

Bespreking van een servicestage bij Kenwood en DVB-T

Samenvatting

Als student van het laatste jaar bachelor elektronica heb ik gekozen voor een servicestage bij Kenwood te Vilvoorde. Hier kon ik mijn theoretische kennis testen in de praktijk. In mijn stagerapport bespreek ik een aantal herstelling van bij Kenwood en een onderwerp gekozen in overleg met de mensen van Kenwood.

Tijdens het verloop van de stage heb ik herstellingen uitgevoerd op gebied van audio en communicatie. In het audio gedeelte waren dat vooral autoradio's, cd-spelers, dvd-spelers en surround receivers. Op het gebied van communicatie heb ik vooral mobiele en vaste transceivers hersteld. In dit deel geef ik ook een uitleg over de werking van de optische pick-up bij cd-spelers.

Het onderwerp dat ik ga bespreken is DVB-T of Digital Video Broadcasting – Terrestrial. Dit is digitale televisie uitgezonden via de ether. DVB-T houdt verband met Kenwood omdat deze een tv-tuner in de vorm van een black box voor in de wagen hebben die gebruik maakt van deze techniek. Wanneer men deze tv-tuner verbindt met een scherm of de gepaste autoradio kan men naar tv kijken in de wagen. Uiteraard is DVB-T niet alleen ontworpen voor in de auto maar ook voor in de huiskamer. Het is de bedoeling dat DVB-T in de toekomst de analoge tv uitzendingen in de ether vervangt.

Woord vooraf

Op dinsdag 12 februari ben ik begonnen aan het laatste deel van mijn bacheloropleiding, namelijk de stage. Mijn stage ging door in Kenwood te Vilvoorde. Dit is een service center waarbij ze o.a. defecte apparaten herstellen. Mijn taak was mee te draaien in dit systeem en verschillende soorten toestellen te herstellen, dit liep van audio tot communicatie. Dit jaar is er een nieuw systeem van start gegaan waarbij we één dag in de week les hebben en de rest van de week stage. Dit werd ingelast om ons eerste semester minder zwaar te maken.

Tijdens deze stage heb ik niet gewerkt aan één project aangezien het een service stage is. In dit stageverslag zal ik een bespreking geven van de service stage bij Kenwood en DVB-T.

Hierbij wil ik de mensen bedanken die mij hebben geholpen tijdens de stage. Dit waren niet alleen de twee techniekers Benny Vanderbist en Koen Herssens maar eigenlijk het hele Kenwood team waar ik altijd vragen kon aan stellen en daarbij een vriendelijke uitleg kreeg. Speciale dank nog aan mijnheer Geert Van Muylem, mijn stagebegeleider en mijnheer Dirk Claus, mijn stagementor voor al de tijd die ze in mij hebben gestoken.

Bram Van de Moortel
Oosteeklo 2008

Inhoudstafel

Samenvatting

Woord vooraf

Inhoudstafel

Lijst met gebruikte afkortingen en symbolen

1	Voorstelling van het bedrijf	1
1.1	Historiek	1
1.2	Serviceafdeling	3
1.3	Personeel(organigram)	4
2	Stageopdracht	6
3	Actieplan	6
4	Herstellingen	7
4.1	Herstelling van de Subaru GX-806	8
4.2	Vervangen van een microprocessor bij een Subaru GX-201	10
4.3	Vervangen van een optische pick-up en disc motor bij een Subaru GX-201	13
4.3.1	De optische pick-up	14
4.3.1.1	De werking	14
4.3.1.2	De elektronica	18
4.3.1.2.1	De intensiteit van het laserlicht	18
4.3.1.2.2	De focussering-servo	18
4.3.1.2.3	De tracking-servo	19
4.3.1.2.4	Samenvatting	22
4.3.1.2.5	De praktische uitvoering	22
4.4	Herstelling van de KDC-241SA	24
4.4.1	De BU DET schakeling	26
4.4.1.1	Minimum batterijspanning	26
4.4.1.2	Maximum batterijspanning	26
4.4.2	De fout	27
4.5	Herstelling van de TM-455	28
5	DVB-T	30
5.1	Inleiding	30
5.2	Geschiedenis en DVB-t in België	30
5.3	De werking	31
5.3.1	Controle	32
5.3.2	Modulatie	32
5.3.2.1	QPSK	33
5.3.2.1.1	Gray-code	34
5.3.2.2	QAM	35
16-QAM		35
64-QAM		36
5.3.2.3	Keuze van modulatie	36

5.3.3	Multiplexing	37
5.3.3.1	Frequency Division Multiplexing (FDM)	37
5.3.3.2	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	38
5.3.3.3	Fouriertransformatie	39
5.3.3.4	Genereren van een OFDM signaal.....	40
5.3.3.5	OFDM bij DVB-T	41
5.4	Guard Interval	42
5.5	FEC.....	43
5.6	Frequentiespectrum	43
5.7	Hiërarchische modulatie	44
5.8	De antenne	45
5.9	Testopstelling bij Kenwood.....	47
6	Besluit	49
7	Literatuurlijst	50

Lijst met gebruikte symbolen en afkortingen

EPC	European Parts Centre
RF	Radio Frequency
EFM	Eight to Fourteen Modulation
FE	Focus Error
TE	Tracking Error
BU-detect	Back Up (voedingsspanning) detectie
PDC	Program Delivery Control
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
DVB-S	Digital Video Broadcasting – Satellite
DVB-H	Digital Video Broadcasting – Handheld
DVB-C	Digital Video Broadcasting – Cable
OFDM	Orthogonal Frequency Devision Multiplexing
FDM	Frequency Division Multiplexing
MPEG	Moving Pictures Expert Group
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying
PSK	Phase-Shift Keying
BPSK	Binary Phase-Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
BER	Bit Error Rate
FFT	Fast Fourier Transform
IFFT	Invers Fast Fourier Transform
TPS	Transmission Parameter Signalling
FEC	Forward Error Correction
GI	Guard Interval

1 VOORSTELLING VAN HET BEDRIJF

1.1 HISTORIEK

- 1946** Oprichting van Kasuga Radio Co. Ltd. in Komagane City, Nagano Prefecture, Japan.
- 1949** De eerste toekenning ooit van een certificaat door de Japans NHK (National Broadcasting Radio Station) voor de fabricatie van een hoogfrequent-spoel (voor het vervaardigen van radio ontvangers).
- 1950** Verandering van de merknaam in "Kasuga Radio Industry Corporation"
- 1955** Oprichting van de Tokyo plant in Ota-ku en start massaproductie van audio- en communicatieapparatuur, test- en meetapparatuur.
- 1960** Verandering van de merknaam in "Trio Corporation".



- 1961** Opname in de "Second Section of the Tokyo Stock Exchange".
- 1963** Oprichting van Kenwood USA, Los Angeles - eerste dochtervestiging buiten Japan.



- 1968** Oprichting van Trio-Kenwood Belgium, op 14 mei 1968 - de eerste dochtervestiging in Europa.
- 1980** Start van de Car Audio business.
- 1986** Verandering van de merknaam in "Kenwood Corporation".



- 1987** Opname in de "First Section of the Osaka Stock Exchange".
- 1992** Start van de Car Navigation Business.
- 1995** Start van PHS (Personal Handy Phone System) in Japan.
- 1996** 50 jarig bestaan.



1997 Start van het Europeese DAB (Digital Broadcasting Audio) voor voertuigengebruik.

1999 Lancering DVD navigatie voor voertuigen gebruik.

2000 20 jaar Car Audio business.



2005 25 jaar Car Audio business.



2006 60 jarig bestaan.



Nieuw logo:



1.2 SERVICEAFDELING

Kenwood werkt met een verdelernetwerk dat de toestellen verkoopt aan particulieren. Indien een toestel defect is kunnen verdelers deze naar diverse servicecentra sturen die de reparaties voor Kenwood verzorgen. Toestellen die moeilijk te herstellen zijn of die al een paar keer naar zo'n service center gestuurd zijn maar telkens terugkomen voor dezelfde fout, worden naar Kenwood Electronics Belgium doorgestuurd en komen daar op de serviceafdeling terecht.

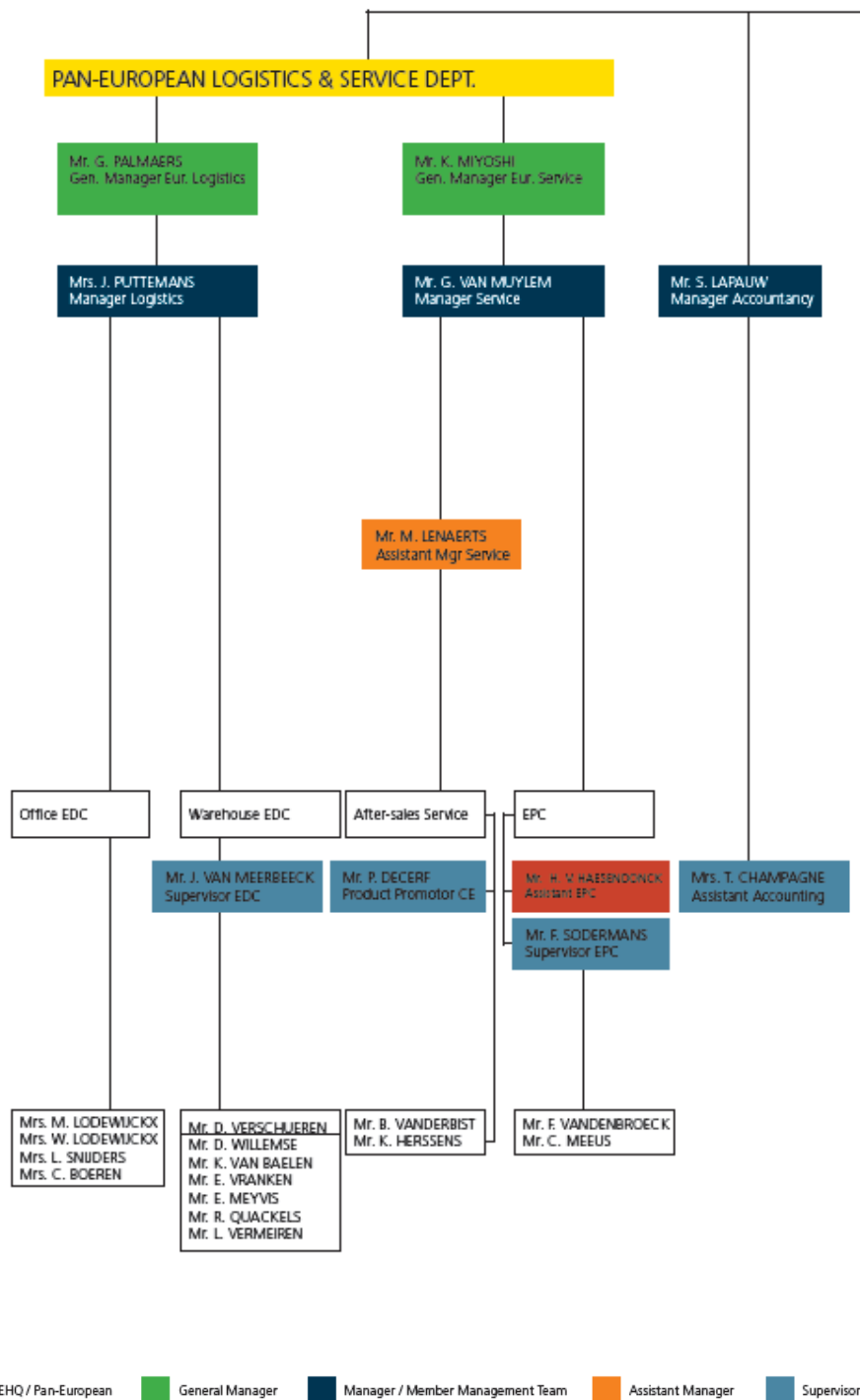
Informatie over de aard van de defecten en herstellingen worden aan Japan doorgegeven. Zo ontstaat een terugkoppeling naar ontwerp- en productieafdeling van de vestiging in Japan.

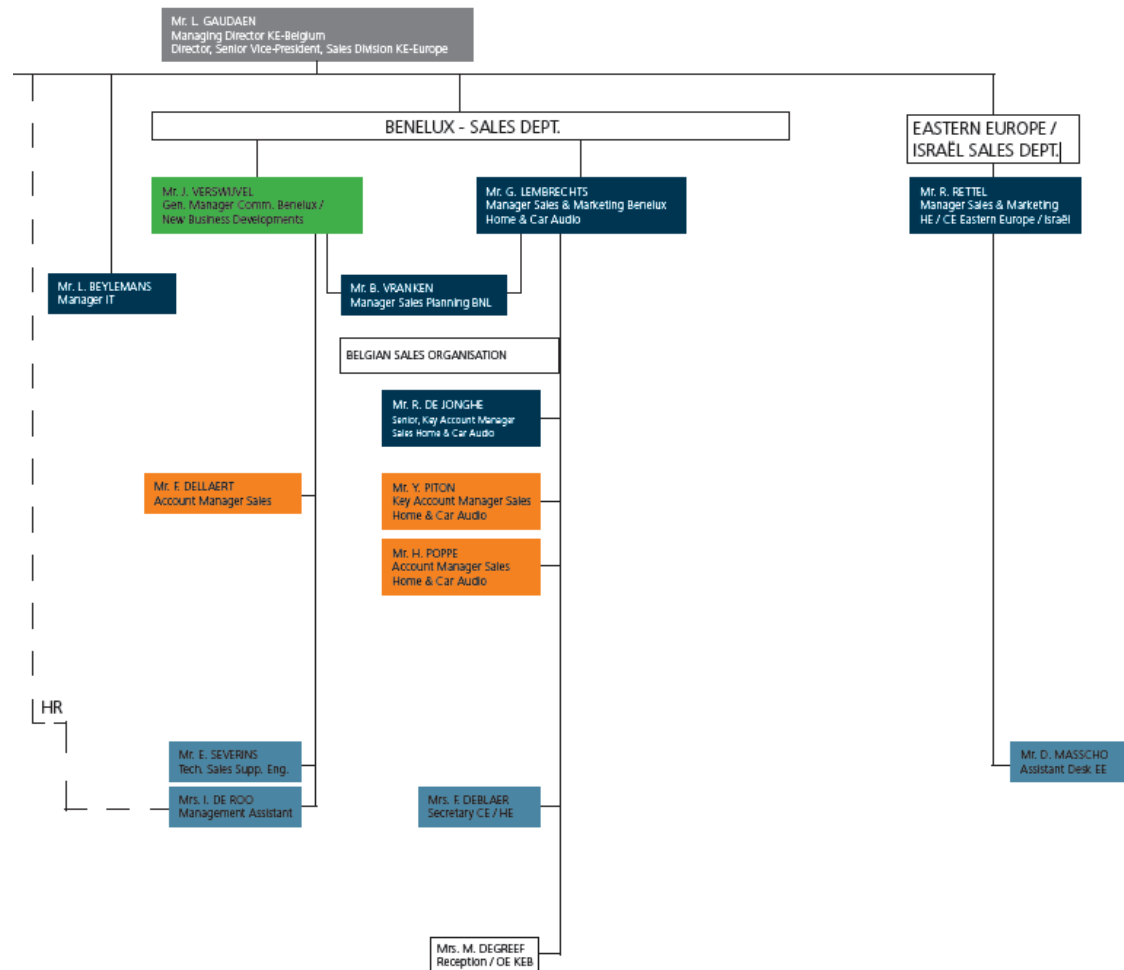
Wanneer bijvoorbeeld een bepaald type toestel telkens met dezelfde problemen wordt binnengebracht, is het nodig om vanuit dit centrale punt de hoofdvestiging in Japan te verwittigen zodanig dat deze kan ingrijpen waar het nodig blijkt te zijn (bvb. Productieproces).

Binnen deze serviceafdeling heb ik dus mijn stage doorgebracht. Ik werkte mee als hersteller in het serviceteam. De herstellingen beperkten zich niet tot één enkele klasse, maar bestreken het volledige productengamma van Kenwood. Dit waren vooral DVD-toestellen, autoradio's, ontvangers en navigatiesystemen.

In Vilvoorde is ook het EPC gevestigd. EPC staat voor European Parts Centre. Dit is het zenuwcentrum in Europa voor alle bestellingen van onderdelen. De totaal aanwezige voorraad van onderdelen bedraagt ongeveer 125.000 stuks

1.3 PERSONEEL(ORGANIGRAM)





2 STAGEOPDRACHT

Mijn stageopdracht in Kenwood Vilvoorde bestaat voornamelijk uit het herstellen van toestellen. Deze hebben te maken met audio of communicatie. Ik maak gebruik van een werktafel met al het nodige materiaal en kan voor onderdelen naar het magazijn stappen dat zich net naast het Kenwood gebouw bevindt.

Soms zal ik eens mee moeten naar het groot magazijn van Kenwood te Meer. Hier zal ik meehelpen toestellen te modificeren.

