

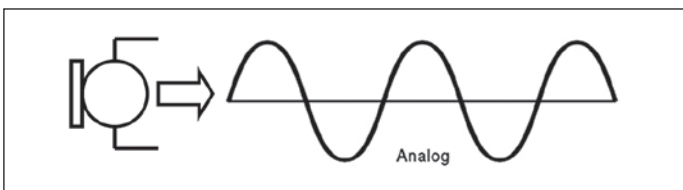
DV - D-Star (deel 1 van 2)

Door ON4PN

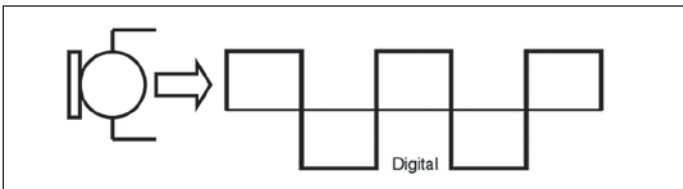
Digitale Voice communicatie voor radioamateurs zit momenteel in een stroomversnelling en staat op de rand van een grote doorbraak. Tijd om eventjes stil te staan, te bekijken wat het is en wat we er als radioamateurs aan kunnen hebben.

Digitale systemen hebben een heel andere benadering voor het doorgeven van informatie dan analoge systemen.

Bij een analogoog signaal wordt een draaggolf gemoduleerd naar analogie met de stroompjes uit een microfoon. Die stroompjes worden geproduceerd door de trilling van de lucht veroorzaakt door bijvoorbeeld een stem. Aan de ontvangtzijde wordt de draaggolf gedemoduleerd en het analoge signaal overgehouden. Hiermee kunnen we een luidspreker aansturen en horen we opnieuw het geluid van de verzonden stem.



Bij een digitaal signaal wordt er een stroom van pakketjes van numerieke waarden uitgezonden. Er zijn hierbij meer stappen nodig om bijvoorbeeld een stemgeluid te verzenden en te ontvangen. De stroompjes, die door de microfoon gemaakt worden naar analogie met de te verzenden stem, worden op vaste, opeenvolgende tijdstippen gemeten. Hierbij wordt de waarde van de stroompjes gemeten. Het resultaat van deze meting is een numerieke waarde. Deze waarde wordt binair uitgedrukt in 1-en en 0-en. Het binair stelsel kent enkel een 1 of een 0, een perfect systeem voor gebruik met elektriciteit: stroom=1, geen stroom=0. Dit heet AD-conversie (analoog > digitaal conversie). Het zijn deze 1-en en 0-en die gebruikt worden om de draaggolf te moduleren. Niet de stroompjes op zich, maar de gemeten waarden ervan, binair uitgedrukt. Er wordt niet naar analogie met de originele stem gemoduleerd maar met de numerieke waarden van de metingen van de stroompjes die de stem in de microfoon teweegbracht. Aan de ontvangtzijde wordt de draaggolf gedemoduleerd. Na demodulatie en decoderen blijft een reeks van numerieke waarden over. Deze waarden staan voor de resultaten van de metingen op de stroompjes uit de microfoon, die op hun beurt ontstonden door de trilling van de lucht, veroorzaakt door de stem. De ontvangen waarden worden gebruikt om de stroompjes uit de microfoon te reconstrueren. Dit is opnieuw decoderen. Van digitaal naar analogoog ofwel DA-conversie. Met de zo ontstane stroompjes kan een luidspreker worden aangestuurd en we horen opnieuw het geluid van de origineel verzonden stem.



Ik hoor je al denken: “Boeiend allemaal... maar het resultaat is toch hetzelfde: we horen in beide gevallen de uitgezonden stem door de luidspreker. Waarom dan al die moeite, waarom dan deze ingewikkelde stappen nemen?”

