

# Onze zenders

## Een kort voorwoord.

Een zender verstuurd specifieke data naar ontvanger(s). Dit kan met een vaste kabelverbinding of draadloos via de ether. Bijvoorbeeld de signalen voor radio en televisie ontvangers, maar ook naar de ontvanger in onze modelvliegtuig. Om een goede draadloze overdracht zonder al te veel storingen mogelijk te maken is de etherfrequentie voor alle partijen verdeeld. Voor het gebruik van het toegewezen deel zijn afspraken gemaakt, bijvoorbeeld het max. zendvermogen. In de eerste jaren konden modelvliegers (en natuurlijk ook onze collega's met auto's, boten, enz.) de 13en 27MHz gebruiken voor het beoefenen van onze hobby. In dat frequentiegedeelte kon toen met slechts 1 model tegelijk worden gevlogen daar dat de ontvangers breedbandig waren: alle zendersignalen werden door alle ontvangers opgevangen. Als er 2 vliegtuigen in de lucht waren ging het onherroepelijk fout.



Een zender is de master, de ontvanger zijn slave. De ontvanger voert alle bevelen van de zender uit. De master heeft vooraf aan zijn slave gezegd hoe deze met de verzonden data om moet gaan, bijvoorbeeld de verspreiding van het opgevangen signaal naar de servo's. Daarom is het nodig dat de zender ook zijn instructies krijgt in de vorm van het programmeren maar ook het bedienen van de sticks en schakelaars. En dat maakt op dat moment dat de zender op zijn beurt de slave wordt. En wie is de master? Juist wij. Wij zijn de gezagvoerder van ons model, wij bepalen wat deze moet doen. Belangrijk is dat alles goed en veilig gebeurt. Een goede zender helpt ons daarbij.

## Een stukje geschiedenis.

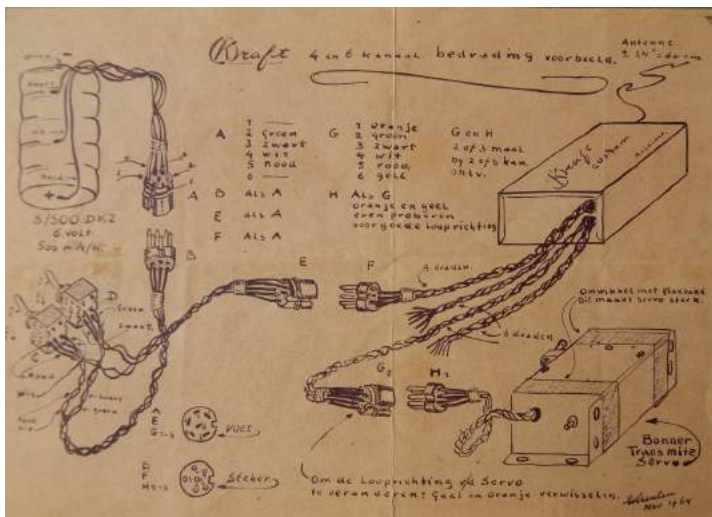
De droom om op afstand je modelvliegtuig te kunnen besturen is denk ik net zo oud als het bouwen en vliegen van de modellen. Maar pas in de jaren 50 van de vorige eeuw kwamen de eerste zenders en ontvangers op de markt waarmee een modelvliegtuig kon worden bestuurd. De overdracht van zender naar ontvanger was analoog, werd gestuurd met een schakelaar. Altijd volle uitslag! Om een mooie bocht te sturen moest je gepulseerd sturen, dus aan-uit-aan-uit-aan-uit (het zgn. tip-tip bedienen). In de begintijd waren de zenders en ontvangers met buizen uitgerust, omdat de transistors nog niet ontwikkeld waren. Ondanks dat er weinig componenten in de zenders zaten, waren ze vrij omvangrijk



en zeer zwaar door de 2 hoog voltage batterijen erin. De zender werd dan ook op de grond gezet, gestuurd werd met verbonden schakelaar(s). De zendantenne zag je niet over het hoofd, deze was 2,65m lang. De zenders waren nog niet voorzien van een kristal, er kon dus maar 1 model in de lucht zijn. Als zendfrequentie werd eerst de 13,56MHz en later de 27,12MHz band gebruikt. De ontvangers waren ook omvangrijk en zwaar, voor de buizen waren er weer 2 batterijen nodig (gloeien- en werkspanning). Om het stuursignaal over te brengen op hoogte- en richtingsroer werden er meestal escapements gebruikt, aangedreven door rubber. Bij het sturen werd een relais aange trokken, waardoor de uitstekende pin een kwartslag draaide. Als de schakelaar op de zender weer in de 0-stand werd gezet, draaide de pin een kwart slag verder rond en kwam het roer weer in de neutrale stand. Nadeel van het escapement was, dat na links (bij het richtingsroer) de volgende stuur beweging rechts was. Dus voor 2x links sturen moest je 2x snel achtereen de zenderknop indrukken. Op zich ging dat,



