



8. CODERING

8.1 De noodzaak van het coderen

We staan nog even stil bij het digitale signaal zoals dat in seriële vorm uit de A/D omzetter kan komen. Een één (1) komt bijvoorbeeld overeen met een positieve spanning (+) bijv. +5 Volt en een nul (0) met 0 Volt. Zie onderstaande fig.50.

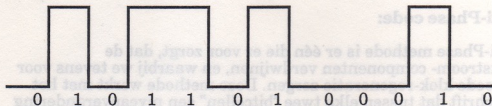


fig.50

Een dergelijke code noemen we een “non return to zero” code, NRZ. De signaalspanning houdt gedurende de gehele bitcel-tijd de elektrische waarde die bij de waarde van het bit hoort (hier 0 Volt en +5 Volt). Een NRZ signaal kan zowel volgens het “saturation to saturation” principe of volgens “zero to saturation” op de band worden geregistreerd.

Het is echter ook denkbaar dat binnen de bitcel-tijd het signaal weer naar 0 terugkeert. Zie onderstaande fig.51

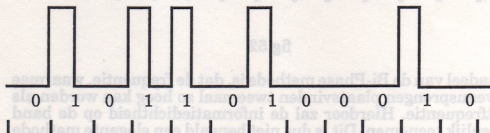


fig.51

Een dergelijk signaal noemen we een “return to zero” RZ signaal. Ook dit signaal kan zowel saturation to saturation als saturation to zero worden geregistreerd.

RZ zowel NRZ signalen geven echter een aantal problemen:

- Ten eerste: Er ontstaan gelijkspanningscomponenten.
- Ten tweede: Door het willekeurige patroon van énen en nullen is uit de signaalstroom moeilijk vast te stellen wat de oorspronkelijke klokfrequentie was.

Om nu te zorgen dat het stuursignaal voor de recorderkop geen gelijkspanning bevat en er een zo goed mogelijke klokregeneratie mogelijk is, wordt een z.g. **MODULATIE** toegepast. Daarbij moeten we goed onderscheiden, dat het woord modulatie hier betekent: "het veranderen met een code van het aangeboden signaal om registratie en uitlezing nauwkeuriger te doen laten geschieden". Er zijn verschillende manieren in de hedendaagse apparaten toegepast. In dit hoofdstuk geven we er een aantal.

8.2 Diverse codes

De Bi-Phase code:

De Bi-Phase methode is er één die er voor zorgt, dat de gelijkstroom- componenten verdwijnen, en waarbij we tevens voor een goede klok-regeneratie zorgen. Deze methode werkt met het voorschrift dat tussen elke twee "bitcellen" een niveauverandering plaatsvindt en dat in het midden van elke bitcel van een 1 ook een niveauverandering plaatsvindt. Onderstaand fig.52 geeft dit aan.

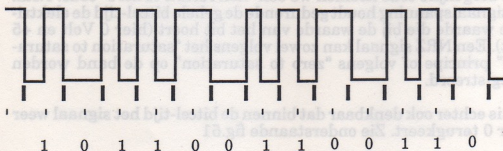


fig.52

Een nadeel van de Bi-Phase methode is, dat de frequentie, waarmee de niveausprongen plaatsvinden tweemaal zo hoog kan worden als de bitfrequentie. Hierdoor zal de informatiedichtheid op de band aanzienlijk toenemen. Dit is dus niet bepaald een elegante methode om voor een zo laag mogelijke optekenfrequentie te zorgen. Deze methode wordt de Bi-Phase methode genoemd, andere benamingen die in de praktijk voor deze zelfde modulatie vorm wordt gebruikt zijn:

- FM (frequentie modulation)
- Double Frequentie Modulation Bi-Phase-M
- (0 en 1 verwisseld)
- Minimum FSK (Frequentie Shift Keying)



Een meer efficiënte modulatiemethode werkt volgens de MILLER-Modulatie. Het voorschrift dat daarbij wordt gebruikt is: Er moet bij een 1 in het midden van de bitcel een niveauverandering plaatsvinden en tussen twee opeenvolgende 0-en moet ook een niveauverandering plaatsvinden. Onderstaand fig.53 geeft een voorbeeld van hoe een signaal volgens de Miller code is opgebouwd.