Wanneer er een perfecte analoge radioverbinding is, klinkt de stem aan de ontvangtzijde bijna gelijk zoals die aan de zenderzijde wordt verzonden. Er zal echter hier en daar wat verlies optreden: de modulator

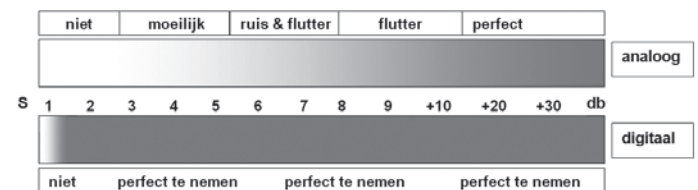
zal wat ruis hebben toegevoegd, en de demodulator ook. En er is, zelfs bij perfecte ontvangst, steeds een beetje verlies en verschil ten opzichte van het originele signaal.

Neemt de kwaliteit van de verbinding af, dan is er aan de ontvangerzijde meer en meer verschil met het originele signaal. De signaalruisverhouding wordt slechter en slechter. Er wordt dan ook geruis en gekraak ontvangen. Bij de demodulatie van het signaal worden deze storingen, ook als we dat niet zo willen, ook aanzien als iets dat gedemoduleerd moet worden. We kunnen wel wat filteren of klankregelen, maar wat er niet is kunnen we niet maken.

Uit de luidspreker komt dus een signaal tevoorschijn dat voor een beperkt gedeelte lijkt op de originele stem en voor de rest uit gekraak, ruis en gepiep. Dat gekraak en gepiep was oorspronkelijk nooit te horen aan de microfoon aan de zenderzijde.

Helaas kan de ontvanger geen onderscheid maken tussen de signalen die we bedoelen en de storingen: alles wat hij ontvangt, wordt gedemoduleerd tot een geluid in de luidspreker.

Bij geen ontvangen zendersignaal worden zonnenuis en kosmische ruis enz. ook aanzien als een bedoeld signaal van een zender. Daar maakt de demodulator dan een ‘berg’ ruis van.



We doorlopen hetzelfde scenario voor een digitale verbinding. Wanneer er een perfecte digitale radioverbinding is, klinkt de stem aan de ontvangerzijde even goed als aan de zenderzijde. Er kan hier geen verlies optreden: de modulator geeft wel wat ruis mee, maar die ruis is niet iets waar de demodulator aan ontvangerzijde naar op zoek gaat. De demodulator zoekt een 1 of een 0, en niets anders. Met deze 1-en en 0-en wordt een signaal voor de luidspreker gemaakt. Het ontvangen signaal klinkt even goed als het verzonden signaal. Wanneer de kwaliteit van het signaal afneemt, zullen er een aantal 0-en en 1-en niet aankomen. Zij kunnen dus ook niet gebruikt worden om te demoduleren.

Wanneer een verbinding moeilijk wordt, doen mensen het volgende: ze herhalen alles tweemaal (oscar oscar, november november, number 4 enz.). Ons tegenstation weet dat we alles 2x herhalen in moeilijke omstandigheden en kan ondanks die omstandigheden, alles goed ‘decoderen’. Met een digitaal signaal kunnen we – en dat is nu hét grote verschil met een analogoog signaal – net hetzelfde doen. Het is voor een microprocessor een koud kunstje om getallen te herhalen. Dus we kunnen ervoor zorgen dat de getallen die we uitzenden 2x vlak na mekaar worden uitgezonden. De ontvangerlogica weet dat alles 2x na mekaar uitgezonden wordt en kan dus op de juiste manier decoderen.

De logica in de ontvanger kan het onderscheid maken tussen storingen en te demoduleren 1-en en 0-en en kan zelfs fouten herstellen en dus demoduleren zonder fouten. Wat er niet is, kunnen we toch erbij maken omdat het een tweede maal wordt uitgezonden. Wanneer er geen signaal is, kan de logica daar ook geen 0 of 1 van maken. In dit geval is er dan ook niets te horen door de luidspreker. Daarom zit op een digitale ontvanger geen squelchregeling: dat is overbodig omdat ruis niet gedetecteerd wordt.

Hoe een en ander in de praktijk werkt kan je verderop lezen.