KNVvL radiowedstrijd op Terlet. Vlieger, jury en toeschouwers bijeen. De zender kon al gedragen worden.



totdat het rubber zijn spanning voor een deel kwijt was en het sturen in het model langer duurde. Dan was rechts nog steeds links, of hoog nog steeds laag.... Maar de techniek ging verder, de zenders konden in de hand worden gehouden. En de eerste elektrische stuurmotoren kwamen. Betrouwbaarheid was nog een onbekend begrip, een dagje vliegen eindigde vaak met een kapot model. Elke zender werd door de radiocontrole-dienst gekeurd, een echte service, want dat deden ze bij je thuis. De transistor deed begin jaren 60 zijn intrede in de besturing, alles werd hierdoor een stuk kleiner en lichter. Ook moesten de zenders (nog steeds 27mHz) halverwege de jaren 60 voorzien worden van een kristal (de ontvanger wist toen wie zijn master was!), maar er konden daarna wel 6 modellen tegelijk in de lucht zijn omdat er 6 frequentiekanalen beschikbaar kwamen.

Later kwam de 35mHz band voor de modelvliegtuigen

geleidelijk beschikbaar (en tevens steeds meer kanalen), gevolgd door 40mHz. Deze frequenties waren smalbandig met 10kHz bandbreedte en een golflengte van 8,5m. De analoge zenders werden na 1970 geleidelijk vervangen door de proportionele zenders, de uitslag van de roeren correspondeerden met de uitslag van de stuurknuppel. De grote uit de radiowereld gebruikte stekerverbindingen werden miniatuurformaat, de oplaadbare Deac's (grote knoopcellen) werden opgevolgd door de oplaadbare batterijen. De besturing kreeg een type goedkeuring, de zender moest worden voorzien van een sticker. Het zelfbouwen van zenders mocht niet meer. Vervolgens kwam de eis dat iedere zender een CE-keurmerk moest hebben. De besturing werd langzamerhand volwassen!

Probleem bleef echter het betrouwbaar kunnen vliegen. Meestal werden storingen veroorzaakt door lege batterijen, soms accu's (de capaciteit hiervan was niet te vergelijken met de huidige!). Maar ook vaak door collega vliegers wanneer deze even hun zender aanzetten om wat te checken. Het gedisciplineerd afhangen op het frequentiebord en een knijper op de antenne voorkwam veel ellende. Storingen van elders kwamen ook veelvuldig voor. Onze zenders mochten maximaal 0,5Watt zendvermogen hebben. Alleen werden wij soms weggedrukt door partijen welke een veel krachtiger signaal uitzonden zoals radio en het leger. Ook al zonden deze op een andere frequentie, het harmonische signaal welke onze ontvangers oppikte was krachtiger dan het eigen zendsignaal. Uit eigen ervaring meegemaakt dat mijn zender (en zelfs mijn nieuwe reserve exemplaar) niet goed functioneerde. Tussen veel, een stuk of 30, andere vliegers hoorde mijn ontvanger zijn eigen zender niet maar reageerde alleen op vreemde zendsignalen. Toen ze mij vroegen met welk kristal ik vloog werd er gezegd: "oh, dat kanaal gebruiken we hier niet" en wezen op een verderop staande zendmast. Lekker dus! Maar achteraf bleek dat het hoogfrequent gedeelte van mijn beide zenders tussen 2 kanalen stond afgesteld. Zelfs het schrikdraad bij de boer zorgde weleens voor een crash. Bij de introductie destijds van de nieuwe Simprop "brievenbus" zender kwamen de modellen van vliegers bij bosjes omlaag. Net gek als je weggedrukt wordt met een zender welke een zendvermogen had van volgens zeggen 5Watt (de komma stond dus verkeerd). Te vergelijken als tijdens onderlinge gesprekken iemand begint te schreeuwen, iedereen hoort alleen de schreeuwlelijk. Allen worden overstemd. Verder was er nog veel apparatuur onbetrouwbaar. Bij een zelfbouwzender met temperatuurgevoelige condensatoren is de crash al voorgeprogrammeerd. Ook de ontvanger kon problemen krijgen door de warmte uit de zonnestralen. Maar het wit schilderen van de bovenzijde van de romp kon hiermee crashes voorkomen. De Amerikaanse fabrikant Bonner, leverancier van uitstekende stuurmotoren, had veel tevreden en ontevreden klanten. In gebieden met een hoge relatieve luchtvochtigheid stortten veel modellen neer. Het duurde geruime tijd om de oorzaak te achterhalen: vochtgevoelige condensatoren. Bij het testen in de fabriek in Californië hadden ze daar geen last van, daar was de lucht droog.