3 ACTIEPLAN

Inhoud	Streef-datum	Werkelijke datum
Leren werken met het bestelprogramma en eenvoudige herstellingen zelfstandig kunnen uitvoeren.	14 feb	14 feb
Fouten zoeken op componentniveau d.m.v. een schema	1 maart	4 maart
Inleiding en voorstelling van het bedrijf(stageverslag)	17 maart	14 maart
Indienen titel stageverslag	21 maart	21 maart
Herstellingen aan communicatieapparatuur	18 april	22 april
Deel herstellingen + inleiding gekozen onderwerp(stageverslag)	9 mei	15 mei
Volledig stageverslag indienen. Stuk gekozen onderwerp + besluit en inhoudstafel	4 juni	4 juni

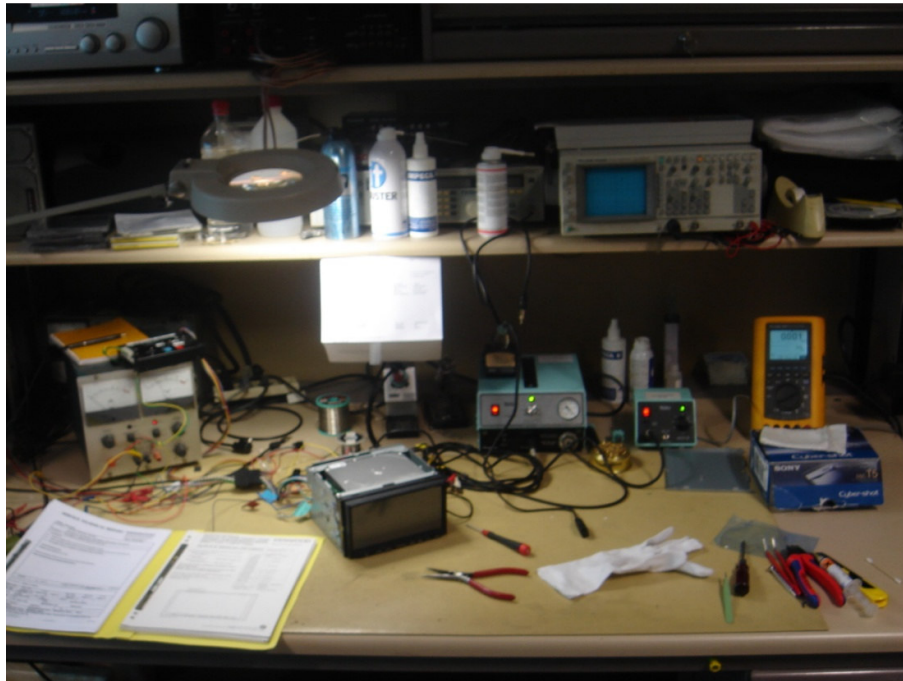
4 HERSTELLINGEN

Toen ik de eerste dag toekwam bij Kenwood hebben ze mij meteen een veel voorkomende fout bij een toestel laten herstellen. Op die manier leerde ik al het materiaal, de werking van het magazijn en de werking van het bestelprogramma kennen. Mijn eerste toestel dat ik herstelde zat in een Subaru. Kenwood heeft verschillende contracten met autoconstructeurs en Subaru is daar één van.

Speciaal voor in de Subaru auto's heeft Kenwood een aantal producten ontworpen. Het grootste deel van de toestellen dat in het servicecenter te Vilvoorde toekomt is van Subaru. Men gaat bij de herstelling van deze toestellen als volgt te werk. Voor de landen Engeland, Ierland en Duitsland werkt men met een exchange unit waarbij men rechtstreeks in contact staat met de garages. Als de garage een defect toestel binnen krijgt stuurt men een fax met de gegevens van het toestel naar Kenwood Vilvoorde. Hierbij zal men direct een zelfde nieuw toestel terugsturen en wordt het defecte toestel omgeruild. Het defecte toestel wordt dan in Kenwood Vilvoorde hersteld en plaatst men vervolgens terug in het magazijn.

Voor de andere landen waarvoor Kenwood Vilvoorde verantwoordelijk voor is geldt een andere regel. Hierbij is er per land een invoerder die een aantal toestellen in voorraad heeft. Wanneer er in dat land een defect toestel is, zal men het omruilen met één van de plaatselijke stock. Het defecte toestel stuurt men dan terug op naar België en wordt hier hersteld en refurbished. Vervolgens stuurt men het herstelde toestel terug naar de invoerder. De reden hiervoor is dat men minder taks moet betalen op toestellen die men hier hersteld en direct terugstuurt dan op toestellen die men nieuw verstuurd.

In wat volgt ga ik enkele reparaties bespreken. Ik ga beginnen met enkele eenvoudige, dit zijn de reparaties die veel voorkomen en waarbij men meestal al op voorhand weet wat er stuk is. Daarna ga ik enkele reparaties bespreken waarbij de fout zich op componentniveau bevindt. Hierbij heb ik aan de hand van een schema en metingen het defect gevonden. Onderstaande fig. is een foto van mijn werkplaats.



4.1 HERSTELLING VAN DE SUBARU GX-806

Deze herstelling is de eerste die ik heb gedaan.



Bij dit toestel loopt de cd mechaniek vast. Men gaat de volledige cd mechaniek en het frontpaneel vervangen zodanig dat het er weer als nieuw uit ziet en het toestel terug naar de stock kan.

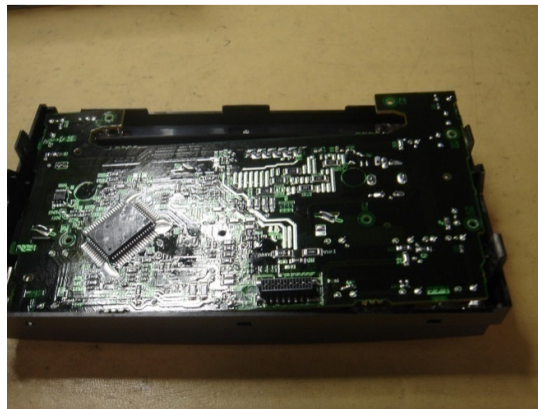
Het frontpaneel en de cd mechaniek verwijderen.



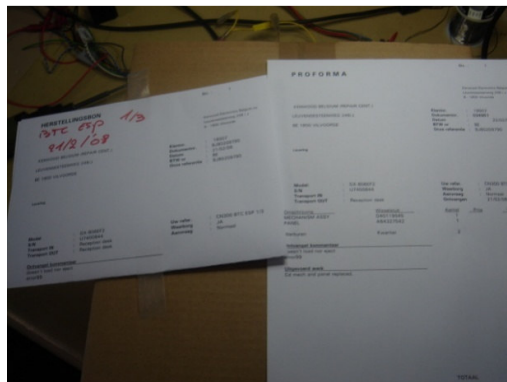
De nieuwe cd mechaniek erin plaatsen.



De printplaat achter het frontpaneel losmaken en aan het nieuwe frontpaneel bevestigen en terug aan het toestel monteren.



Vervolgens wordt het toestel getest en als het nodig is wordt er nog een software upgrade gedaan. Ten slotte wordt het toestel ingepakt en wordt de bon afgewerkt.



4.2 VERVANGEN VAN EEN MICROPROCESSOR BIJ EEN SUBARU GX-201

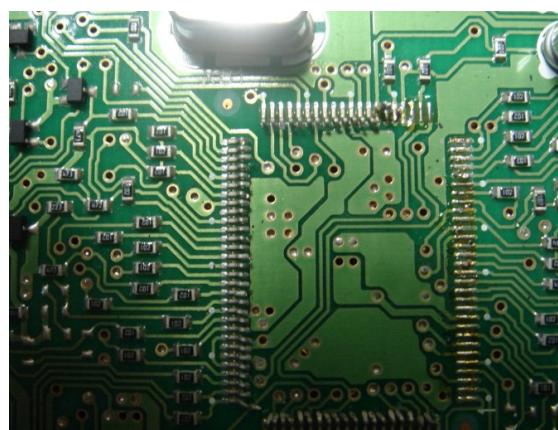
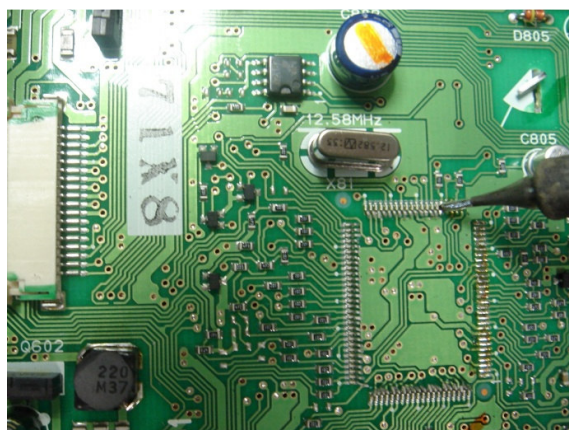
In het service center heb ik geleerd hoe je op een goedkope manier een μP kan vervangen. Deze techniek heb ik vaak moeten toepassen bij de oudere GX-201 modellen. Bij sommige van deze toestellen werden er twee μP vervangen. De ene diende voor de verwarming te regelen in de auto en de andere voor de autoradio te sturen.

Het grootste voordeel van deze techniek is dat men geen dure desoldeerkop per IC nodig heeft. Een nadeel is dat het te vervangen component volledig stuk is. Maar aangezien deze in een service center toch wordt weggesmeten, is dit niet van belang.

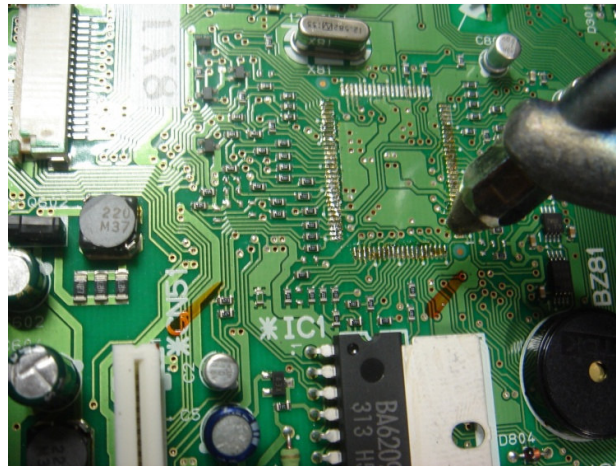
Als eerste stap worden alle pootjes van de IC afgesneden met een breekmes



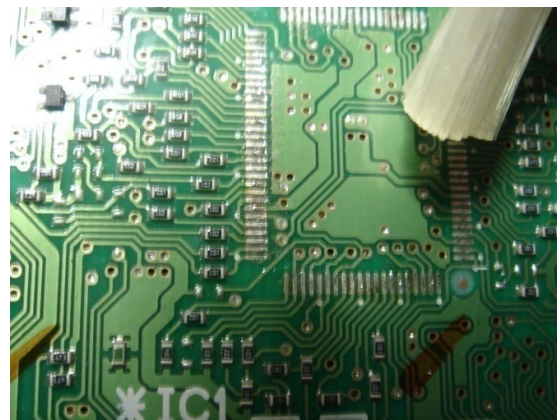
Vervolgens worden de resterende pootjes verwijderd m.b.v. een soldeerbout.



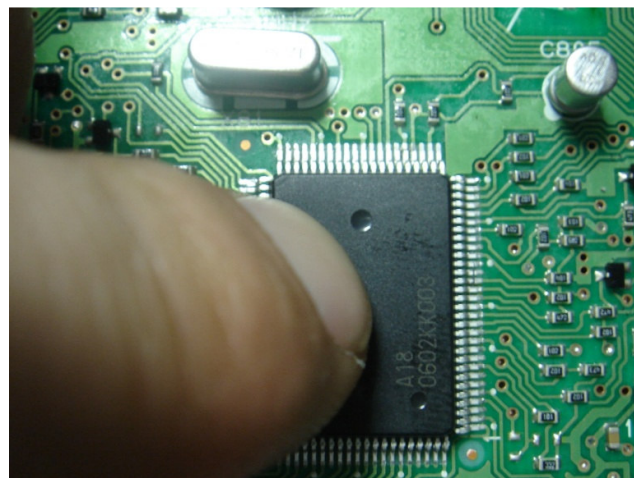
Dan wordt het resterende soldeertin verwijderd met een desoldeerbout.



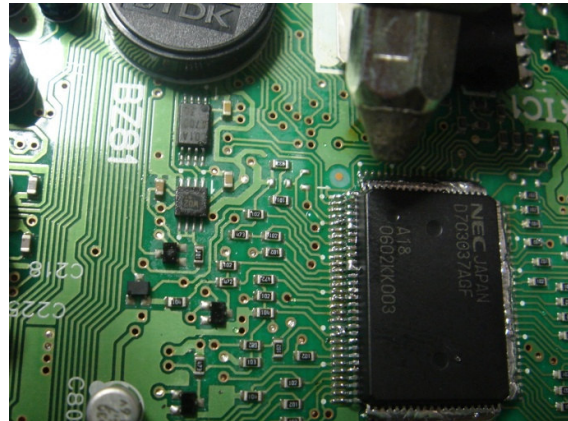
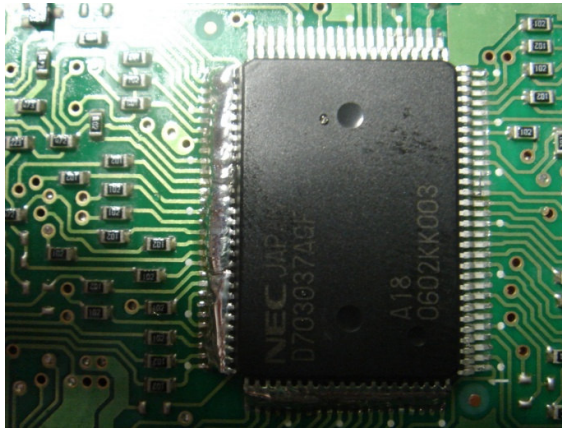
Vervolgens gaan we de eilanden reinigen met een cleaner



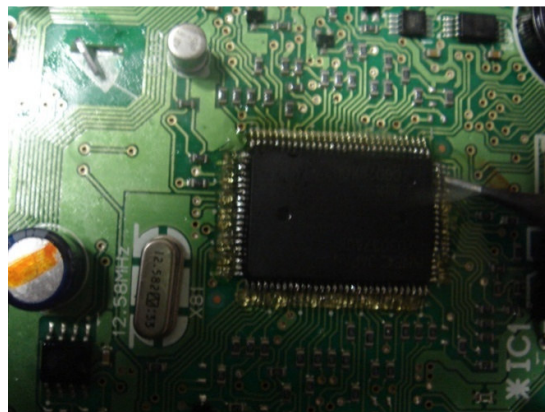
Dan plaatsen we de nieuwe IC op de print en positioneren we hem. Wanneer hij goed staat gaan we twee poten vast solderen.



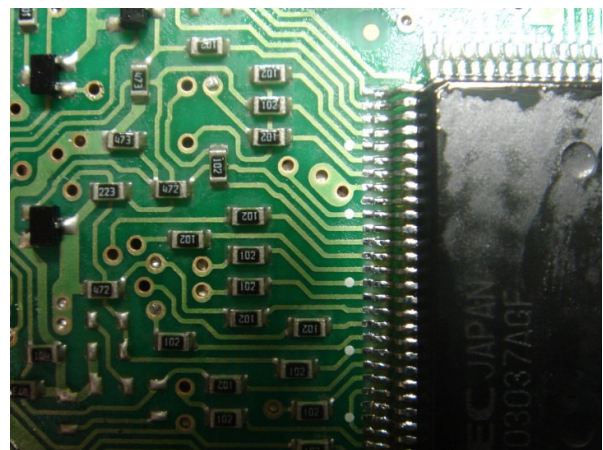
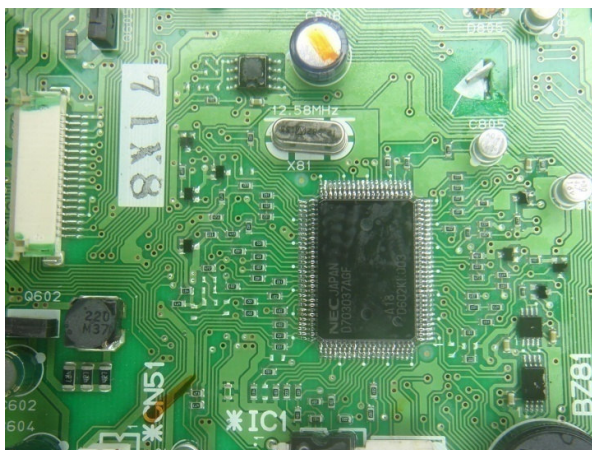
Vervolgens gaan we een dikke laag tin leggen over al de poten van de IC om die daarna terug weg te zuigen.



Dan gaan we flux over de poten leggen en met een gewone soldeerbout nog eens lang alle poten gaan. Het overtollige soldeer kunnen we op deze manier verwijderen. Dit blijft dan aan de soldeerbout plakken.



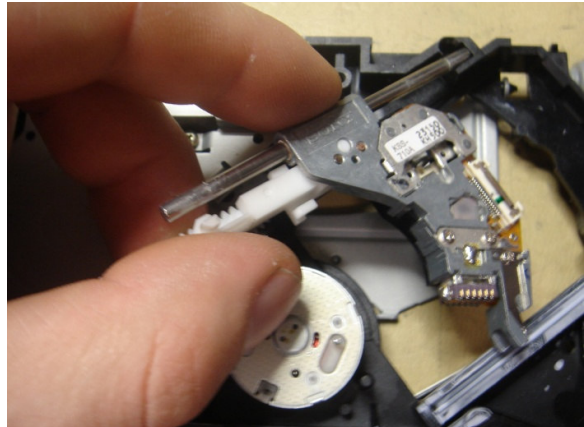
Na het reinigen met de cleaner krijgen we het volgende eindresultaat.



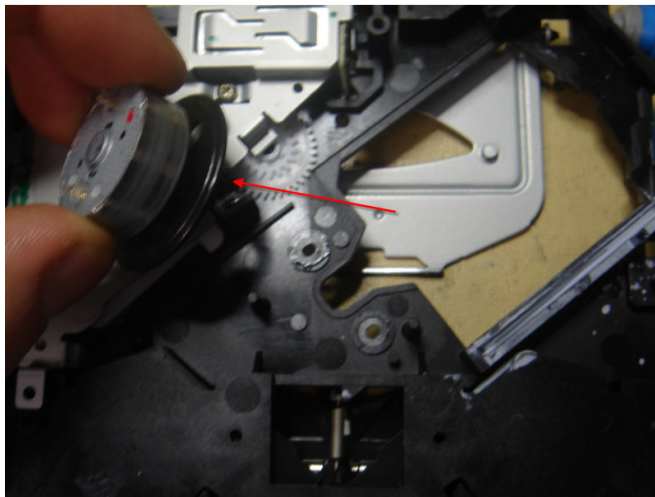
4.3 VERVANGEN VAN EEN OPTISCHE PICK-UP EN DISC MOTOR BIJ EEN SUBARU GX-201

Een probleem dat zich soms voordoet bij een cd speler is het skippen. Dit zijn onderbrekingen in het geluid. Bij zachte schokken in een auto zou dit niet mogen voorkomen omdat de cd speler is opgehangen met veertjes. Wanneer dit dan wel voorkomt, heeft dit te maken met de optische pick-up of de disc motor.