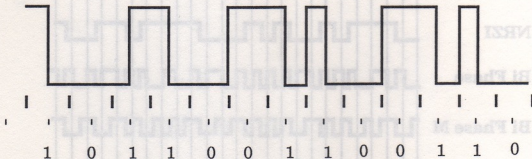


fig.53

Hoewel het niet makkelijk voor te stellen is, blijkt een goede klok-generatie mogelijk te zijn. Een nadeel is echter dat deze methode niet geheel maar slechts nagenoeg gelijkspanningsvrij is.

Andere benamingen voor deze methode zijn:

DM (Delay Modulation)

MFM (Modified Frequentie Modulation)

Een verbeterde versie van de Miller code is de Miller²-code. Door een iets ander coderingsvoorschrift heeft men de resterende gelijkspanningscomponent geheel kunnen elimineren. Het voorschrift is geheel gelijk aan de Miller code. Echter, wanneer 2 of meer énen gevolgd worden door 2 of meer nullen, wordt de laatste één als een nul weergegeven, d.w.z. geen wisseling in de bitcel.

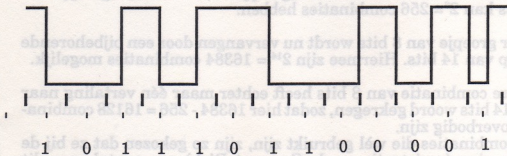


fig.54

Deze code is zeer geschikt, en wordt ook gebruikt naast optekening van audiosignalen, om te dienen als stuursignaal voor servo-motoren, bijvoorbeeld bij de video-beeldplaat.

Er volgt nu een overzicht van een aantal gebruikte codes.

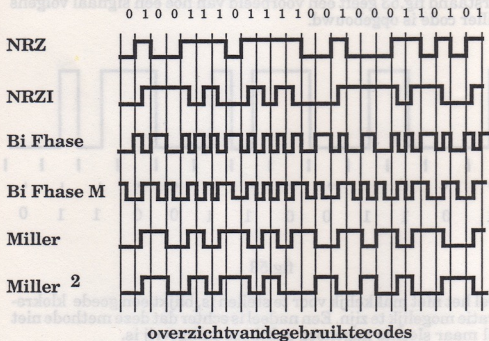


fig.55

EFM:

Bij de EFM wordt een geheel ander coderingsprincipe toegepast. EFM staat voor Eight to Fourteen Modulation. Het principe werkt als volgt:

De datastroom wordt verdeeld in groepjes van 8 bits. Zo'n groepje van 8 bits kan $2^8 = 256$ combinaties hebben.

Ieder groepje van 8 bits wordt nu vervangen door een bijbehorende groep van 14 bits. Hiermee zijn $2^{14} = 16384$ combinaties mogelijk.

Iedere combinatie van 8 bits heeft echter maar één vertaling naar een 14 bits woord gekregen, zodat hier $16384 - 256 = 16128$ combinaties overbodig zijn.

De combinaties die wel gebruikt zijn, zijn zo gekozen dat ze bij de toepassing (registratie op de Compact Disk) een aantal voor dit medium gunstige eigenschappen opleveren. Ondermeer worden nu de énen gescheiden door minimaal 2- en maximaal door 10 nullen.

14 bits



n codes aangeduid, bekend onder de

Samenwerkingsverband Sony-Studer-

handelen van de diverse codes twee

- component in de bitstroom afwezig is.
 frequentie uit het digitale signaal
 l.

Nog niet genoemd werd de mate waarin m.b.v. het coderen de informatiedichtheid, dit is het aantal signaal overgangen (flanken) van 1 - 0 en omgekeerd, op de band of CD-plaat kan worden beïnvloed.

D.m.v. het coderen kan dit aantal worden teruggebracht (zie ook in fig.53/54 de Miller en Miller2 code en in fig.56 de EFM code).

Een code met een zo gering mogelijk aantal signaalovergangen t.o.v. de oorspronkelijke bitstream maakt een zo hoog mogelijke informatiedichtheid op de band mogelijk. De codeervoorschriften zijn aangegeven als het gedrag bij verschillende aantallen opeenvolgende enen en nullen. Voor de H.D.M-1 code is dit :

Codeervoorschrift voor elkaar opvolgende enen .

