



*In dit verslag, geschreven op verzoek van Henk Hagenbeuk, beschrijf ik de bijdrage van mijn groep (Radio and Digital Signal Processing) aan de ontwikkeling van de Compact Disc.*

In het artikel, "Peek, Hans B.: The Emergence of the Compact Disc, IEEE Communications Magazine 48(1): 10-17 (January 2010)", heb ik de ontwikkeling van de Compact Disc in een breder perspectief beschreven.

## **De ontwikkeling van de ALP en de Philips CD**

De hoofdindustrie-groep 'Audio' en het Nat.Lab. startten begin 1974 een samenwerking met als doel een optische audioschijf met een diameter van 20 cm te ontwikkelen. Deze optische audioschijf, de ALP (Audio Long Play), moest de geluidskwaliteit van de kwetsbare vinyl langspeelplaat, de LP, overtreffen en gemakkelijker te hanteren zijn.

Het optische deel van het te ontwikkelen ALP-systeem kon goed gebruik maken van het Video Long Play (VLP) systeem dat reeds eerder door het Nat.Lab. ontwikkeld was en in 1972 aan de pers getoond is.

Ik kreeg de opdracht om met mijn groep (Radio and Digital Signal Processing) in samenwerking met de HIG (Hoofd Industrie Groep) Audio de ALP te ontwikkelen. Daartoe werd de groep met de zojuist afgestudeerde ingenieur Lorend Vries in februari 1974 uitgebreid. Een ander lid van de groep, Theo Diepeveen, werd zijn assistent.

Op 14 maart 1974 was er een ALP-VLP vergadering bij Audio. Het centrale onderwerp op deze vergadering was het vaststellen van de modulatiemethode voor de ALP. De vergadering werd geleid door Ir. J. Wessels, groepsleider bij Audio. Hij had een belangrijke bijdrage geleverd aan het FM (frequentie modulatie) systeem in de VLP. Hij meende dat ook FM een geschikte methode voor de ALP was. Uit mijn ervaring tijdens de ontwikkeling van de VLP wist ik dat er bij het afspelen van een VLP zichtbare fouten in het beeld waren. Deze werden door beschadigde putjes op de optische schijf veroorzaakt. Echter, deze fouten werden voor een belangrijk deel gemaskeerd door de hoge correlatie tussen de opeenvolgende lijnen in een TV-beeld en die tussen opeenvolgende beelden. Maar uit mijn ervaring met audio signalen wist ik dat deze zeer gevoelig zijn voor fouten. Zo kan een LP met een kras de muziekweergave bederven. Tijdens de vergadering adviseerden Lorend Vries en ik een digitale audioregistratie op de ALP omdat dan een fouten-corrigerende code kon worden toegevoegd. Alleen zo kon de ALP de geluidskwaliteit van de LP overtreffen. Ik was op de hoogte van de mogelijkheden van foutencorrigerende codes, maar Wessels meende echter dat FM een goede kans maakte en als dit niet zou slagen was delta modulatie (DM) ook nog een optie. Fouten-corrigerende codes waren in 1974 nog een relatief onbekend gebied van de wiskunde, ook voor de groep Audio. Besloten werd om eerst gezamenlijk een ALP met FM te ontwikkelen en als dat mislukte om dan een digitale oplossing te kiezen.

Als gevolg van de samenwerking werd door Ir. Lou Ottens, de technisch directeur bij Audio, een speciale ALP-projectgroep gevormd. Deze projectgroep bestond uit vijf Audio leden en twee leden, Vries en Diepeveen, van de groep Radio and Digital Signal Processing van het Nat.Lab. De projectleider werd Ir. Loek Boonstra van Audio. Zo startten de leden van de Audio ALP project groep met de ontwikkeling van een kleine ALP speler voor een 20 cm schijf terwijl Vries en Diepeveen met een studie en vervolgens het bouwen van een audio FM modem startten.

Om de invloed van fouten te kunnen vaststellen werden twee typen demodulators gebouwd. Een demodulator was een standaard FM demodulator en de andere een 'phase-locked loop'. Tegen het einde van 1975 waren de ALP en de schijf klaar voor testen. Het bleek dat bij het afspelen ten gevolge van beschadigde putjes op de plaat de geluidskwaliteit slecht was. Dit betekende het einde van een analoge ALP.

Vries was ondertussen in januari 1975 gestart met een studie van fouten-corrigerende codes. De volgende poging van de ALP project groep was in 1976 een ALP systeem met delta modulatie (DM). Bij het testen van dit systeem in 1977 bleek dat er teveel hoorbare fouten waren. De conclusie was dat een fouten-corrigerende code noodzakelijk was.