De lens van de optische pick-up kan vuil zijn. Er kan stof op en onder de lens liggen. Hierdoor zal het voor de pick-up moeilijker zijn de juiste track te volgen bij schokken. Het stof op de lens is eenvoudig af te kuisen met een wattenstaafje, maar datgene aan de onderkant van de lens zorgt voor problemen. Deze kunnen we niet verwijderen. De oplossing voor dit probleem is dus de volledige optische pick-up te vervangen.



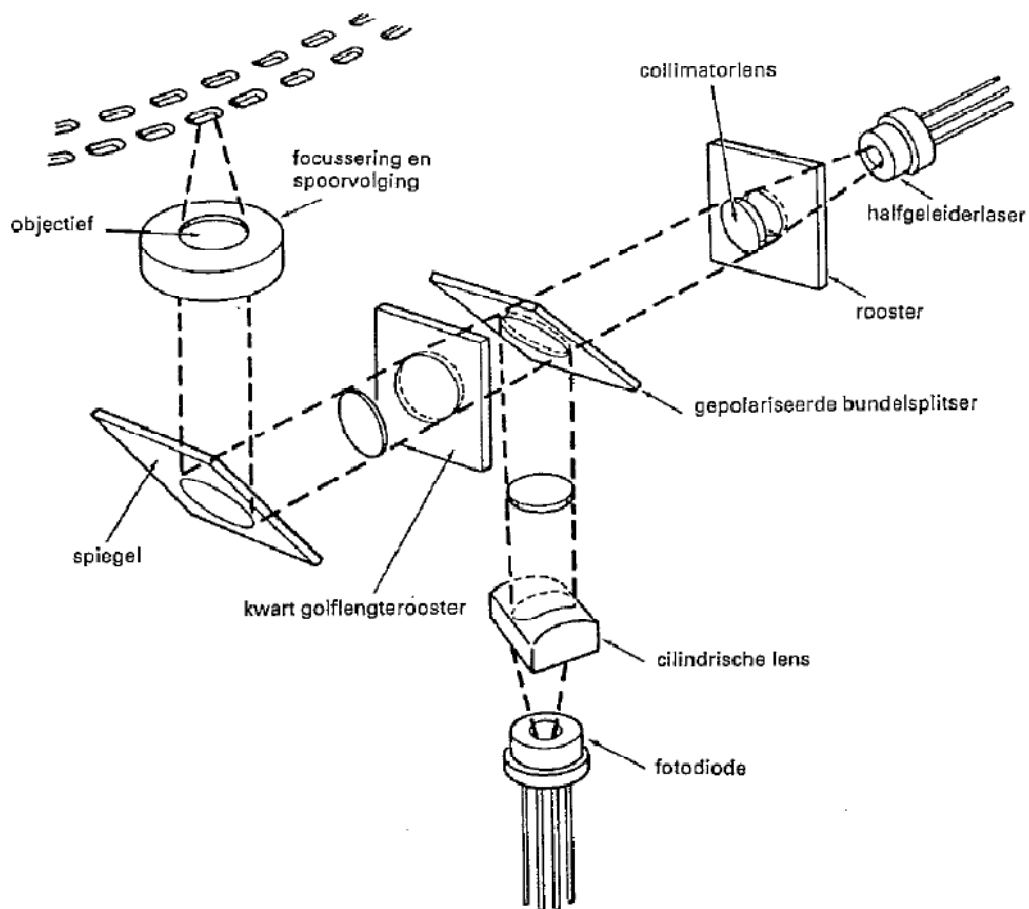
Het probleem kan ook bij de disc motor liggen. Na een aantal jaar is het goed mogelijk dat de motor niet meer zo soepel draait of vroeger. De snelheid van de motor varieert naargelang de plaats waar men aan het lezen is op de cd. Dit komt omdat men het spoor volgens een constante snelheid voorbij de optische pick-up wil laten passeren zodat de data ook evenredig binnenkomt. Na een aantal jaar zal het draaien niet meer zo soepel verlopen door slijtage. Daardoor wordt bij een dergelijke herstelling meestal de optische pick-up en de disc motor vervangen.



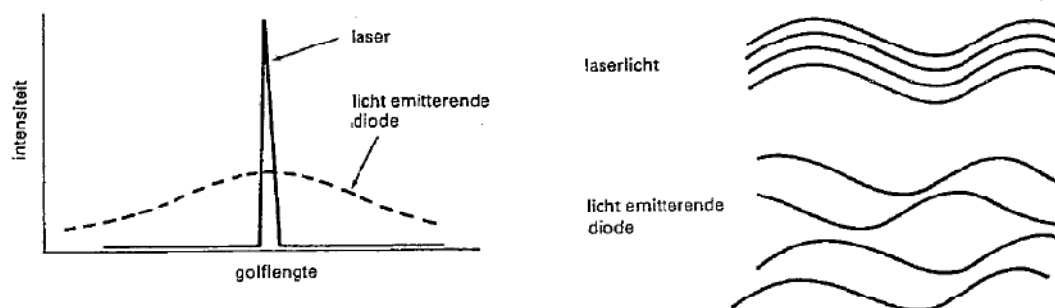
4.3.1 De optische pick-up

4.3.1.1 De werking

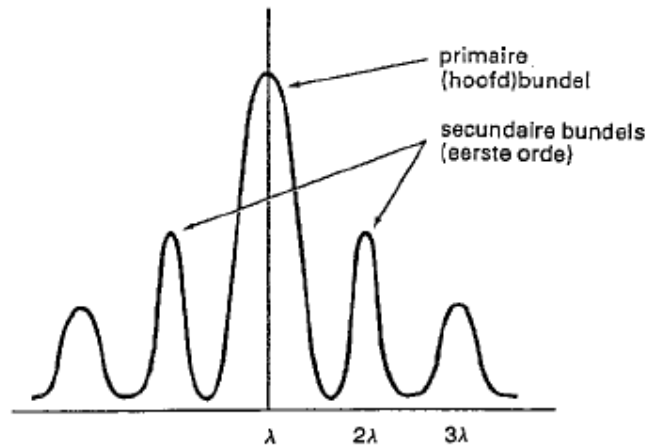
Dit ga ik uitleggen m.b.v. onderstaande fig. De bouw van een optische pick-up kan soms wel wat verschillend zijn maar het principe is overal hetzelfde.



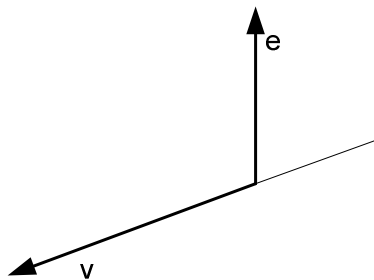
Een cd speler werkt met een halfgeleiderlaser met een optisch uitgangsvermogen van 5mW en een golflengte van 790 nm. Laserlicht wijkt aanzienlijk af van gewoon licht omdat het één golflengte bestrijkt en de fase gelijk is.



Het laserlicht valt op een rooster dat de lichtstralen onder verschillende hoeken afbuigt. Een lens focusseert het licht en er verschijnt een felle hoofdbundel met minder intense zijbundels.



Het licht van deze bundels is verticaal gepolariseerd.



e : Vector die de energie van het licht bepaalt (verticaal georiënteerd)

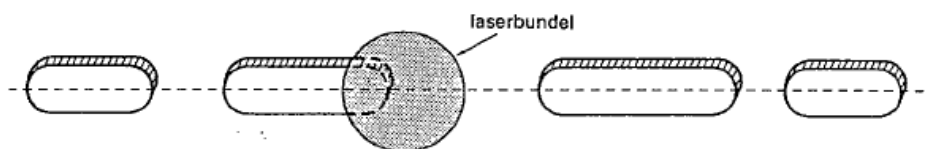
v : Voortplantingszin van het licht

De gepolariseerde bundelsplitser laat dus enkel verticaal gepolariseerd licht passeren naar de disc. In die richting gedraagt hij zich dus als een venster. Het gereflecteerde licht, dat horizontaal gepolariseerd zal zijn, zal hij naar de fotodiode sturen. Voor gereflecteerd licht zal hij dus als een spiegel gedragen.

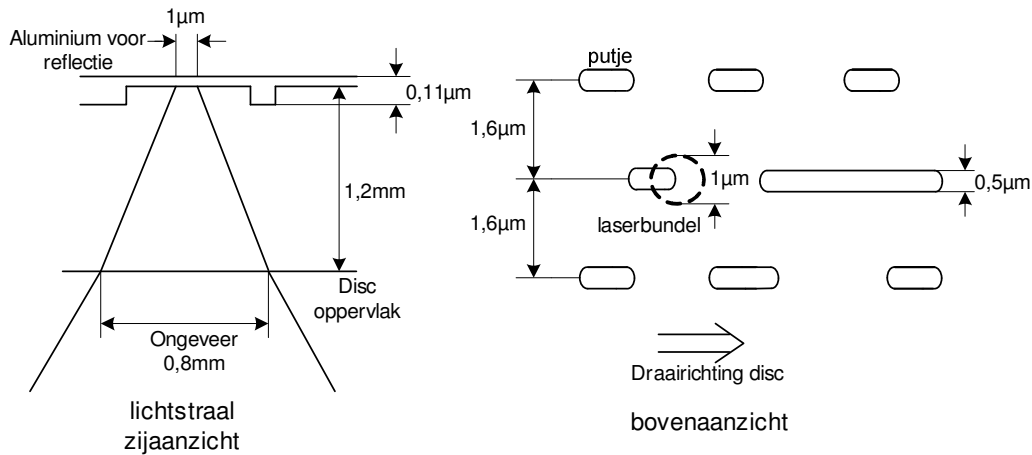
Het licht gaat naar de disc door een kwart golflengterooster die de polarisatie 45° draait.

De spiegel richt het licht naar de disc.

Het objectief focusseert het licht op de datapuntjes. Op het oppervlak van de transparante beschermlaag heeft de lichtvlek een diameter van ongeveer 0,8mm. De bundel op de putjes is verkleind tot ongeveer $1\mu\text{m}$, dit is iets breder dan een putje ($0,5\mu\text{m}$)



Valt er licht op een vlakje, dan wordt het licht volledig weerspiegeld. Is er een putje, dan wordt ongeveer de helft van het licht via de putjes weerspiegeld. De andere helft van het licht wordt via het vlakje ernaast weerspiegeld.



Door de diepte van de putjes zijn de twee helften van het licht na reflectie ongeveer 180° verschoven t.o.v. elkaar waardoor ze elkaar grotendeels opheffen. De gereflecteerde lichtintensiteit is dus zeer klein voor een putje.

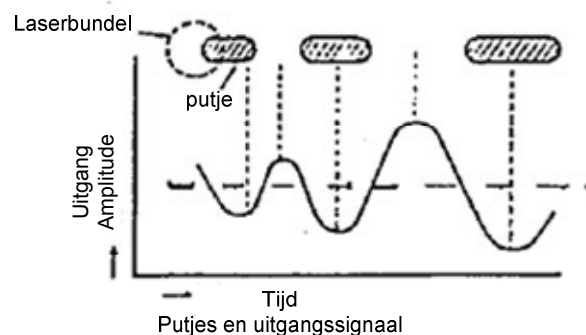
De vlakjes en putjes bepalen dus de intensiteit van het gereflecteerde laserlicht.

Doordat de diameter van de lichtinval op de CD $0,8\text{mm}$ is, hebben eventuele kleine vlekken weinig invloed op de gelezen data.

Het gereflecteerde licht komt via het objectief en de spiegel bij de kwart golflengterooster. Deze verandert de polarisatie van het licht nog eens 45° . Het gereflecteerde licht is nu in totaal 90° gedraaid. Het was verticaal gepolariseerd en is nu horizontaal gepolariseerd.

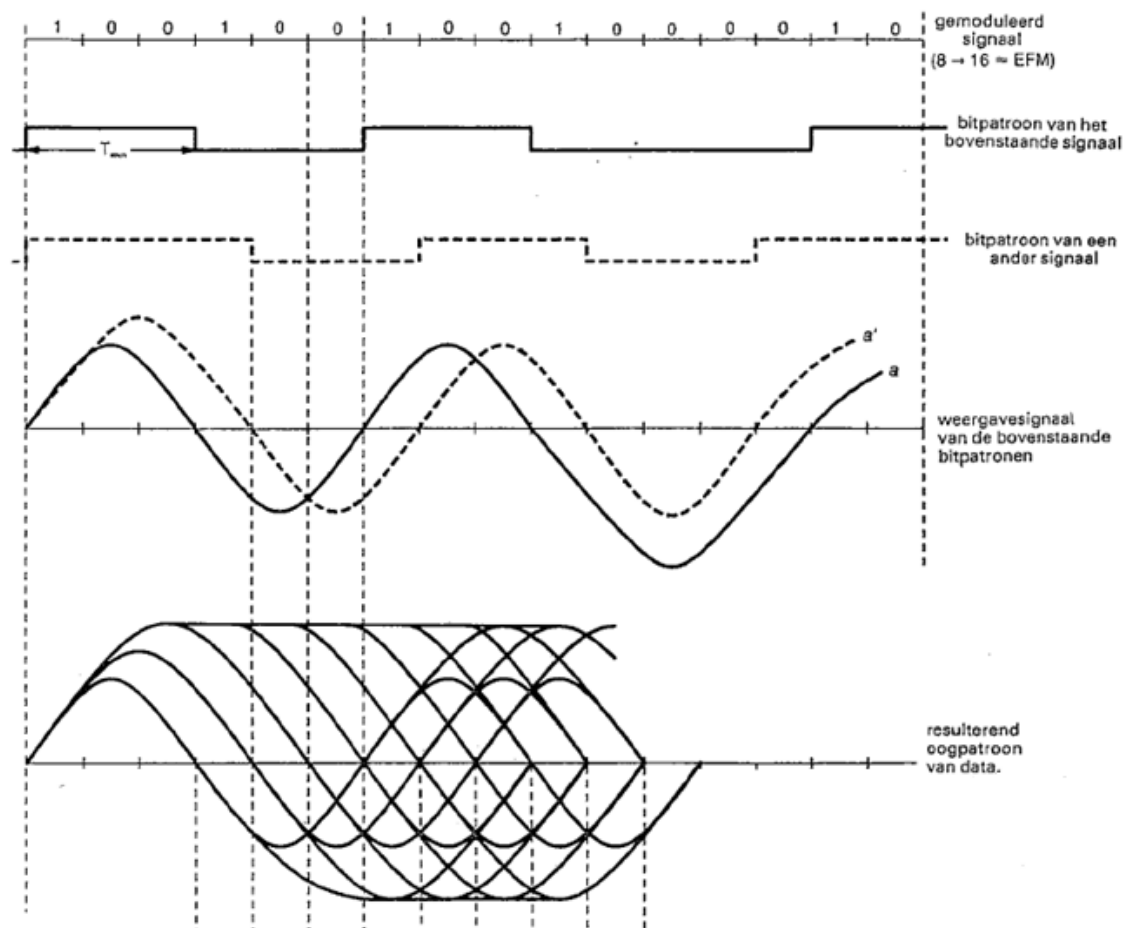
De gepolariseerde bundelsplitser gedraagt zich voor het horizontaal gepolariseerde licht als een spiegel, en reflecteert het licht naar de cilindrische lens.

De cilindrische lens laat het gereflecteerde licht op een bepaalde manier op de vierkwadrantendiode vallen. Dit zijn vier fotodiodes (aangeduid met A,B,C en D) die in een kwadrant opgesteld staan. De elektrische signalen die over diodes ontstaan zijn analoge golfvormen. Door de som van de signalen te maken ontstaat het RF-sigitaal (radio frequency signal). Hieruit kan men dan het EFM-sigitaal (eight to fourteen modulation) halen.

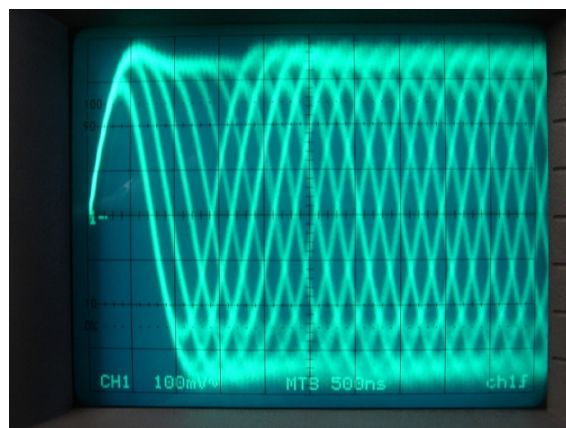
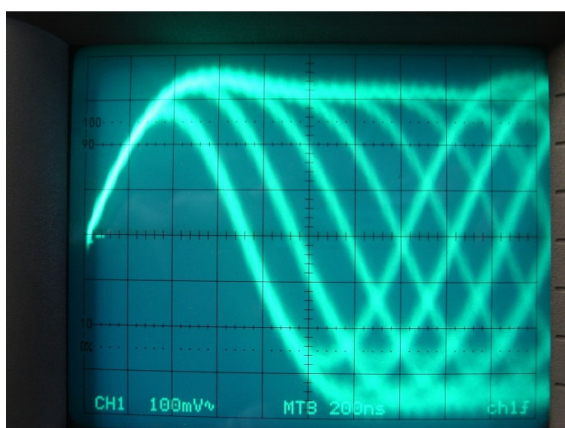


Merk op dat de gemiddelde DC-spanning constant is. Dit komt doordat men per 14-bits woord (EFM) 3 koppelbits toevoegt. Uit deze code kan men dan de data halen die per sample uit 8 bits bestaat. De EFM-code is speciaal ontworpen om de opslagcapaciteit te verhogen. Voor verdere info over deze modulatie methode verwijs ik naar de toegepaste literatuur. Ik wil mij bij deze zoveel mogelijk beperken tot werking van de optische pick-up.

De signalen zien er als volgt uit:



De twee onderstaande figuren is het RF- signaal gemeten bij een cd-speler van een autoradio.