De voordelen van digitale communicatie spreken dus tot de verbeelding: ongebruikelijk goede signaalruisverhouding en een digitale datastroom als drager voor om het even welk type informatie. Neem daarbij nog het feit dat digitale data zich onbeperkt laat manipuleren en we beschikken over een gedroomde mode.

Radioamateurs en digitale voice: een stukje geschiedenis

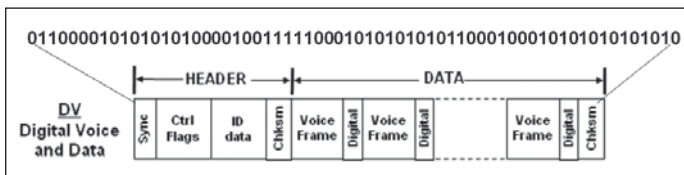
Al geruime tijd experimenteren radioamateurs met digitale stemoverdracht. Digitale zelfbouw lag enkele jaren geleden echter niet voor het grijpen. Midden de jaren '90 werden de Amerikaanse overheidsdiensten stelselmatig voorzien van digitale communicatieapparaten. Enkele jaren later gebruikten Amerikaanse amateurs afgeschreven toestellen van politie of brandweer. Deze werden aangepast voor de amateurbanden. Ze werkten volgens het APCO 25 protocol (Associated Public Safety Communications Officials) of kortweg de P25-norm. Dit is een digitaal communicatiesysteem dat aangenomen is als norm voor digitale communicatie van de Public Broadcast Services. Hier in Europa is P25 zeldzaam omdat men vooral het Tetra-systeem gebruikt. Het ASTRID-netwerk, waarvan o.a. brandweer en politie gebruik maken, gebruikt Tetra. P25 en Tetra zijn niet compatibel. Afgeschreven Tetra-toestellen zijn helaas niet voorhanden, vermits zij niet beschikbaar worden gesteld. Laat staan ze ombouwen voor de amateurbanden. Een enkeling in Europa kan aan een P25-toestel geraken. Daarna een tegenstation zien te vinden is nog véél moeilijker.

Er is dus nood aan een wereldwijde norm voor digitale communicatie van stem en data. Een norm op maat van de radioamateur, los van alle reeds bestaande en niet-compatibele normen.

Japanse radioamateurs (JARL) besloten daarom zelf een digitaal systeem voor de radioamateurdienst uit te werken. In 2001 ontwikkelden ze, met steun van de Japanse overheid, D-Star. D-Star is het letterwoord voor **D**igital **S**mart **T**echnologies for **A**mateu**R** **R**adio. Een protocol voor digitale stem en data. Naast het protocol staat D-Star ook voor de technologie achter de netwerkstructuur van repeaters en gateways.

D-Star is geen modulatietype, maar een protocol voor digitale data- en voice-overdracht

Een protocol is een afspraak waarin men vastlegt in welke vorm en volgorde digitale informatie wordt doorgestuurd.

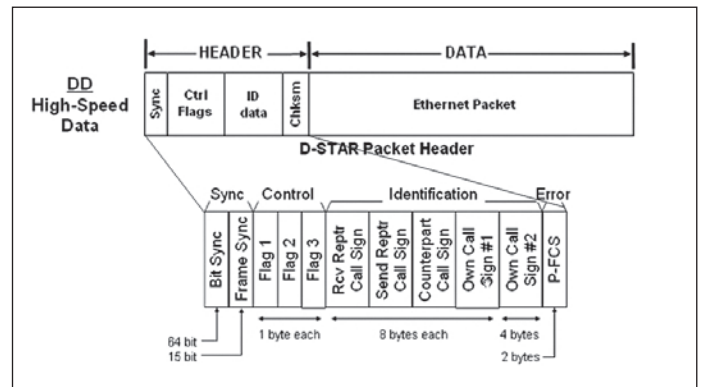


We onderscheiden twee systemen binnen D-Star: **DV** (digital voice en trage dataoverdracht) en **DD** (enkel snelle dataoverdracht)

- DV: datasnelheid is 4,8 Kbps (2,4 Kbps voice, 1,2 Kbps FEC voor voice en 1,2 Kbps data). Wordt gebruikt op 2m, 70cm en 23cm.
- DD datasnelheid is 128 Kbps. DD dataoverdracht wordt enkel gebruikt op 23cm gezien de grotere bandbreedte.