De kunst was dus om te zorgen dat de ontvanger zeer selectief zijn werk doet. Dat werd geleidelijk bereikt door allerhande verbeteringen zoals een bandbreedte van 10KHz, dubbelsuper-ontvangers en de pulscodemodulatie PCM. Ook de pulsfase-modulatie PPM en steeds betere filters zorgden voor meer betrouwbaarheid. De ontvanger kreeg een steeds beter oor voor zijn eigen zender. Maar 1 ding bleef: het zenden gebeurde op een vooraf gekozen frequentiekanal. Met een kanalenchecker kon je voor je vlucht nog wel kijken of deze vrij was en hoeveel ruis er van naastgelegen kanalen binnen kwam, als er onverhoopt tijdens het vliegen toch stoorsignalen opgepikt werden waren de gevolgen niet voorspelbaar.

## De 2,4 GHz zendergeneratie.

Begin deze eeuw werd er een nieuwe weg ingeslagen: die van de 2,4GHz met een golflengte van 12,2cm en een bandbreedte van 2400 tot 2484MHz. Alleen zijn er veel gebruikers die dit deel van de 2,4GHz mogen gebruiken: magnetrons, WiFi, ISM-apparatuur (Industrial, Scientific, Medical), bewakingscamera's, routers, babyfoons, speel-



Afhangen is overbodig geworden

goed, toetsenborden, enz. Dus is het heel druk op deze frequentie met een breedte van 84MHz en daardoor zeer onderhevig aan storing. Een continue verbinding handhaven is vrijwel onmogelijk. Om deze reden wordt er uitgezonden met een vorm van TDMA: met korte puls in plaats van aan één stuk door. Voor onze hobby is een breedbandige dataoverdraging van 100mW EIRP (Effective Isotropically Radiated Power) toegestaan volgens de regels van WLAN (Wireless Local Area Networks) en een max. vermogen van 20dBm. In de zenders en ontvangers wordt gebruik gemaakt van elektronische componenten ontwikkeld voor de mobieltjes en laptops zoals de WLAN-chip die het mogelijk maakt om data te verzenden en te ontvangen en ook een chip die zorgt voor het wisselen van de frequentie, de Frequentie Hopping. Zender en ontvanger communiceren met elkaar. Daarom moeten ze dus vooraf "kennismaken", de zgn. binding. Uit ongeveer 16 miljoen coderingsmogelijkheden krijgen zender en ontvangers een eigen vast adres (te vergelijken met het IP-adres bij het internet) waardoor ze elkaar kunnen horen. De kans dat een andere zender of ontvanger hetzelfde adres krijgt en ook nog in de buurt zendt is praktisch uitgesloten (waarschijnlijk heeft de fabrikant van de zender dit al geregeld). Deze binding is slechts eenmalig nodig. Na het binden geeft de zender

aan welke codes tijdens het overdragen van de data worden gebruikt. Een zender kan meerdere ontvangers herkennen, de ontvangers slecht de zender van hun master. Wanneer een ontvanger een andere master krijgt is na het binden de oude zender voor hem een onbekende.

### Combinatie systemen.

In de overgangsfase van 35MHz naar de 2,4GHz kwamen meerdere leveranciers met een oplossing om de bestaande hoogfrequent zendmodule te vervangen door een exemplaar voor de nieuwe golflengte. Voor eigen merk maar ook die van de concurrentie. Door het verwisselen van deze module kon de zender dus op beide frequenties worden ingezet. Aan de rest van de zender hoefde niets aangepast te worden. Anders dan bij de oude frequentie moest de nieuwe ontvanger wel van hetzelfde merk zijn als van de fabrikant van de HF-module vanwege de hieraan gekoppelde code. Tegenwoordig is bijna iedereen overgegaan naar een originele 2,4GHz zender.

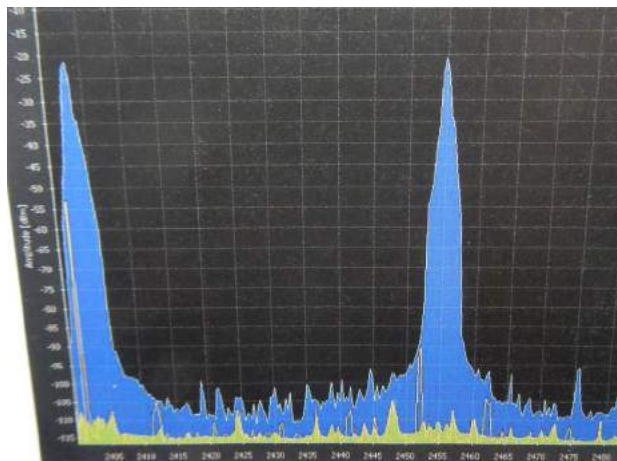
### Systeem met IFS.