4.3.1.2 De elektronica

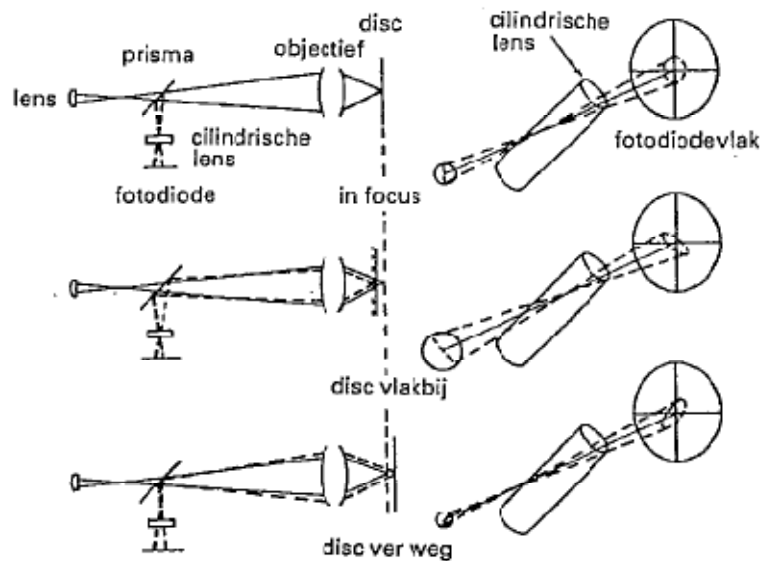
4.3.1.2.1 De intensiteit van het laserlicht

De gereflecteerde lichtintensiteit moet voldoende groot zijn. Indien de gemiddelde spanning van de fotodioden te klein vergroot men de stroom door de laser. Men regelt de laserstroom dus met een servosysteem.

4.3.1.2.2 De focussering-servo

Een onjuiste focussering leidt ertoe dat de data onnauwkeurig gelezen wordt. Zelf de vlakste disc vertoont afwijkingen (disc specificaties vermelden een tolerantie van maximum 0,5 mm) De laser moet binnen een tolerantie van ongeveer 0,5 μm worden gefocusseerd. Daarom moet de lens de focussering continu bijregelen wanneer de disc ronddraait.

De cilindrische lens en de vierkwadranten spelen een belangrijke rol in dit servomechanisme.

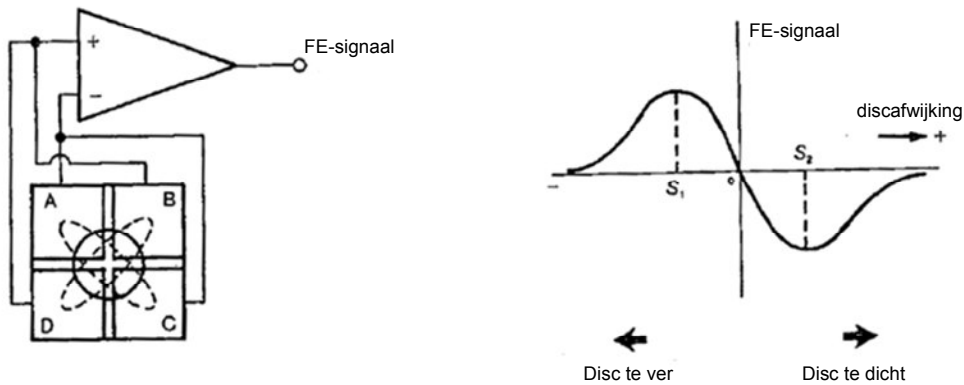


Bij correcte focussering valt het laserlicht via de cilindrische lens gelijkmatig op elke fotodiode. Gaat de disc te dicht of te ver van het objectief, dan is de focussering niet meer in orde en wordt het laserlicht door de cilindrische lens niet gelijkmatig verdeeld over de vier fotodioden.

De vierkwadranten-fotodiode genereert voor ieder kwadrant een spanning die evenredig is aan de lichtintensiteit.

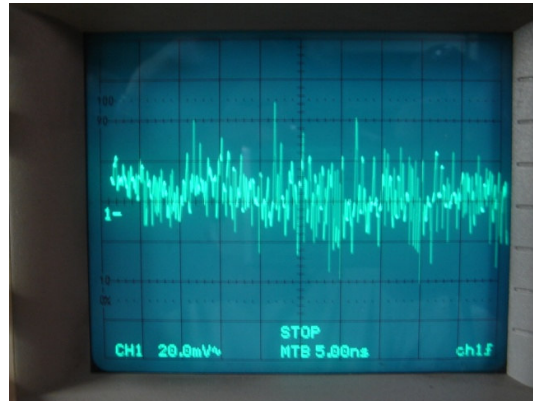
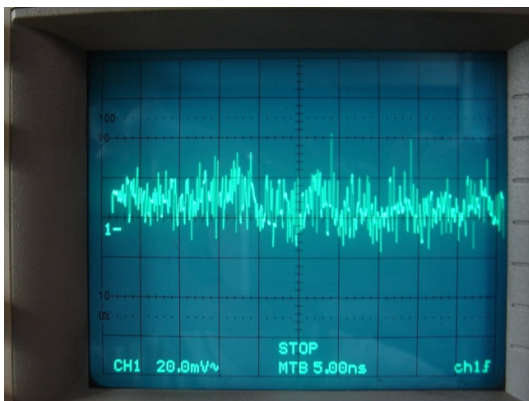
De fout op de focussering wordt berekend uit $(A + C) - (B + D)$.

Bij correcte focussering is de waarde exact gelijk aan 0. Komt de disc te dichtbij, dan wordt een negatief foutsignaal gegenereerd. Komt de disc te ver, dan ontstaat een positief foutsignaal.



Met de verschilversterker kan men de lens bijsturen.

Het linkse scoopbeeld is de FE (focus error) gemeten bij een nieuwe lens. De rechtse meting heb ik gedaan bij een cd speler die volledig onder het stof zat. Men ziet dat op de rechtse fig. het signaal groter is. Doordat er stof op de lens licht is het moeilijker om te focuseren waardoor de FE groter zal zijn.

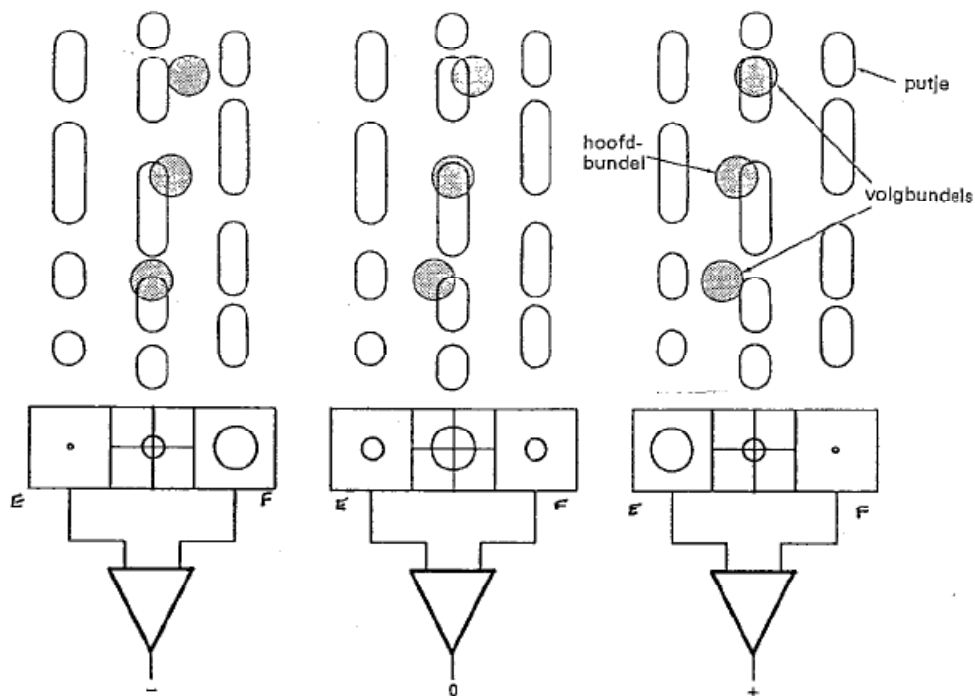


4.3.1.2.3 De tracking-servo

De sporen op een disc hebben een onderlinge afstand van ongeveer $1,6 \mu\text{m}$. Om het spoor goed te kunnen aflezen is een nauwkeurigheid van minimum $0,1 \mu\text{m}$ vereist. Het spoor moet onder alle omstandigheden perfect gevolgd worden. Dit kan nooit op mechanische wijze (zoals bij een platenspeler).

Er worden twee soorten autotracking-systemen toegepast: het driebundelsysteem en het éénbundelsysteem.

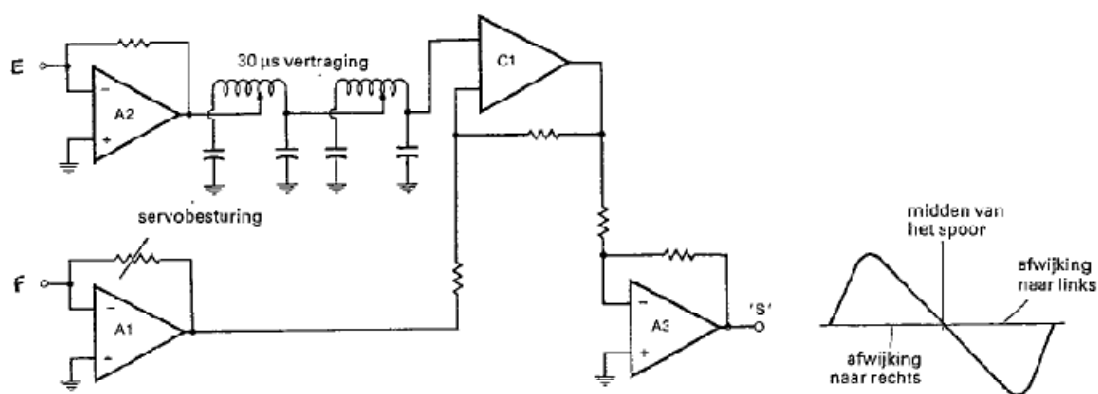
In een optische pick-up met drie bundels wordt de hoofdbundel door een diffractierooster gesplitst zodat er zijbundels ontstaat. De twee eerste zijbundels worden samen met de hoofdbundel op het disc oppervlak gericht. De hoofdbundel valt op het putjesspoor, terwijl de zijbundels aan weerszijden hiervan worden gericht.



Het gereflecteerde licht van de hoofdbundel komt op de vierkwadrantendiode terecht. Het gereflecteerde licht van de ene zijbundel komt op de E-fotodiode terecht en dat van de andere zijbundel op de F-fotodiode.

In het linker geval wordt het spoor niet exact gevolgd. De linkerbundel raakt een groter gedeelte van de putjes, wat leidt tot een lagere gereflecteerde lichtintensiteit aan die kant. Tenzelfdertijd raakt de rechterbundel een groter gedeelte van de vlakjes, wat aan die kant resulteert in een hogere gereflecteerde intensiteit.

Uitgaande van de spanning over de twee fotodiodes, wordt het tracking-correctiesignaal (tracking-error) samengesteld met een verschilversterker.



De vertraginglijn werkt de vertraging, veroorzaakt door de afstand tussen beide zijbundels, weg.

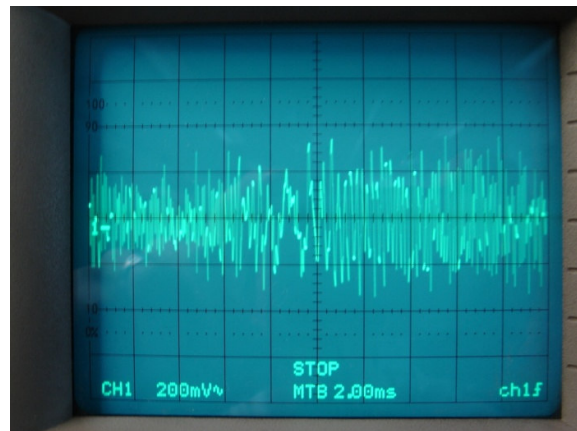
Als het volgen nauwkeurig verloopt, is de intensiteit van beide zijbundels even groot en wordt het correctiesignaal nul.

Is de intensiteit van de zijbundels verschillend, dan wordt er een verschilsignaal en dus een correctiesignaal opgewekt. Dit signaal wordt aan de spoeltjes aan de lens aangeboden. Na correctie komt de hoofdlaserbundel terug op het putjesspoor en wordt het correctiesignaal nul.

Een autotracking-systeem met één bundel werkt op een soortgelijke manier. Wanneer de bundel van het spoor afwijkt en dus meer vlakjes belicht, neemt de gemiddelde intensiteit van het licht dat de fotodiode ontvangt toe. De autotracking-schakeling detecteert dit, maar kan in eerste instantie de richting van de afwijking niet bepalen. Daarom wordt de lens bij wijze van proef een bepaalde richting uitgestuurd. Afhankelijk van het resultaat wordt de beweging beëindigd of de richting ervan omgedraaid.

Een verdere verlaging van de gemiddelde intensiteit betekent dat de beweging in de verkeerde richting plaatsvond, zodat de lens naar de andere kant moet bewogen worden. Het spoorvolgen vindt op deze manier dus met voortdurend vallen en opstaan plaats.

Onderstaande scoopbeelden geven het tracking-correctiesignaal weer. Bij het rechtse scoopbeeld is het signaal gemeten tijdens het springen naar een volgend nummer. Vandaar dat de fout groter is.

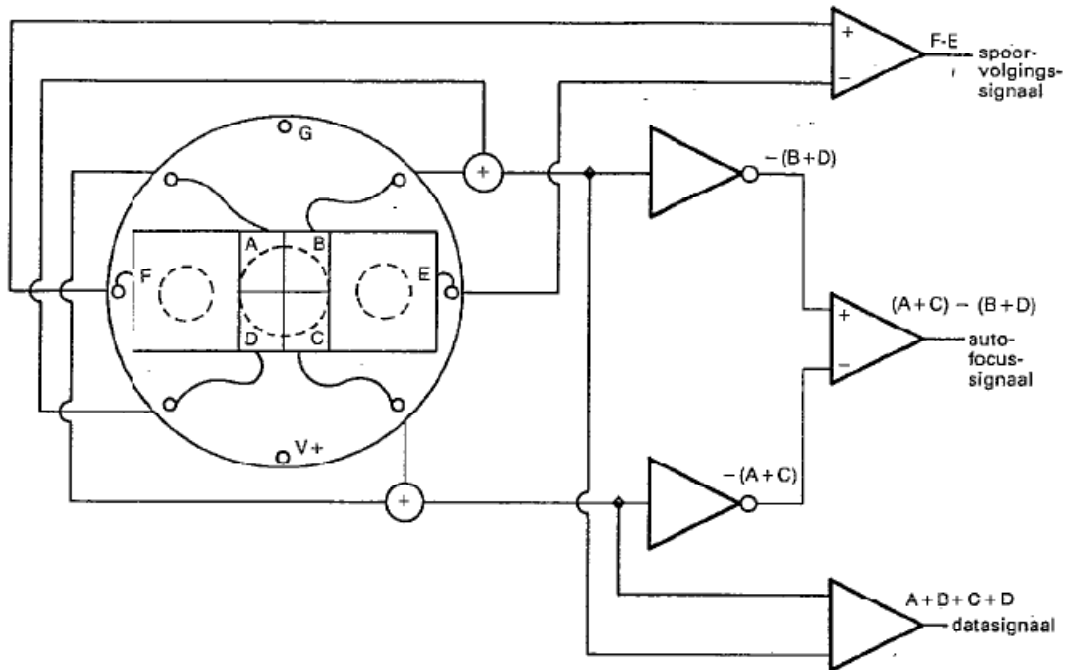


4.3.1.2.4 Samenvatting

Samenvattend kunnen we dus stellen dat uit de spanningen van de vierkwadrantendiodes en de EF-fotodiodes drie signalen worden afgeleid:

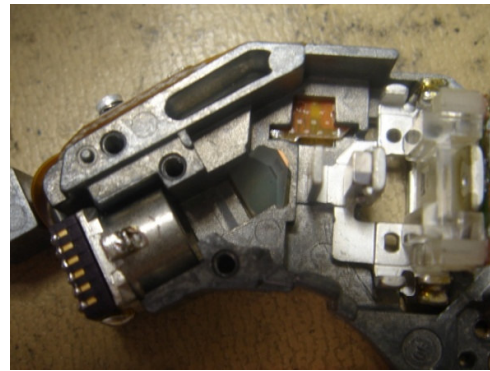
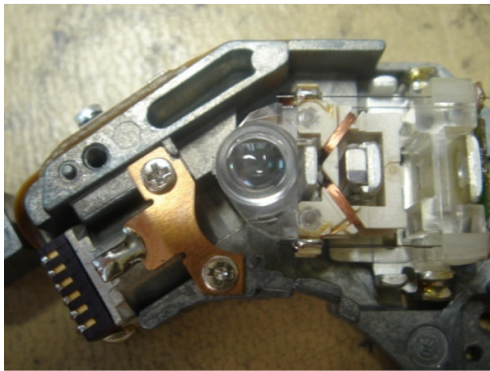
- Het datasignaal
- Het autofocussignaal
- Het trackingsignaal

Deze signalen worden gevormd in een hoogfrequentversterker:

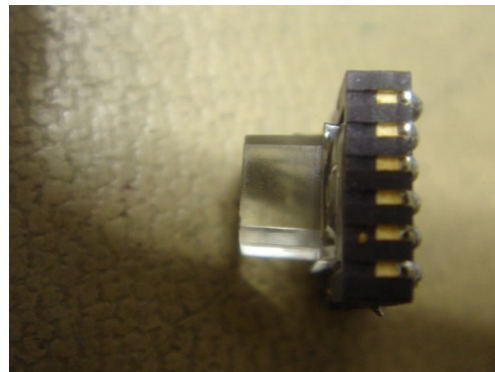


4.3.1.2.5 De praktische uitvoering

Tijdens mijn stage bij Kenwood heb ik verschillende optische pick-ups vervangen. Hierbij heb ik er eens een paar uit elkaar gehaald om te zien of dat ik er de verschillende delen kon uithalen. Een manual van een optische pick-up was niet beschikbaar. In de onderstaande linkse fig. kan je duidelijk de lens zien. Deze kan bewogen worden door de tracking- of focus spoeltjes. In de rechtse figuur is de lens verwijderd. Ongeveer in het midden van de fig. bevindt zich de spiegel. Het doorgaande en terugkerende licht wordt door deze spiegel volledig gereflecteerd. In het verlengde van de spiegel zie je in de rechtse fig. een cilindrisch component.