Iets meer over het protocol

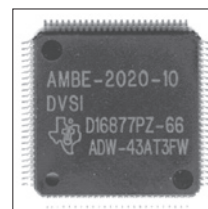
Het D-Star DV-systeem heeft bij de gebruiker een apparaat nodig dat het D-Star protocol kan zenden en ontvangen. In het toestel zelf zijn er instellingen die een tekstbericht bevatten of een callsign of de naam van een repeater, hetgeen we gemakshalve 'datagegevens' noemen. D-Star DV bevat voice-gegevens (stem) en data (gegevensinformatie). Beide gegevens worden gelijktijdig uitgezonden en kunnen ook gelijktijdig ontvangen worden. Je kan in één beweging praten en tekst doorzenden, dus ook een stem ontvangen en gelijktijdig letters, cijfers en tekens ontvangen. Alle gegevens van de stem, GPS, callsign enz. worden netjes gerangschikt zoals het D-Star protocol dat voorschrijft en in pakketjes uitgezonden. Een blokje informatie staat in elk pakket steeds op dezelfde plaats in de afgesproken volgorde. En elk blokje info heeft zijn typische lengte in het pakket. Elk informatieblokje staat precies op dezelfde plek in elk pakket van de stroom van de pakketjes. Een deel van zo een DV-pakket bevat bijvoorbeeld:



Elk pakket bevat informatie hoe de gegevens moeten begrepen worden en instructies voor het systeem. Bijvoorbeeld: voor welke repeater is het pakketje bedoeld, door welk station is het verzonden, naar welk station moet het worden verzonden, GPS-gegevens van het zendstation enz. Het grootste deel van de datastream bestaat uit de data van de stemgegevens.

CODEC

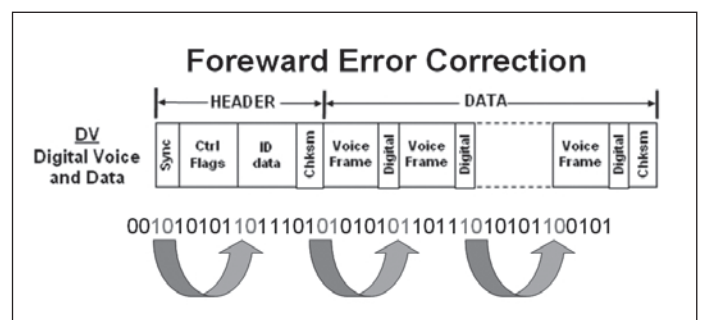
Het **cod**eren en **dec**oderen van de stem bij het zenden van analoog naar digitaal én bij ontvangen van digitaal naar analoog, gebeurt met een "codec". Een codec is in de regel software voor een soundcard op een PC of een chip. De codec zorgt met rekenkundige trucs en akoestische compressie voor een minimum aan dataverkeer bij een maximum aan geluidskwaliteit. MP3 gebruikt daarvoor ook een codec. Bij D-Star is dat de AMBE-codec. AMBE staat voor Advanced Multiband Excitation of uitgebreide multiband dynamische equalizer: een systeem waarbij men in functie van klankcomplexiteit en dynamiek de klank voortdurend bijregelt. Deze bijregeling kan een toonregeling zijn, maar ook het gebruik van klankharmonischen en nagalmeffecten behoort tot de technieken die een codec gebruikt. Deze codec is ontwikkeld door Digital Voice System Incorporated. De AMBE-codec zit ook in P25-apparaten en satelliettelefoons en zelfs in de AOR ARD 9800 voor DV over HF. Hoe de



AMBE-codec precies werkt, is niet vrijgegeven door DVSI. Je moet voor elk gebruik ervan in een toestel betalen. Je moet het IC kopen om de codec te kunnen gebruiken. Dit gegeven is voor sommige amateurs een bezwaar omdat ze ervan uitgaan dat alle technologie die een amateur gebruikt open en vrij moet zijn. Aan deze codec kan dus niet geïmporteerd worden.