Ook Sony kwam eind 1976 tot dezelfde conclusie. Zij ontdekten tot hun ontsteltenis dat hun digitale audio op een optische schijf afschuwelijk klonk. T.Doï, de projectleider bij Sony concludeerde dat foutencorrectie onmisbaar is.

Eind 1977 besloot de Audio directie om een 'Compact Disc' (CD) laboratorium op te richten. Dit CD-laboratorium kreeg de opdracht om een prototype van een CD-speler met een digitale optische schijf van 11,5 cm te realiseren die aan de buitenwereld gedemonstreerd kon worden. Joop Sinjou, de leider van dit CD-laboratorium, beschikte over een team van 35 medewerkers. De diameter van de CD schijf, 11,5 cm, kwam overeen met de diagonaal lengte van de 'Compact Cassette', een ander Philips product. De speelduur van de CD werd tot 1 uur beperkt. Gekozen werd voor puls-code modulatie (PCM) met 14-bits bemonsteringen en fouten-correctie.

Vries had zich sinds 1975 verder verdiept in fouten-corrigerende codes en had ook voor andere Philips activiteiten belangrijke codes bedacht en toegepast. In januari 1978 startten Vries en Diepeveen met de bouw van een fouten-corrigerende convolutie coder-decoder (codec). Indien er te veel fouten waren en deze niet meer te corrigeren waren maar nog wel te detecteren, dan werden de fouten gemaskeerd. Dit gebeurde door op de plaats van de fouten het audiosignaal bij het afspelen op een speciale manier kortstondig te onderbreken. Deze onderbrekingen waren onhoorbaar. De codec, inclusief fouten-maskering, werd in mei 1978 aan Audio overhandigd. De decoder werd met fouten-maskering in het prototype van een CD-speler ingebouwd. Deze speler werd met een 11,5 cm cd-schijf op 8 maart 1979 door Sinjou aan de internationale pers getoond en gedemonstreerd. Om deze doorbraak te herdenken, ontving Philips op 6 januari 2009, tijdens een druk bezochte ceremonie in de aula van de TU/e een 'IEEE Milestone Award'.

## **De Philips-Sony samenwerking**

Ook Sony waardeerde deze doorbraak, met als gevolg dat in augustus 1979 een samenwerking met Philips ontstond met als doel om een gemeenschappelijke CD-standaard vast te stellen. Sony had veel ervaring op het gebied van magnetische audio recording en had ook een digitale optische audio schijf met fouten-correctie ontwikkeld en gedemonstreerd. Deze schijf, met een diameter van 30 cm, was veel groter dan de 11,5 cm van de Philips CD. De speelduur was 150 minuten. Philips en Sony besloten tot een aantal vergaderingen afwisselend in Eindhoven en Tokio. Tijdens deze vergaderingen zouden de Philips-Sony experts de diverse technische specificaties voor de CD-standaard bepalen.

De eerste vergadering was op 27 en 28 augustus 1979 in Eindhoven en de laatste op 17 en 18 juni 1980 in Tokio. Vries was de enige Philips-expert op het gebied van fouten-correctie en was op alle zes vergaderingen aanwezig. Op de eerste vergadering stelde Philips de fouten-corrigerende convolutie code van Vries voor en Sony een 'b-adjacent code'.

Op 5 februari 1980 stelde Sony, na correspondentie met Philips, een verbeterde 'cross b-adjacent code' voor. Vries en Leon Driessen, eveneens een Nat.Lab. ingenieur (groep Walraven) analyseerden vervolgens deze verbeterde code. Zij concludeerden dat deze code beter functioneerde dan de convolutie code van Vries. Bij de analyse van de Sony code ontdekten Vries en Driessen tevens dat de correctie- en detectiecapaciteit aanzienlijk kon worden verhoogd. Een bezwaar was dat de bijbehorende chip complexer werd. Ondanks dit nadeel accepteerde Sony het voorstel wegens de significante capaciteitswinst van de code.

Zo ontstond de "Cross Interleaved Reed-Solomon code" (CIRC). Deze code werd in juni 1980 onderdeel van de Philips-Sony cd-standaard. Philips en Sony dienden vervolgens een patentaanvraag in. Deze werd door het 'U.S. Patent office' erkend en is geregistreerd als: K.Odaka, Y.Sako, I.Iwamoto, T.Doï (allen van Sony) en L.Vries (Philips), "Error Correctable Data Transmission Method," U.S. Patent 4,413,340, 1983.

Dit is het einde van het verslag over de bijdrage van mijn groep aan de ontwikkeling van de CD.

J.B.H. Peek

28 juni 2015