Dat cilindrische component het ik verder onderzocht.



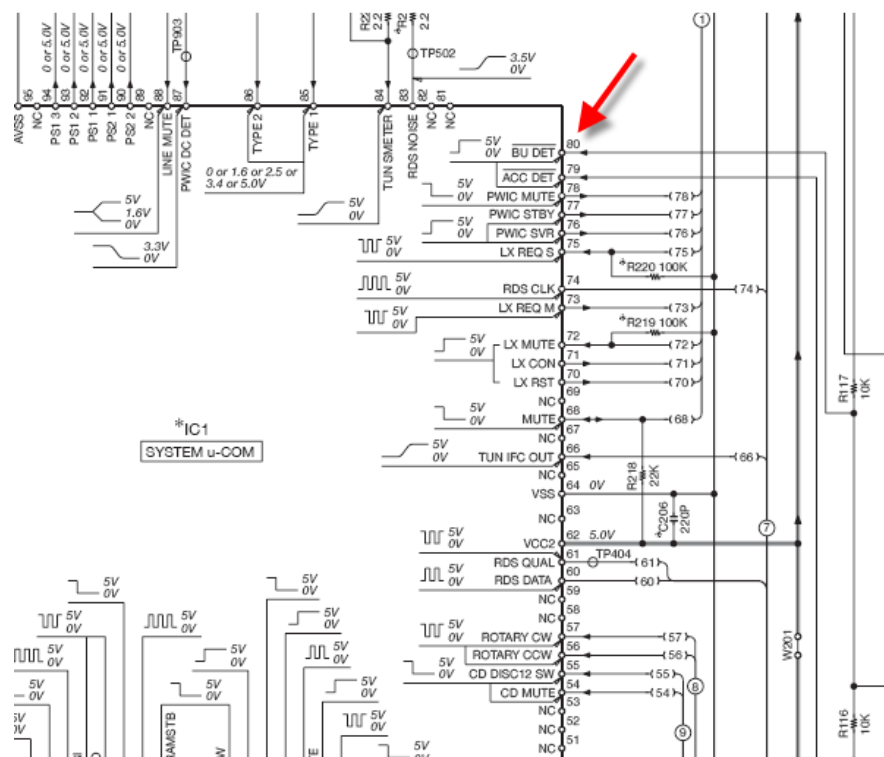
Het eerste dat duidelijk zichtbaar is, is een prisma. Dit zal het kwartgolfleengterooster zijn. Het terugkomende lichtsignaal zal door dit prisma 90° verdraaid zijn. Onder het prisma bevindt zich dan de gepolariseerde bundelsplitser en in één omhulsel de laser plus de 4 kwadrantendiode. Doordat de 4 kwadrantendiode verbonden is met min 6 draadjes zal dit het linkse component zijn. Het ander component is de laser.

4.4 HERSTELLING VAN DE KDC-241SA



Als commentaar op de herstelbon bij dit toestel stond er dat hij niets meer doet, en inderdaad, toen ik de spanning aansloot startte hij niet op.

Ik ben dan begonnen met de zekeringen te controleren maar die waren nog goed. Vervolgens heb ik voedingsspanning en het voedings-IC eens nagemeten. Deze werkten ook correct. Dan heb ik enkele pinnen op de μP nagemeten en kwam tot besluit dat er bij BU een hoog niveau toekwam i.p.v. een laag. Hierdoor startte de autoradio niet op.



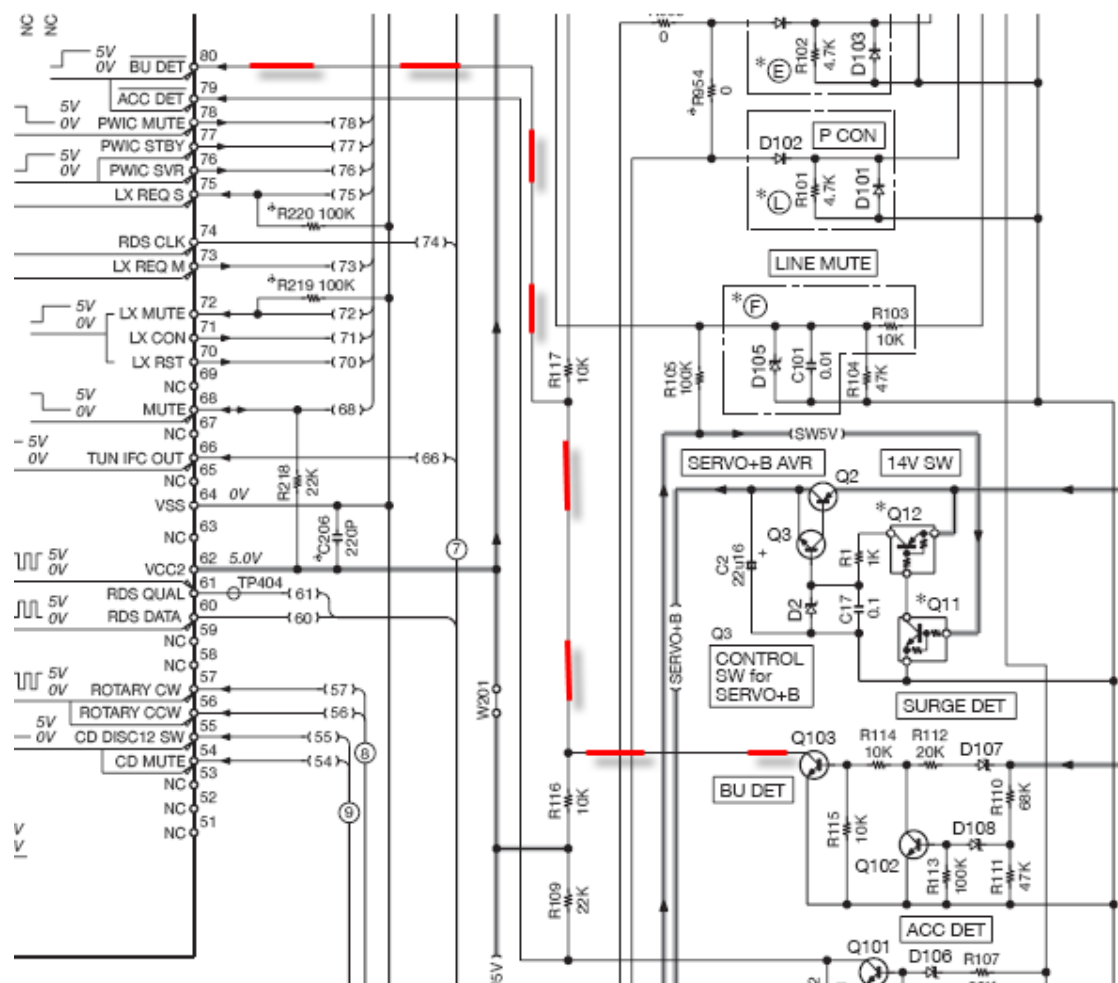
Bij BU DET op de μP moet er een laag niveau toekomen voor het toestel te doen starten. Het is dus een actief lage ingang.

Even voor de duidelijkheid:

BU detect(gele draad): Detecteert of de spanning van de batterij aanwezig is. Via deze draad vloeit de voedingsstroom voor de autoradio. BU staat voor Back Up voedingsspanning.

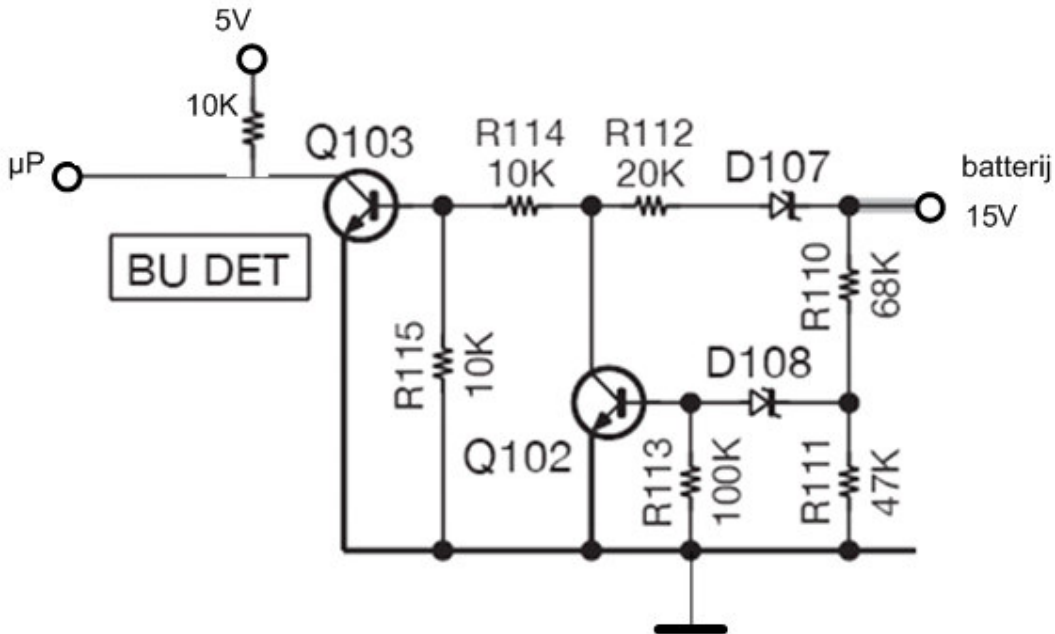
ACC(rode draad): Dit is verbonden met het contact van de auto. Wanneer men de auto start zal men ook de autoradio kunnen starten.

Vervolgens heb ik het BU signaal gevolgd en kwam uit op de BU DET schakeling.



4.4.1 De BU DET schakeling

De schakeling zal de batterijspanning detecteren. Indien deze te laag of te hoog is zal het de autoradio uitschakelen. De autoradio zal werken wanneer Q103 geleid, deze zal dan het signaal naar massa trekken.



We kunnen m.b.v. dit schema de minimum en maximum batterijspanning berekenen voor een laag niveau aan de uitgang. De twee zenerdiodes hebben een doorslagspanning van 6,8V.

4.4.1.1 Minimum batterijspanning

Wanneer Q 103 in geleiding is weten we dat er ongeveer 0,6V over de basis emitter staat. Deze spanning zal dus ook over R115 staan. Hieruit kunnen we de stroom door R115 berekenen.

$$I = \frac{U_{115}}{R_{115}} = \frac{0,6V}{10k} = 60\mu A$$

De stroom door de basis van Q103 is te verwaarlozen dus we kunnen we stellen dat deze stroom ook vloeit door R114 en R112 indien Q102 niet in geleiding is (zie later). Met al deze gegevens kunnen we $U_{bat}(\min)$ bepalen.

$$U_{bat}(\text{min}) = I \cdot (R_{115} + R_{114} + R_{112}) + U_{D107} \\ = 60\mu A \cdot 40k + 6,8V = 9,2V$$

De minimum batterijspanning is dus 9,2V

4.4.1.2 Maximum batterijspanning

Wanneer Q 102 in geleiding komt zal hij de basis van Q 103 naar de massa trekken waardoor deze uit geleiding zal gaan. Hierdoor zal de μP een hoog niveau krijgen waarbij hij het toestel zal afschakelen.

Q 102 komt in geleiding wanneer er een spanning van 7,4V over R111 staat

$$UR111 = U_{be} + UD108 = 0,6V + 6,8V = 7,4V$$

$$U_{bat(max)} = UR111 \cdot \frac{R111 + R110}{R111}$$

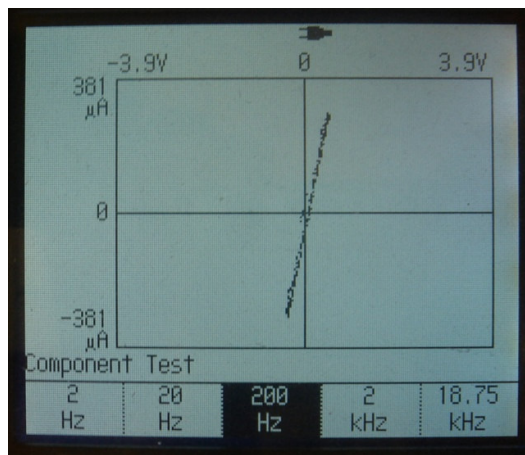
$$= 7,4V \cdot \frac{47k + 68k}{47k} = 18,1V$$

De maximum batterijspanning zal dus 18,1V zijn.

4.4.2 De fout

Het signaal op de basis van Q103 was een laag niveau (enkele tientallen millivolts). Dit zou dus betekenen dat de voedingsspanning te groot was waardoor Q102 geleidt, maar deze is op de regelbare voeding altijd ingesteld op 15V. Toen heb ik de basis van Q102 open gelegd. Vervolgens werkte de autoradio wel.

Dan heb ik eens D108 uitgemeten met een Fluke 867B op component test. Hierbij ziet men rechtstreeks de U-I grafiek. Uit de onderstaande figuur kan men afleiden dat de zener is doorgeslaan. De horizontale as stelt de spanning voor en de verticale de stroom.



Wanneer ik de zener verwisselde door een nieuwe en de basis van Q 102 weer soldeerde startte het toestel terug op.

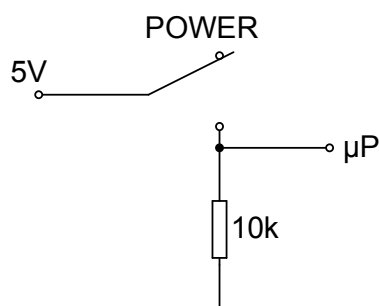
4.5 HERSTELLING VAN DE TM-455



Dit toestel is een communicatie toestel dat kan zenden en ontvangen. Als commentaar op de herstelbon stond er dat power knop niet werkt waardoor het toestel niet opstart.

Wanneer ik de spanning aansloot en op de power knop drukte startte het toestel inderdaad niet op. Het eerste wat ik dan heb gedaan is het frontpaneel gedemonteerd en de spanning hierop gemeten. Deze was aanwezig.

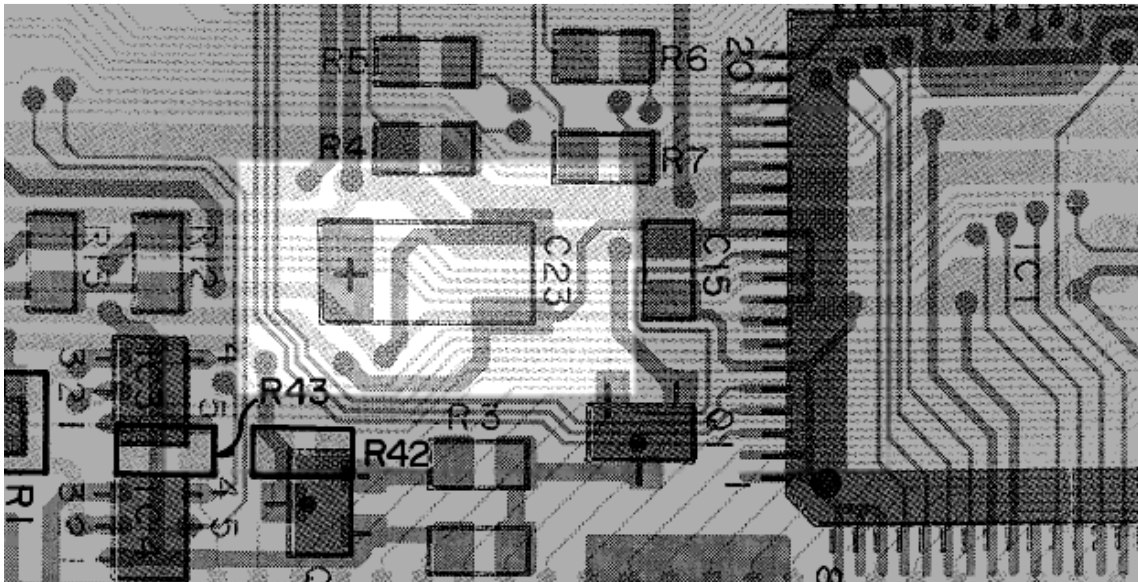
Vervolgens heb ik de spanning aan de power knop gecontroleerd en deze was correct.



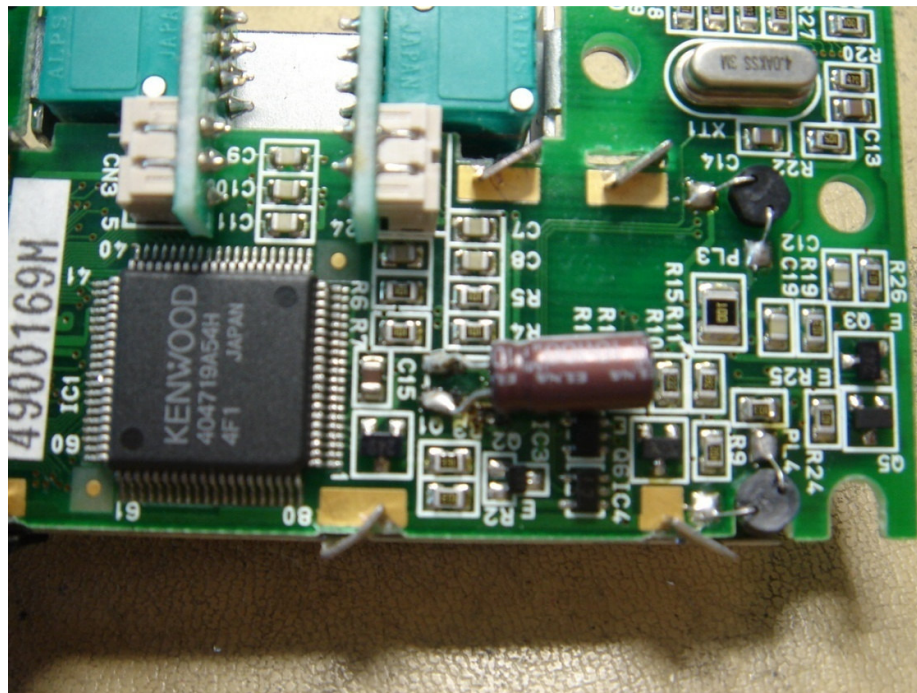
Wanneer de knop was ingedrukt ging er 5V naar de µP.

