitenste nulradialen zijn.

Van deze formules kunnen we de afstand afleiden tussen het bevestigingsgat van de arm en de draaitafel:

$$\sqrt{L^2 + r_1^2 + 2Lr_1 \cos(90-a)} \dots (4)$$

Uitgaand van minimum en maximum afspeelradialen van een 30 cm langspeelplaat, dat is respectievelijk 60,325 en 146,05 mm, komen we uitgaand van de hier gegeven formules tot nulradialen van 66,04 respectievelijk 120,9 mm.

Het Amerikaanse blad Audio heeft onlangs nog een artikel aan deze zaak gewijd (ref. 2) en aan de hand van deze formules een aantal pick ups nagemeten op de instelling zoals door de fabrikant gegeven.

Armen waarbij een redelijk geometrisch resultaat is te verwachten zijn o.a. die van:

1. JML Company, type TA 3 A,
2. J. A. Michell Eng. Ltd., type fluid arm,
3. Magnepan arm.

lets minder in dit opzicht maar toch redelijke (en in Nederland verkrijgbare) armen zijn bijv.:

4. Fidelity Research, typen FR 12 en FR 64 S,
5. Pioneer series 20, type PA-1000.

Tenslotte willen we nog even ingaan op de soort vervorming die ontstaat bij afwijkingen van de optimale horizontale respectievelijk verticale fouthoek.

Zoals al door Baerwald in 1941 gesteld, ontstaat er geen 'normale', d.w.z. harmonische of intermodulatie vervorming, doch er ontstaat frequenties modulatie.

Dit is overigens een zaak die door veel Audio recensenten niet wordt begrepen.

Het signaal moduleert zichzelf in frequentie, waardoor er zijbanden ontstaan. Daar die zijbanden niet in een (harmonische) relatie staan tot het oorspronkelijke signaal is de soort vervorming duidelijk waarneembaar. Onze gehoordrempel voor niet-harmonische vervorming ligt belangrijk lager dan voor THD en IM.

FM is een tijdsverschijnsel, we spreken dus over een soort vervorming in het 'tijd domein'.

Andere termen die van toepassing zijn, zijn bijv. FIM (frequentie intermodulatie-vervorming) en FXM (frequentie kruismodulatie-vervorming).

FXM speelt alleen een rol bij stereo. Het duidelijkste subjectieve verschil tussen goed en fout ingestelde elementen is de doorzichtigheid van het stereo beeld.

Ook bij versterkers kunnen we het begrip 'tijd domein' toepassen en wel op versterkers met looptijdproblemen, bijv. voorversterkers voor pick up signalen met een RIAA correctie in de tegenkoppeling. Als zo'n versterker niet snel genoeg is, respectievelijk als de versterker niet de benodigde stroom in het correctie netwerk kan leveren (slewrate), ook dan kunnen we spreken van problemen in het tijd domein.

Voor diegenen die hieraan nog wat willen rekenen merken we op dat het tijdsverschil omstreeks $5 \mu\text{s}/^\circ$ fouthoek bedraagt.

- ref. 1. Hansjörg Zumkeller, Die Aufgabe des Tonarmes, Funkschau 1979 heft 10.
 - ref. 2. Martin D. Kessler en B. V. Pisha, Tone arm geometry and set up, Audio januari 1980.
- Belangrijk naslag werk lijkt ons ook:
- ref. 3. B. B. Bauer, The High Fidelity Phonograph Transducer, J. A. E. S. okt.-nov. 1977.
 - ref. 4. Erik Lofgren, ..., Akustische Zeitschrift, nov. 1938.

De laatste auteur gaat uit van een berekening van de kleinste kwadraten (i.p.v. Chebyshev) en zijn uitkomsten verschillen enigszins van die van Baerwald uit 1941.

De auteurs zouden graag reacties krijgen op dit artikel. U kunt zich daartoe rechtstreeks wenden tot: John van der Sluis, Bergselaan 127, Rotterdam, telefoon 010 - 66 46 30.