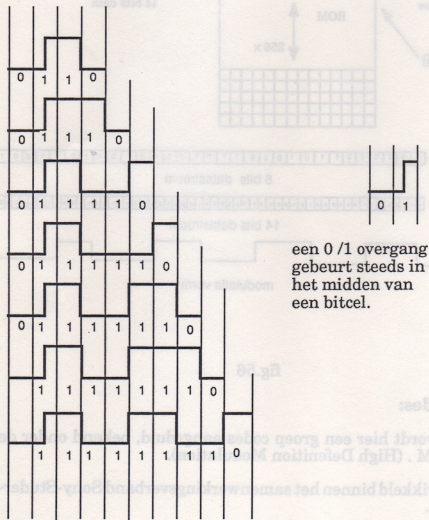
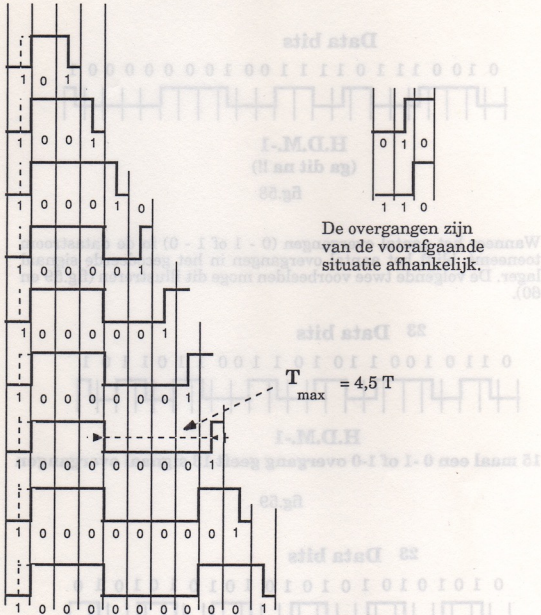


fig.57a



Codeervoorschrift voor elkaar opvolgende nullen.



De overgangen zijn van de voorafgaande situatie afhankelijk.

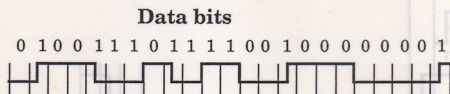
$$T_{\max} = 4,5 T$$

fig. 57b

Attentie!

De voorschriften gelden ook voor de omgekeerde polariteit van het signaal. Dit doet zich bijv. voor, wanneer na 1,2,3,8 of 9 nullen weer een één verschijnt. Men gaat dan in "de omgekeerde polariteit" verder.

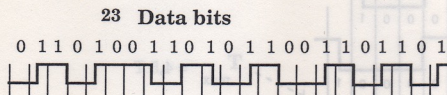
Toepassing van de H.D.M.-1 code op een datastroom levert het volgende gecodeerde signaal op: (zie figuur 58).



H.D.M.-1
(ga dit na !!)

fig.58

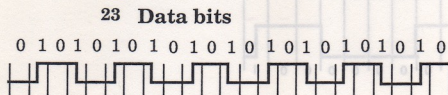
Wanneer het aantal overgangen (0 - 1 of 1 - 0) in de datastroom toeneemt, blijft het aantal overgangen in het gecodeerde signaal lager. De volgende twee voorbeelden moge dit illustreren (fig.59 en 60).



H.D.M.-1

15 maal een 0 - 1 of 1-0 overgang geeft 13 signaal overgangen

fig.59



H.D.M.-1

22 maal een 0 - 1 of 1-0 overgang geeft 11 signaal overgangen

fig.60



Vooraf voor signalen waarbij de opvolgende bits vaak verschillen blijkt een reductie van het aantal sprongen in het gecodeerde signaal op te treden. Deze reductie loopt op tot 50% bij het maximaal aantal bitwisselingen (zie het laatste voorbeeld).

Toepassen van de H.D.M.-1 code maakt dus een nagenoeg 2 x zo hoge informatiedichtheid op de band mogelijk.

De H.D.M.-1 code is o.a. toegepast in de Sony digitale meersporen-machine PCM-3324.

Verdere verbeterde versies, met hoge efficiency, zijn de H.D.M.-2 en de H.D.M.-3 codes. Ze zijn in latere toepassingen gedacht.

In deze cursus blijven ze verder buiten beschouwing.