Vervolgens heb ik het frontpaneel eens verwisseld met een ander en dat werkte alles wel. De fout zat dus in het front paneel.

Bij het nader kijken van de print ontdekte ik een condensator dat lekte. Rond de condensator was er een gele vloeistof op de print gelopen. Dit was de oorzaak van het probleem. Het komt wel vaker voor dat elco's in de loop der jaren beginnen te lekken. Rond die elco zaten er een aantal doorverbindingen. Het zuur had deze aangetast waardoor ze niet meer geleiden.



Ik heb het zuur verwijderd met een product, de doorverbindingen gesoldeerd en een nieuwe elco geplaatst. Het scherm werkte dan terug en het toestel was hersteld.



5 DVB-T

5.1 INLEIDING

In overleg met de mensen van Kenwood heb ik gekozen om DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) uit te leggen. Dit is digitale televisie uitgezonden via de ether. DVB-T houdt verband met Kenwood omdat ze een tv-tuner in de vorm van een black box voor in de wagen hebben. Deze maakt gebruik van die techniek. Wanneer men de tv-tuner verbindt met een scherm of de gepaste autoradio kan men naar tv kijken in de wagen. Uiteraard is DVB-T niet alleen ontworpen voor in de auto maar ook voor in de huiskamer. Normaal gezien worden de analoge televisie-uitzendingen in België gestopt eind 2008 en zal er alleen nog maar DVB-T overblijven.



Enkele voordelen van DVB-T zijn:

- Storingsvrij beeld
- Geluid van cd-kwaliteit
- Geen kabel- of satellietaansluiting meer nodig - ontvangst via ether
- Ruimte voor meer programma's
- Zenden van interactieve informatie zoals bijv. een elektronische programmagids
- Kan mobiel gebruikt worden: in auto's en op trein
- Ook ontvangst via pc of notebook mogelijk

Het doel van dit deel van het stagerapport is meer duidelijkheid brengen in de werking van deze soort digitale televisie.

5.2 GESCHIEDENIS EN DVB-T IN BELGIE

In 1991 kwamen producenten van consumentenelektronica, zendorganisaties en regelgevende instanties bijeen om de mogelijkheden van digitale televisie te bespreken. Eind 1991 werd de European Launching Group, ELG, opgericht. Vanaf 1993 sprak men van de DVB projectgroep. Deze organisatie houdt zich bezig met alle vormen van digitale televisie, naast DVB-T zijn er ook nog:

- DVB-S (Satellite): voor het uitzenden via een satelliet
- DVB-H (handheld): voor het uitzenden naar mobiele toepassingen (gsm)
- DVB-C (cable): voor het doorgeven via de kabel

Het werk in de werkgroepen van de DVB-organisatie wordt vastgelegd in standaarden van ETSI of CENELEC. De eerste DVB-T-standaard werd in 1997 vastgelegd, en de eerste DVB-T-uitzendingen begonnen in 1998 in Zweden en het Verenigd Koninkrijk. De technische informatie haalde ik uit een dergelijk standaard van ETSI (zie bronnen).

In België zendt de VRT sinds 31 december 2004 digitale televisie via de ether uit. Iedereen die in Vlaanderen analoge tv via een buitenantenne kan ontvangen, kan ook DVB-T ontvangen. Je kan er de twee posten TV1 en Ketnet/Kanvas mee ontvangen met digitaal stereogeluid en teletekst. Ook PDC (Program Delivery Control) voor makkelijke opnames via video wordt mee uitgezonden. Daarenboven zijn ook Radio 1, Radio 2, Klara, Studio Brussel, Radio Donna, Klara continuo, Donna hitbits, Sporza radio, en Nieuws+ via DVB-T te ontvangen. Al de programma's zijn vrij te ontvangen, je hebt dus geen abonnement of decoderkaart nodig.

5.3 DE WERKING

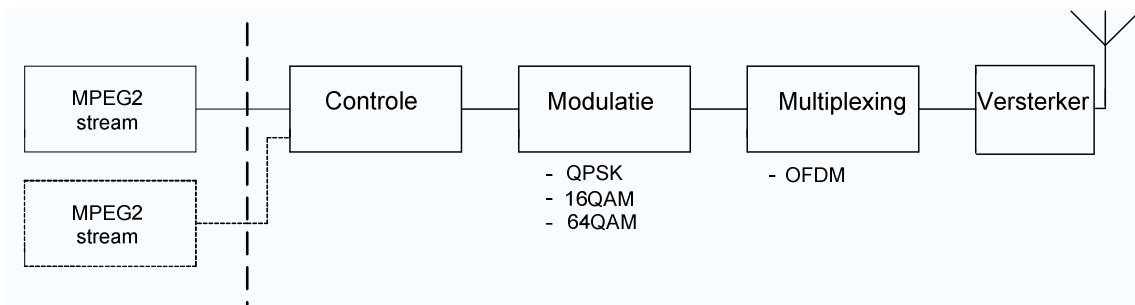
Hier volgt de werking vanaf de videosignalen in MPEG2 codering tot de antenne. De volgende processen zullen het signaal bewerken:

- Controle
- Modulatie
- Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM)

Bij het uitzenden van deze digitale tv is het belangrijk dat er niemand anders gaat uitzenden op dezelfde frequentie. Anders zal men interferentie krijgen wat voor storing zorgt.

Voor DVB-T zijn er twee transmissie modes mogelijk. De 2K mode en de 8K mode. De 2K mode dient voor één zender die op kleinschalig gebied uitzendt, deze heeft dan ook een zeer beperkte afstand. De 8K mode kan gebruikt worden voor grotere SFN (single frequentie network) netwerken.

Dit systeem laat hiërarchische modulatie toe. Daarom staat in het onderstaande blokdiagram ook nog een deel in stippellijn. Het zal dus mogelijk zijn dus twee verschillende MPEG2 streams te moduleren. Deze noemt men het hoge prioriteitskanaal en het lage prioriteitskanaal. Dit wordt in België nog niet gebruikt.



5.3.1 Controle

In de eerste blok zal men het MPEG2 signaal controleren en beveiligen tegen storingen.

Indien deze eerste blok geen MPEG2 stream detecteert kan men de rest van de schakeling afzetten om energie te besparen. Ook zal deze schakeling de sync puls detecteren aan het begin van elke MPEG2 frame.

Sync 1 byte	MPEG2 data 187 bytes
----------------	-------------------------

Men zal de data verbeteren tegen storing met behulp van Reed-Solomon codering. Dit zal de data in een bepaalde structuur door elkaar schudden, dit zal ook aan ontvangerszijde gekend zijn. Wanneer er nu een aantal bits achter elkaar fout zijn zal men deze makkelijker kunnen reconstrueren, indien men de frame terug in de juiste volgorde zet. De foute bits zitten dan niet meer direct achter elkaar. De frame ziet er als volgt uit:

204 bytes		
Sync 1 byte	MPEG2 data 187 bytes	16 pariteit bytes

De lengte van één frame is nu vergroot tot 204 bytes. Met deze pariteitbytes is men in staat tot 8 bytes te verbeteren. Men zal de sync-puls afwisselend geïnverteerd of niet-geïnverteerd doorsturen.

//	Sync of Sync	203 bytes	Sync of Sync	203 bytes	//
//					//

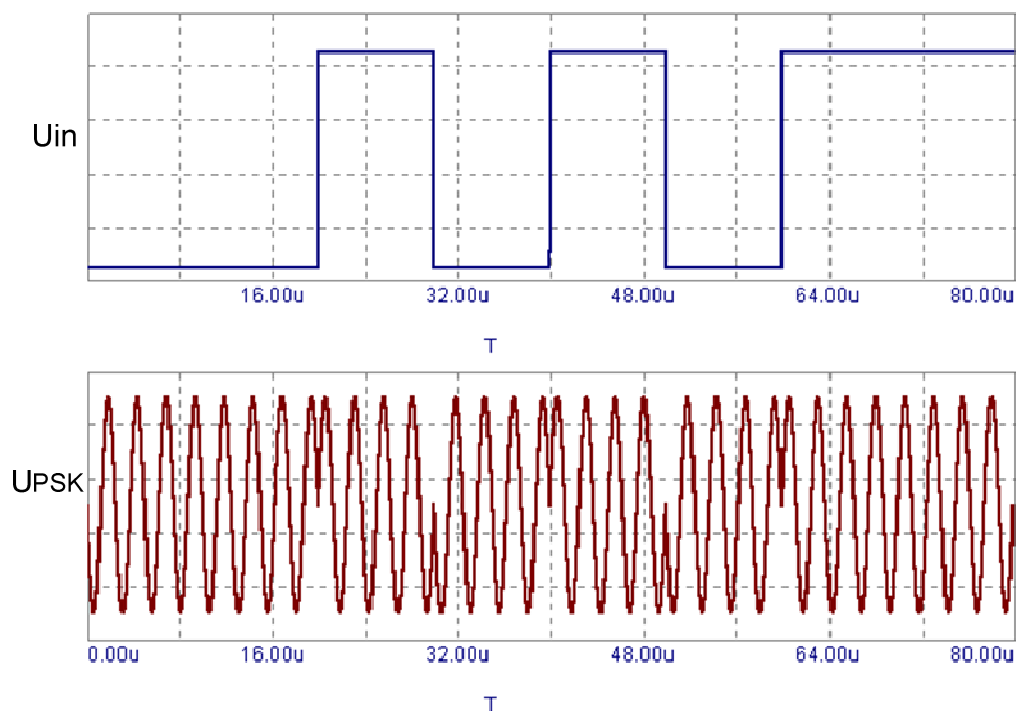
5.3.2 Modulatie

Dit systeem zal OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) gebruiken om het signaal uit te zenden. De verschillende data dragers voor in OFDM kunnen op de volgende manieren gemoduleerd worden:

- QPSK
- 16-QAM
- 64-QAM

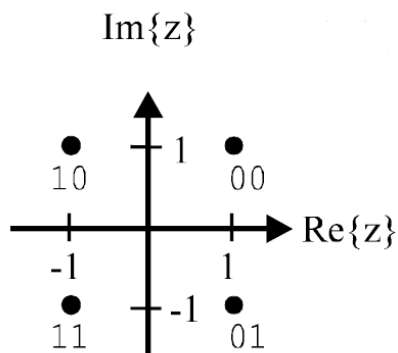
5.3.2.1 QPSK

QPSK (Quadrature Phase-shift Keying) is een soort PSK (Phase-shift Keying). Deze zal de fase van de draaggolf moduleren.

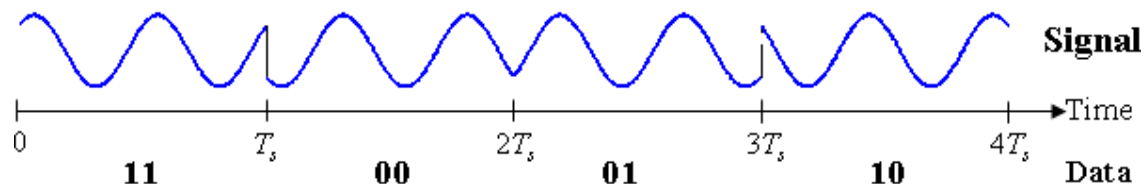


Bij BPSK (B van Binary) zijn er slechts twee mogelijke niveaus, 0 en 1. De faseverschuiving van het signaal voor een hoog en een laag ingangsniveau is 180° . BPSK staat hierboven afgebeeld.

Er kunnen echter meerdere niveaus worden toegelaten. Bij QPSK worden er 4 fases gebruikt ($\pi/4$, $3\pi/4$, $5\pi/4$, $-\pi/4$). Door die 4 toestanden kunnen we twee bits samen nemen, wat een verhoging van efficiëntie betekent. Hierbij worden er ook constellatiediagrammen getekend. Dit zijn een soort van fasediagrammen, waarbij de eindpunten worden aangeduid met punten. Naarmate er meer constellatiepunten zijn, zullen deze dichter bij elkaar liggen en kan het sneller gebeuren dat er bij ontvangst een foute beslissing wordt genomen (ander constellatiepunt gedetecteerd)



De volgende figuur geeft QPSK in het tijdsdomein weer. Je ziet duidelijk de 4 verschillende niveaus door de verschillende faseverschuiving per signaal.



5.3.2.1.1 Gray-code

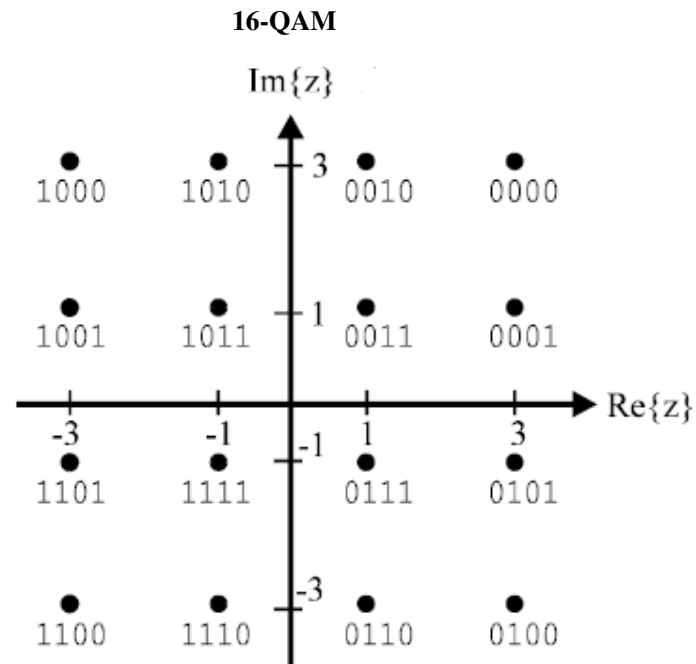
Om de bitfouten te beperken kan men de bitpatronen op een geschikte manier over de mogelijke constellatiepunten verdelen. Dit gebeurt zodanig dat patronen die veel van elkaar verschillen, ver van elkaar liggen. Als er dan een foute beslissing wordt genomen, is de kans op meervoudige bitfouten klein. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van de Gray-code. Merk op dat er telkens 1 bit verschil is tussen twee opeenvolgende getallen. Onderstaande tabel geeft de Gray-code weer voor 4 bits.

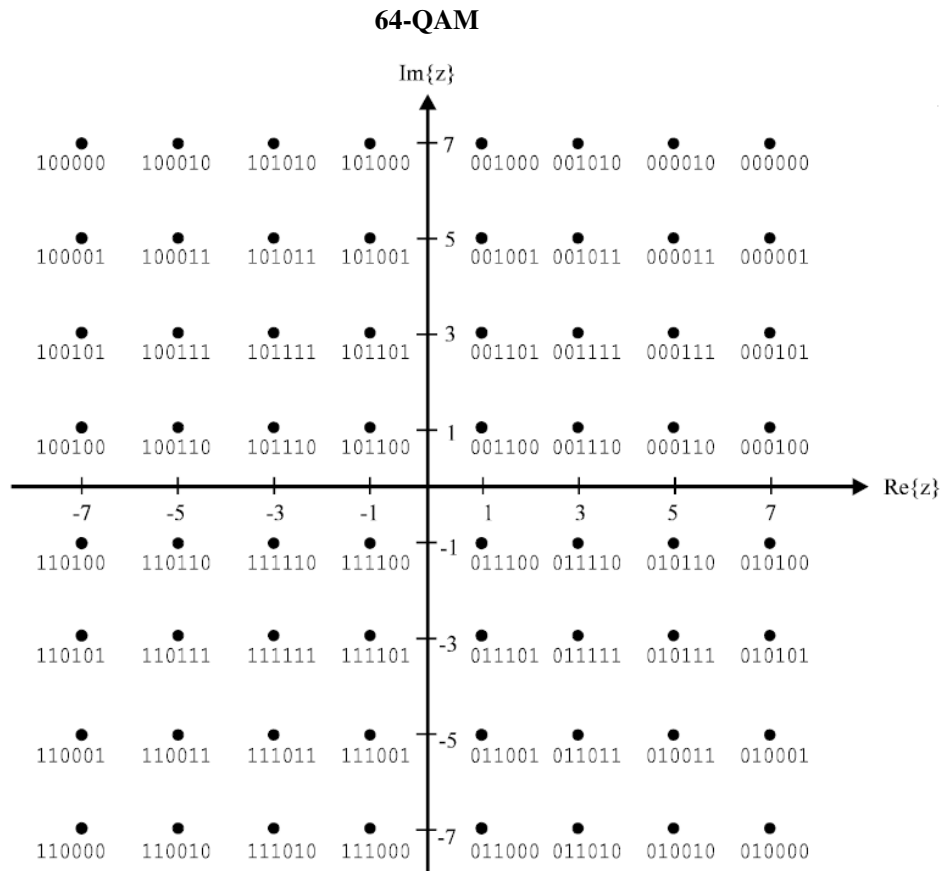
Decimaal	Gray	Gewoon binair
0	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 1
2	0 0 1 1	0 0 1 0
3	0 0 1 0	0 0 1 1
4	0 1 1 0	0 1 0 0
5	0 1 1 1	0 1 0 1
6	0 1 0 1	0 1 1 0
7	0 1 0 0	0 1 1 1
8	1 1 0 0	1 0 0 0
9	1 1 0 1	1 0 0 1
10	1 1 1 1	1 0 1 0
11	1 1 1 0	1 0 1 1
12	1 0 1 0	1 1 0 0
13	1 0 1 1	1 1 0 1
14	1 0 0 1	1 1 1 0
15	1 0 0 0	1 1 1 1

QAM modulatie, wat op de volgende pagina wordt besproken, maakt ook gebruik van de Gray-code.

5.3.2.2 QAM

QAM of Quadrature Amplitude Modulation maakt gebruik van PSK en ASK (Amplitude Shift Keying). Bij ASK zal men de amplitude van het signaal wijzigen. Afhankelijk van het aantal(n) constellatiepunten spreekt men van nQAM. Zo is 4QAM eigenlijk een gedraaide versie van QPSK. Er zijn systemen met 64 en zelfs 256 mogelijke toestanden in gebruik. Hoe meer constellatiepunten, hoe groter de datarate, maar hoe meer kans op fouten. Bij DVB-T worden de onderstaande QAM modulatie types gebruikt.