FEC

Bij D-Star DV worden correctiegegevens meegezonden voor de data in het pakket: de 'FEC' (Forward Error Correction). Hierbij wordt volgens een vast patroon bijna de helft van de voice data opnieuw meegezonden. De helft van de gegevens is dus ook meerdere malen te ontvangen. Wanneer dit patroon met extra gegevens niet juist aankomt door slechte ontvangst gaat de codec in de ontvanger de "slechte" gegevens weglaten en de juiste erbij plaatsen (die zijn wat later opnieuw te ontvangen). Zo ontstaat er een reconstructie van het origineel signaal. Deze reconstructie kan niet tot in het oneindige doorgaan: er moet voldoende ongestoord signaal aanwezig zijn om er nog iets 'juist' van te maken.



In de praktijk zorgt FEC er voor dat heel zwakke signalen nog feilloos goed klinken. Zelfs de helft van de gegevens mag onderweg verloren gaan: 1 kans op 2 dat ze de volgende maal toch goed ontvangen worden. Een analoog signaal zou allang in de ruis verdwenen zijn, maar het digitale signaal blijft in dezelfde omstandigheden nog zeer goed en ruisvrij klinken dankzij FEC. Tot er geen gegevens meer uit het ontvangen signaal te halen zijn: men hoort niets meer. Ook geen ruis. Bij een DV-signaal zit nooit ruis, gekraak of flutter. Een signaalrapport geven is dus eigenlijk niet nodig. Het stemsignaal is hoorbaar te maken of is dat niet. In de praktijk is er een héél kort gebiedje tussen beiden in. In dit bijzonder korte moment berekent de foutcorrectie met de beschikbare datagegevens iets dat klinkt als een mengeling van stukjes woord met korte constante tonen: merkbaar, maar zeker niet storend.

In het volgende deel gaan we dieper in op de modulatie, repeatersystemen en softwaretoepassingen met D-Star,

In november 2008 werd op de IARU Region 1 vergadering vrijwel unaniem het licht op groen gezet voor het gebruik van DV. Frequenties werden er toegewezen aan DV zowel op VHF als UHF. DV heeft nu de officiële wereldwijde erkenning als de logische opvolger voor analoge FM stemverbindingen. D-Star is het eerste DV-systeem dat wereldwijd lijkt door te breken. Het is flink op weg om analoge FM te vervangen, niet enkel in voice mode maar ook voor APRS, Echolink, Fax, SSTV enz.

Bij het schrijven van dit stukje zijn er in ons land al een vijftal D-Star repeaters actief zowel op VHF als UHF. Een handvol hotspots zijn ook operationeel. Repeaterlijsten staan op www.uba.be en meer details over D-Star in ons land vind je op www.dstarvlaanderen.be.

D-Star DV is geen GSM-netwerk voor radioamateurs: alle verbindingen zijn publiek en dus door iedereen hoorbaar. D-Star DV is evenmin een draadloos internet: alle dataverbindingen worden gelegd via amateurnetwerken. DV is ook geen medium om te DX-en. Er zijn wel wereldwijde verbindingen mogelijk, maar gezien propagatie van de radiogolven een ondergeschikte rol speelt, is DX weinig zinvol.

Er staat dit jaar nog een lancering op de agenda van een amateursatelliet die in D-Star werkt. Het is een nieuwe, veelbelovende techniek die voortdurend evolueert, mét inbreng van de amateur zowel op het gebied van hardware als software. Door de combinatie van radio en PC zal het ongetwijfeld ook heel wat jonge mensen weten aan te spreken. En hierdoor wordt het radioamateurisme tweemaal verrijkt: met een nieuwe techniek én met nieuwe radioamateurs!

73, Patrick ON4PN

Desgewenst kom ik in jouw sectie een voordracht geven over dit thema, neem gerust contact op: on4pn@uba.be