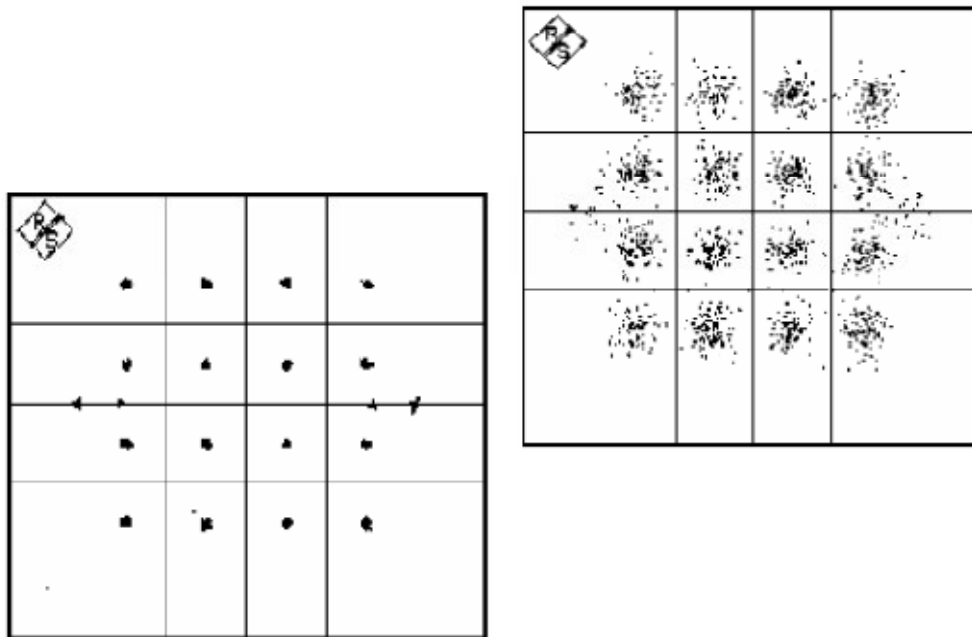


5.3.2.3 Keuze van modulatie

De modulatiemethode bepaalt op welke wijze de data verzonden wordt en de hoeveelheid data per symbool. QPSK levert de meest robuuste kwaliteit, omdat er maar twee bits per symbool verzonden worden middels fasemodulatie. Dit maakt het eenvoudig en betrouwbaar, de minste datacapaciteit maar de meest stabiele verbinding. De verklaring is als volgt: wanneer alleen een verandering van fase wordt gebruikt om informatie over te dragen, en het aantal mogelijke fases wordt beperkt tot 4 dan is het voor een ontvanger moeilijk om fouten te maken, zelfs als het signaal zwak en vervormd aankomt. Zo verkrijgen we een hoge betrouwbaarheid van de verbinding in ruil voor een lage datarate.

16-QAM voegt extra complexiteit toe en bevat meer data per symbool. Echter de extra complexiteit maakt het minder robuust dan QPSK. Om deze reden is een 4dB betere signaal ruisverhouding nodig voor goede ontvangst t.o.v. QPSK. De extra complexiteit ontstaat, omdat het aantal mogelijke fase posities verhoogd is van 4 (QPSK) naar 16 (16-QAM), waardoor het mogelijk wordt om vier bits per symbool te verzenden. Behalve faseveranderingen moeten nu ook amplitudeveranderingen overgedragen worden. Hierdoor zal de ontvanger sneller de mist ingaan, vooral als er ruis op het signaal zit. Dit is waarom er een betere signaal ruisverhouding nodig is, evenals betere lineariteit en minder fasevervorming.

De twee onderstaande figuren zijn metingen die men heeft gedaan op 16-QAM. In het rechtse constellatiediagram heeft men ruis toegevoegd. Je ziet hierbij duidelijk dat per constellatiepunt de punten verder verspreid liggen. Dit maakt het voor de ontvanger moeilijker.



64-QAM is nog complexer en kan nog meer data bevatten, maar het is minst robuust. Het kan alleen worden gebruikt bij een uitstekende verbinding.

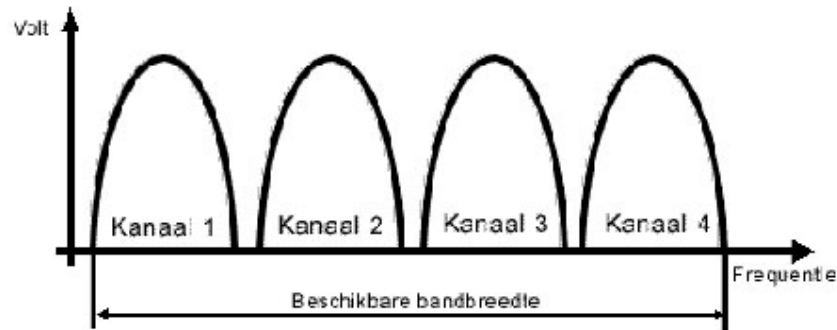
5.3.3 Multiplexing

Bij DVB-T maakt men gebruik van Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).

5.3.3.1 Frequency Division Multiplexing (FDM)

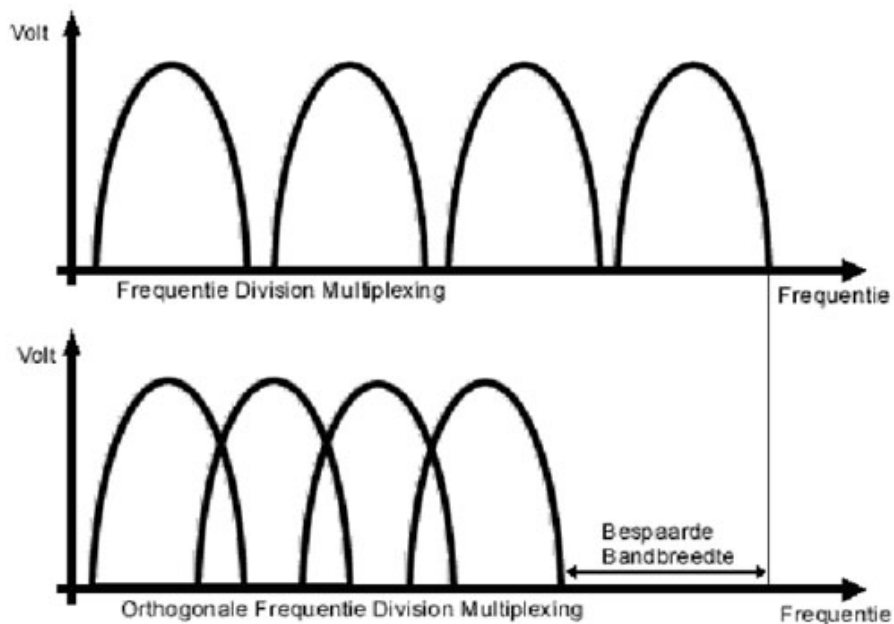
Om een signaal uit te zenden via een antenne moet de frequentie voldoende hoog zijn. Men zal dus een draaggolf op een bepaalde manier gaan moduleren om zo de data over te zenden. Men kan de datarate verhogen door een aantal draaggolven naast elkaar te zetten en de data te verdelen over die verschillende draaggolven. Dit is FDM.

In de onderstaande figuur staat FDM afgebeeld. Je ziet op de figuur dat de kanalen niet direct tegen elkaar staan. Indien deze kanalen wel direct aan elkaar grenzen dan kunnen deze elkaar storen (=interfereren). Doordat de kanalen een stuk van elkaar moeten staan om interferentie te voorkomen, maakt men eigenlijk geen gebruik van de volledig toegewezen bandbreedte. Bij OFDM kunnen er meer kanalen in dezelfde bandbreedte gebruikt worden.



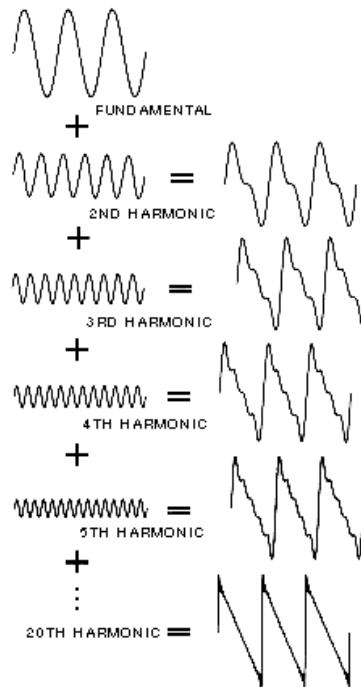
5.3.3.2 Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

OFDM is een techniek die gebruik maakt van verschillende kanalen in de beschikbare bandbreedte. Dit is hetzelfde als FDM wat hierboven staat beschreven, alleen is het efficiënter omdat de kanalen veel dichter tegen elkaar kunnen gezet worden. Ze mogen elkaar zelfs overlappen. De informatie wordt op de verschillende beschikbare kanalen gemultiplexd. Het dicht tegen elkaar plaatsen van de kanalen zonder nadeel te hebben van interferentie is mogelijk doordat de kanalen orthogonaal ten opzichte van elkaar zijn. Dit betekent dat onder ideale omstandigheden de dragers met hun gemoduleerde digitale gegevens elkaar niet beïnvloeden. Het verschil tussen FDM en OFDM wordt in volgende figuur afgebeeld.



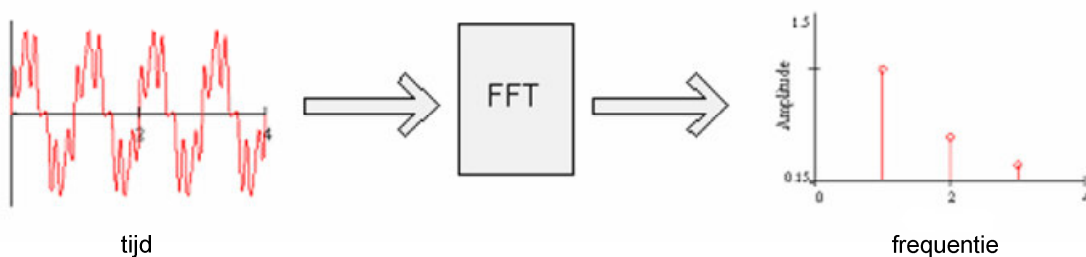
5.3.3.3 Fouriertransformatie

Bijna elk periodiek signaal kan men voorstellen als een som van een aantal sinussen. Afhankelijk van het aangelegde signaal zullen deze sinussen variëren in amplitude en frequentie. Deze sinussen die men ook harmonische noemt stelt men voor in een x/y stelsel met de frequentie horizontaal en de amplitude verticaal. Op deze manier zal men transformeren van het tijdsdomein naar het frequentiedomein. Dit noemt men FFT of Fast Fourier transform. In de onderstaande figuur bekomt men een zaagtand nadat men een aantal sinussen bij elkaar optelt.

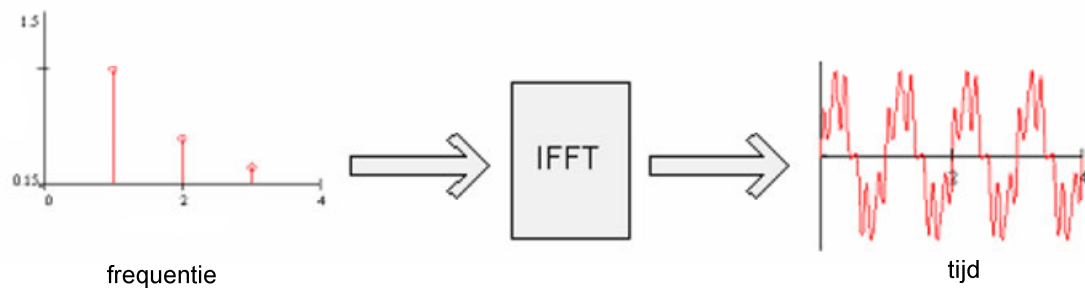


Omgekeerd kan men dan ook te werk gaan. Dan gaat men transformeren van het frequentiedomein naar het tijdsdomein. Dit noemt men IFFT of Invers Fast Fourier transform.

FFT



IFFT



5.3.3.4 Genereren van een OFDM signaal

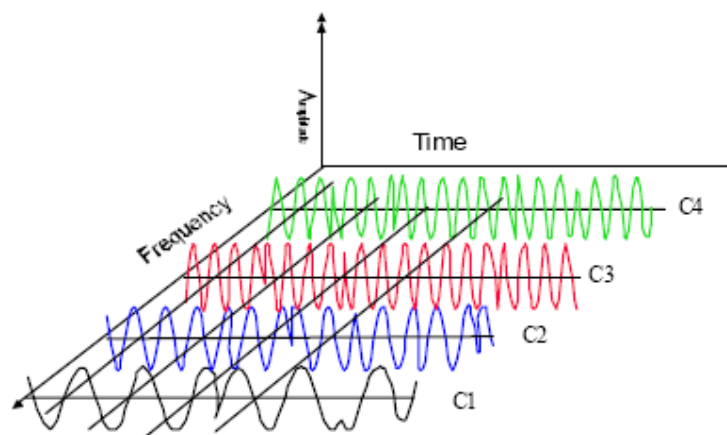
We nemen als voorbeeld een stream wat een opeenvolging is van bits.

1,1,-1,-1,1,1,1,-1,1,-1,-1,..... (0 wordt hier voorgesteld door -1)

We gaan een OFDM signaal gaan maken dat gebruik maakt van 4 draaggolven. We verdelen de bits als volgt.

	C1	C2	C3	C4
Spectrum 1	1	1	-1	-1
Spectrum 2	1	1	1	-1
Spectrum 3	1	-1	-1	-1
Spectrum 4	-1	1	-1	-1
	-1	1	1	-1
	-1	-1	1	1

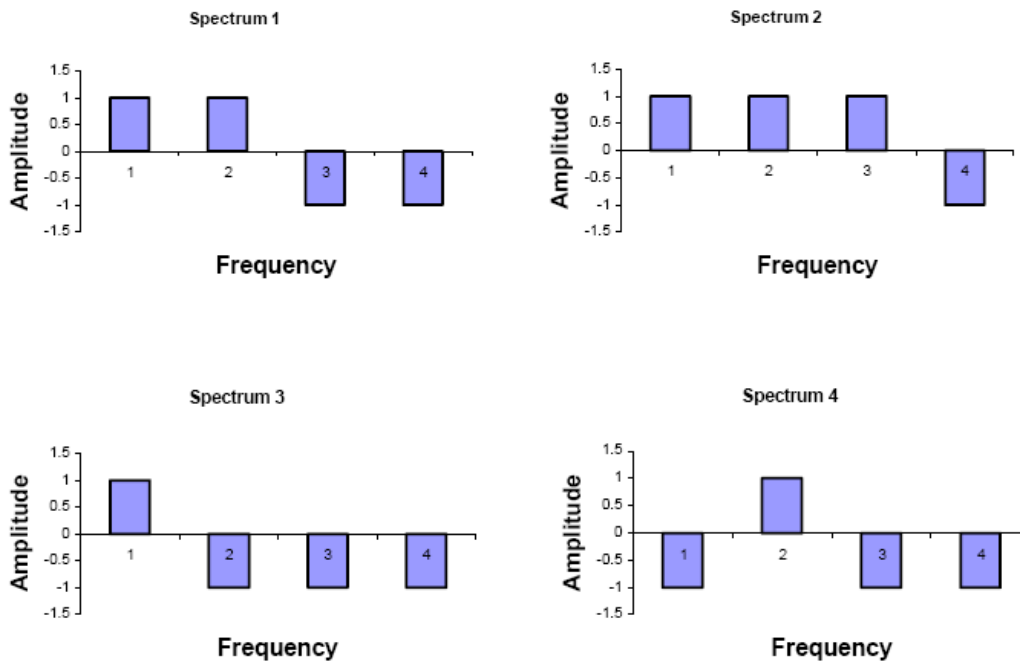
Elke kolom stelt de bits voor die zullen gemoduleerd worden per draaggolf. Als voorbeeld ga ik hier BPSK gebruiken. Dit is een vereenvoudigde versie van QPSK waarbij er slechts twee constellatiepunten zijn, er wordt telkens één bit per fase verzonden. Men kan hier ook QAM gebruiken. De volgende figuur geeft de 4 gemoduleerde signalen weer in het tijdsdomein.



Om het OFDM signaal te bekomen zal men de 4 signalen bij elkaar zetten en omzetten van het frequentiedomein naar het tijdsdomein. Dit gebeurt door IFFT (Invers Fast Fourier transform).

De voorgaande tabel kan beschouwd worden als de amplitudes van enkele sinussen. Je mag ze niet zien als signalen in het tijdsdomein. Dit kan voor verwarring zorgen.

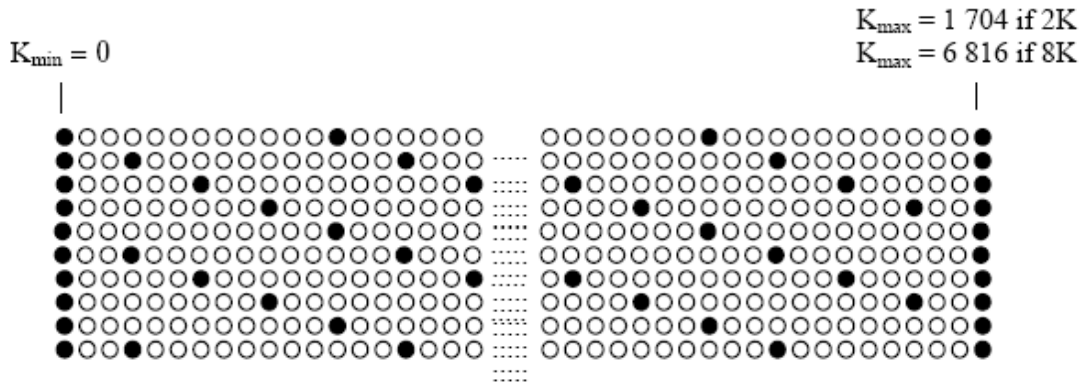
De frequentiespectrums van de voorgaande tabel zien er als volgt uit.



5.3.3.5 OFDM bij DVB-T

De structuur van de draaggolven bij OFDM wordt getoond op de volgende figuur. De horizontale as stelt de frequentie voor en de verticale de tijd. Elk kanaal heeft een bandbreedte van 8 MHz dat bestaat uit verschillende draaggolven. Deze bevinden zich op een afstand van 4462 Hz of 1116 Hz van elkaar afhankelijk van de transmissie mode (2K of 8K). Er zijn een aantal reserve dragers, ook TPS (Transmission Parameter Signalling) genaamd, die geen MPEG2 signaal overbrengen maar informatie voor de ontvanger.

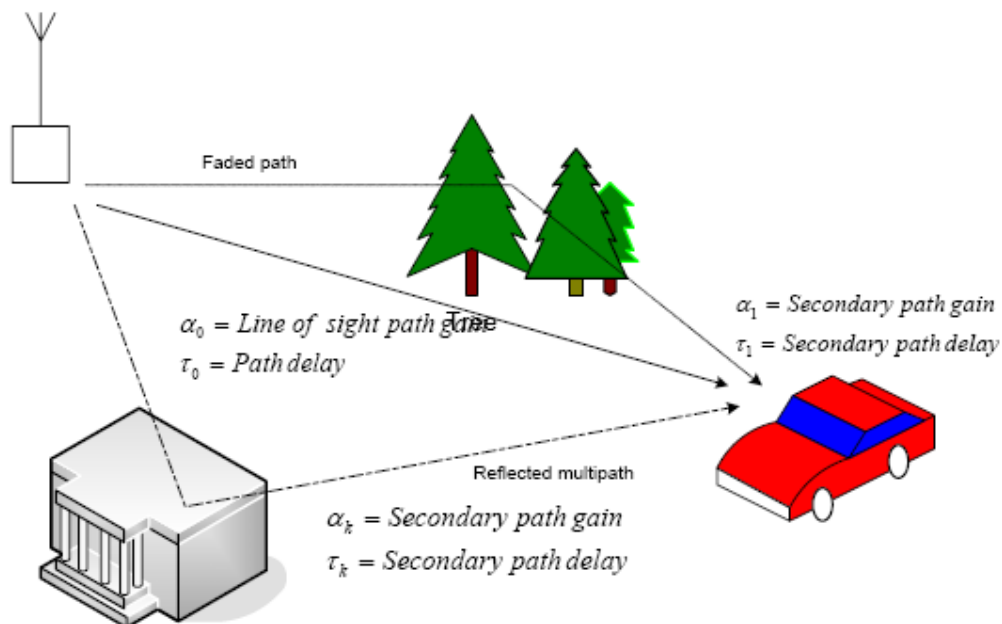
Het aantal gebruikte dragers is 1512 of 6048 afhankelijk van de mode. De resulterende bitrate ligt tussen de 4,97 en 31,66 Mbit/s afhankelijk van het type modulatie (QPSK, 16-QAM of 64-QAM), de transmissie mode (2K of 8K), de FEC (Forward Error Correction) en de GI (Guard Interval). GI betekent dat er telkens een kleine vertraging zit tussen elk symbool, de transmissie is dus niet continu. Dit wordt gedaan om multipad reflectie tegen te gaan. GI en FEC worden later nog uitgelegd.



K = symbool

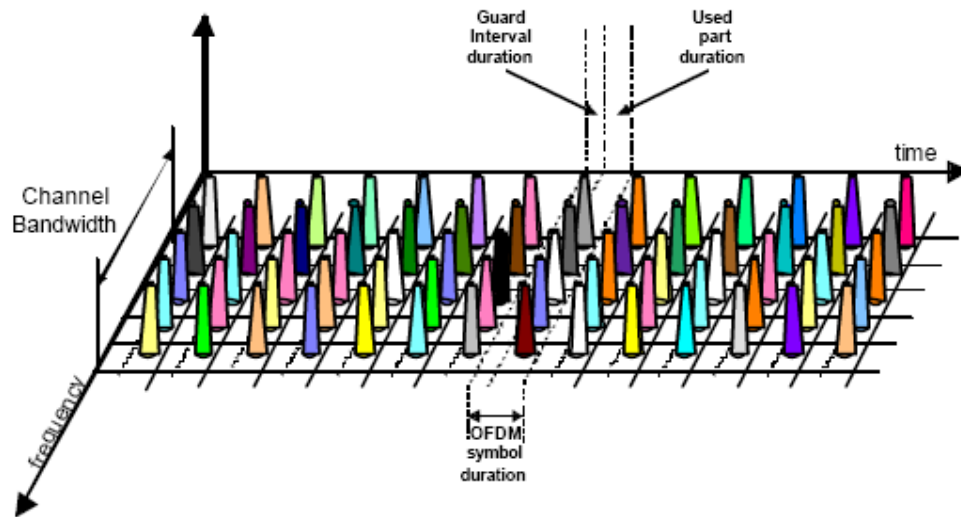
5.4 GUARD INTERVAL

De Guard Interval (GI) is aangebracht om het systeem tolerant te maken voor echo's die aan de ontvangstkant gezien worden. In een aardse omgeving zal het uitgezonden signaal vaak gereflecteerd worden door gebouwen en heuvels voordat het de ontvanger bereikt. Als er meer dan één pad is tussen zender en ontvanger (wat meestal het geval is), kunnen problemen ontstaan. Als bijvoorbeeld het signaal de ontvanger kan bereiken via twee verschillende routes, is het vrijwel zeker dat de weglengte van beide routes verschillend is. Dit heeft tot gevolg dat de beide signalen de ontvanger bereiken op een verschillend tijdstip, het signaal met de grootst afgelegde weglengte komt het laatst aan (multipad reflectie).



Door de tijdsvertraging kan het voorkomen dat een symbool uit het signaal tegelijk arriveert met het vertraagde voorgaande symbool. De ontvanger raakt hierdoor in de war met een toename van de BER als gevolg.

De Guard Interval lost dit probleem op door achter ieder uitgezonden symbool een zekere wachttijd in acht te nemen. In deze tijd kunnen eventuele echo's uitdoven. Des te minder data kan worden verzonden in een gegeven tijd.



De keuze van de Guard Interval is dus een compromis tussen multipad robuustheid en bitrate. Het hangt af van de toepassing welke instelling het gunstigst is.

De waarde van de Guard Interval wordt opgegeven als een breukdeel van de periodetijd van een symbool. Mogelijke keuzes zijn $\frac{1}{4}$ (meest robuust), $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ en $\frac{1}{32}$ (hoogste bitrate). Grote DVB-T omroepzenders zullen vaak een langere Guard Interval kiezen, bijvoorbeeld $\frac{1}{4}$ omdat het sterke signaal over grote afstand kan reizen en ook het weglengte verschil tussen reflectie en rechtstreeks groot kan zijn.

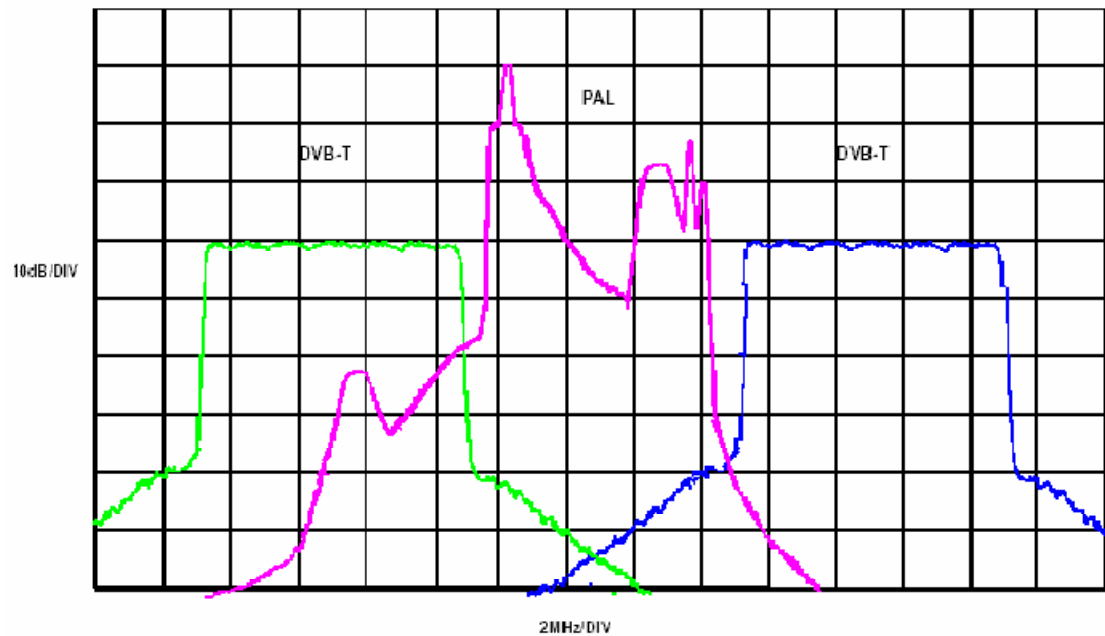
5.5 FEC

FEC of Forward Error Correction wordt gebruikt om fouten te detecteren en corrigeren aan de ontvangtzijde, ongeacht de oorzaak van de fout. FEC is noodzakelijk om een zekere bestendigheid tegen stoorsignalen te bewerkstelligen.

FEC wordt weergegeven in een breukgetal. Een FEC van $\frac{5}{6}$ betekent dat van elke 6 bits er 5 nuttige data bevatten, en slechts 1 correctie bit. Hoe meer correctiebits, hoe beter het signaal maar hoe lager de datarate.

5.6 FREQUENTIESPECTRUM

In de 2k mode zijn er 1705 dragers gemoduleerd in het 8MHz tv-kanaal, dit wil zeggen dat elke drager 4462Hz van zijn buur staat. In de 8k mode is de afstand 1116Hz. In DVB zijn er geen geluid en video dragers waardoor het vermogen van elke drager gelijk is. Dit betekent dat het frequentiespectrum van een DVB-T signaal constant is. De volgende figuur toont een frequentiespectrum van drie tv-kanalen. Twee digitale (DVB-T) en één analoog (PAL signaal).



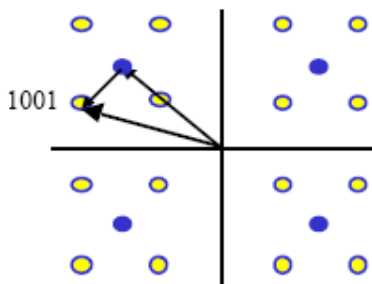
DVB-T maakt gebruik van twee frequentiebanden: deze van 174MHz tot 230MHz en 470MHz tot 862MHz.

5.7 HIËRARCHISCHE MODULATIE

In hiërarchische modulatie zullen twee aparte MPEG2 streams gemoduleerd worden in één DVB-T kanaal. Deze noemt men de HP (High Priority) stream en de LP (Low Priority) stream. Ontvangers met een goed ontvangst kunnen beide streams ontvangen, deze met mindere ontvangst enkel de HP stream. De LP stream heeft een hogere bitrate maar is veel gevoeliger voor storingen. Hier kan men bijvoorbeeld HDTV op uitzenden.

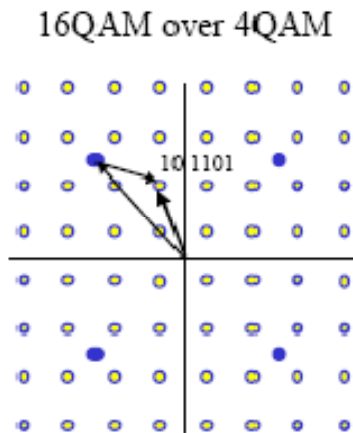
Hoe doet men dit nu in de praktijk, men zal voor het HP kanaal bijvoorbeeld QPSK (=4QAM) gebruiken, dit is het minst gevoelig voor storingen. QPSK heeft in elk kwadrant één constellatiepunt. Rond dit constellatiepunt kan men nu terug QPSK toepassen. Dit zie je in de onderstaande figuur.

4QAM over 4QAM



Deze methode dat men 4QAM over 4QAM noemt vormt het constellatiediagram van 16QAM. De ontvanger zal kunnen kiezen uit 4QAM of 16QAM.

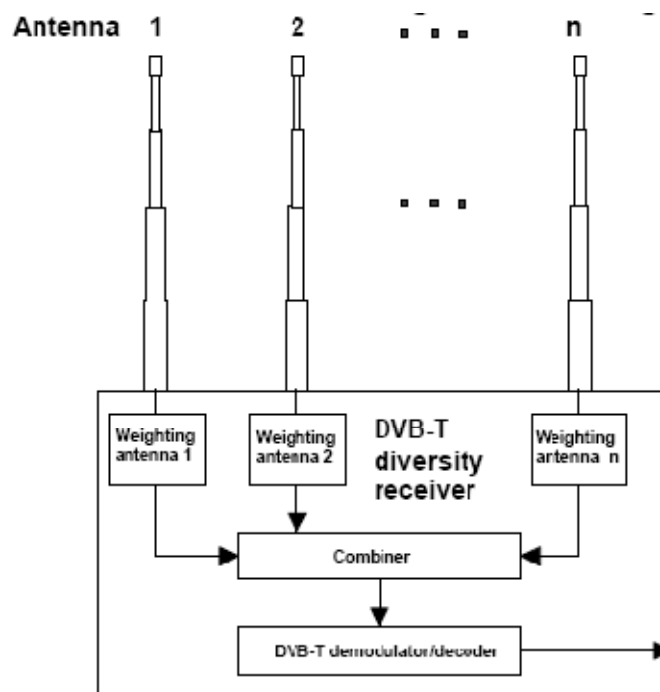
En andere methode is 16QAM over 4QAM. Dit wordt afgebeeld op de volgende figuur.



Hier herken je het constellatiediagram van 64QAM.

5.8 DE ANTENNE

Voor mobiele ontvangst van DVB-T is het aan te raden meer dan één antenne te gebruiken. Indien men werkt met één antenne krijgt men makkelijk een verzwakking van 10dB. Deze verzwakking kan grotendeels gecompenseerd worden door de antenne over een kwartgolflengte te verplaatsen. In plaats van de antenne constant te verplaatsen kan men dit oplossen door twee antennes te plaatsen die op een afstand van ongeveer een halve golflengte van elkaar staan. Men kan dan de antenne selecteren met het beste ontvangst. Onderstaande figuur is een blokschema van een dergelijk antenne.



Onderstaande figuur is een DVB-T antenne van bij Kenwood. In deze antenne zitten twee kwartgolf dipool antennes.



Aangezien men bij DVB-T gebruik maakt van twee frequentiebanden gebruikt men ook twee antennes met een verschillende lente. Meestal worden er twee paar antennes gebruikt voor optimale ontvangst in de wagen.

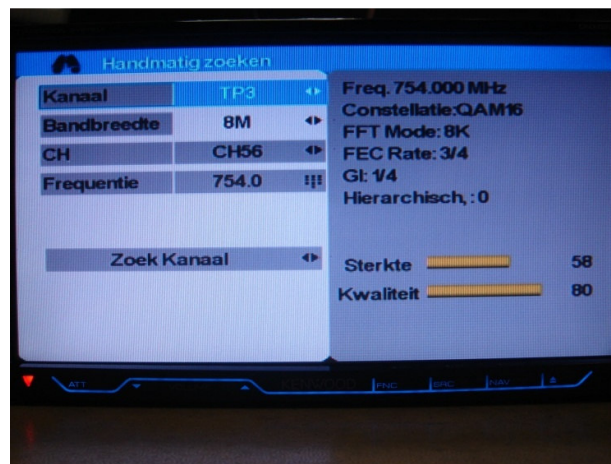
5.9 TESTOPSTELLING BIJ KENWOOD



Om DVB-T te testen heb ik bij Kenwood een autoradio met scherm, een DVB-T ontvanger (black box) en twee paar antennes gebruikt. Bij de opstelling op de vorige figuur had ik geen ontvangst. Met de antennes dicht bij het raam kon ik enkele kanalen ontvangen.



Op de volgende foto zie je de technische gegevens over het kanaal. Het maakt gebruik van 16QAM, de 8k transmissie mode, een FEC rate van $\frac{3}{4}$, een GI van $\frac{1}{4}$ en geen hiërarchische modulatie.



6 BESLUIT

Tijdens mijn stage bij Kenwood leerde ik verschillende zaken bij. Door het zelfstandig zoeken naar fouten bij toestellen krijg je routine. Nu durf ik veel sneller een ander elektronisch apparaat openvrijzen om de fout te zoeken. Mijn soldeertechnieken zijn er tijdens deze stage op vooruit gegaan. Het solderen van verschillende soorten SMD componenten is sterk verbeterd. Ik deed enkele metingen op communicatieapparatuur, zo leerde ik nieuwe meettoestellen kennen. Mijn kennis over digitale televisie, waar ik tijdens de stageperiode informatie heb over gezocht, zal later misschien nog van pas komen.

Bij Kenwood verbeterde ik niet alleen mijn technische kennis, ik kreeg ook zicht op de werking van een servicecenter. Ik kwam in de verschillende afdelingen en kreeg uitleg over wat men waar doet. Vooral de verschillende deals per land en per autofabrikant vond ik wel interessant.

Het samenwerken met de collega's, vooral met de andere techniekers, verliep vlot. Het rapporteren aan mijn stagebegeleider en stagementor gaf ook geen problemen. Als ik een vraag mailde, kreeg ik kort daarop het antwoord.

Ik ben tevreden over mijn stageplaats, de theorie van op school kon ik in praktijk toepassen en daar bovenop leerde ik nog een pak andere dingen.

7 LITERATUURLIJST

<http://www.elektro.be/nieuwsbrief/dossiers/dvb-t.htm>

<http://www.scholieren.com/werkstukken/20381>

<http://www.digitale-televisie.be>

<http://www2.rohde-schwarz.com>

<http://www.kjmbc.co.kr/old/beta/ofdm/ofdm.html>

<http://www.delta-star.nl/pdf/COFDM%20parameters%20en%20bitrate.pdf>

<http://www.bmf.hu/conferences/sisy2004/borbely.pdf>

Cursus Audio en Akoustiek van Haeleman F.

Cursus Datacommunicatie van Sanders S.

Cd's bij cursus van E. Carette

ETSI standaard EN 300 744