De eerste 2,4GHz zender van Graupner werkte met het IFS (Intelligent Frequency Select) systeem. Zender en ontvanger communiceren afwisselend met elkaar via een vast frequentiekanaal als een bi-directe verbinding (Up- en Down link). Als de ontvanger een storing constateert geeft hij dit aan de zender door, waarop deze een nieuw vrij kanaal kiest en dat vervolgens weer aan de ontvanger meldt. De ontvangers waren voorzien van een markant uitstekende antenne. Volgens Graupner was IFS een systeem met frequentiehoppelen, was het echter niet. Het voldeed daardoor niet aan de Europese norm en mocht daardoor maar met 10mW zenden (dit vermogen geldt voor speelgoed). De zender had een keuze om het vermogen tussen de 20mW en 100mW in te stellen (opmerkelijk genoeg geen 10mW!). Veel vliegers voelden zich belazerd en toen ook duidelijk werd dat er veel modellen door storing crashten was het snel afgelopen met dit systeem. Oorzaak van het crashen was het onvermogen van dit systeem: bij een storing kon de ontvanger niet aan de zender doorgeven dat er een nieuw kanaal gekozen moest worden, het contact was immers verbroken! Graupner is daarna met het HoTT (Hopping Telemetry Transmission) systeem met modulatie FHSS op de markt gekomen.

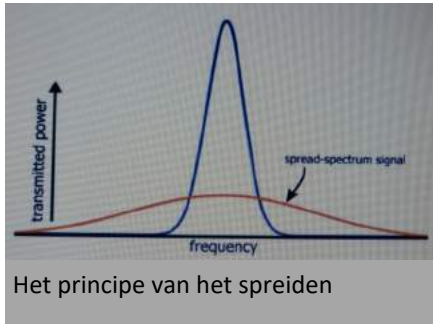
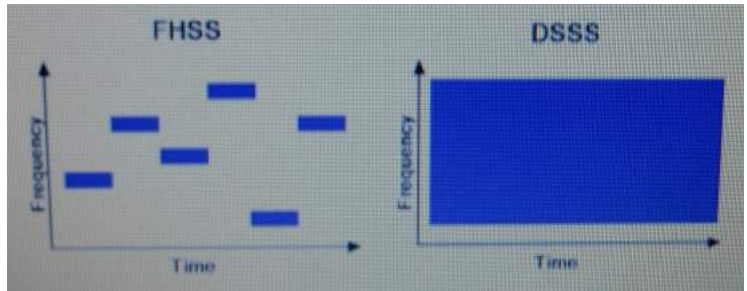


### Het DSSS System .

De firma Horizon (vroeger JSB) was met de Spektrum DX-zenders als eerste met dit DSSS systeem (Direct Sequence Spread System) op de markt. Hier wordt eerst gekeken welke kanalen nog niet bezet zijn, het zogenaamde LBT (Listen Before Talk). Na het inschakelen van de zender zoekt deze 2 vrije kanalen op en zet ze vast. Daarna maakt hij verbinding met de hoofdontvanger waaraan tenminste 1 en max. 4 stuks satellietontvangers worden gekoppeld om een nog betere ontvangst te verkrijgen. De bandbreedte van de beide kanalen is 1MHz, dus het aantal vliegers zou dan maximaal 42 kunnen zijn. In de praktijk echter kunnen dat er echter veel meer zijn t.g.v. verschillende spreidingscodes en maatregelen tegen storing. Om de naar de ontvanger te zenden data te beschermen tegen storing wordt het signaal gespreid. De WLAN-chip zorgt ervoor dat het signaal een veel grotere bandbreedte heeft dan de informatie die ze omvatten (de pseudo-ruis generator). Dit ruisachtig signaal is moeilijk te detecteren, te onderscheppen of te storen. De informatie stroomt binnen in bits, terwijl de pseudo-ruis generator veel sneller werkt en een snelle serie bits produceert. Deze worden chips genoemd. De informatie bits worden dan gemoduleerd met het signaal uit de generator en zo ontstaan voor elke informatie bit, meerdere chips die deze informatie bit bevatten. Aan de ontvanger zijde worden alle chips ontvangen en aangezien dezelfde pseudo-ruis code



(Sequence) gebruikt wordt als in de zender, kent de ontvanger het chipsignaal. Hierdoor weet de ontvanger welke informatie bit in welke reeks chips zit en kan de informatie uit de chips gedemoduleerd worden. Als er tijdens de transmissie hier en daar een chip verloren zou gaan door ruis of andere invloeden is dit niet zo erg omdat dezelfde informatie ook nog in andere chips vervat zit. Bovenstaand datatransport gebeurt met het maximale zendvermogen op de beide vaste frequentiekanalen (Dual-Link-Technology). Verder wordt gekeken welk van de totaal 4 (of meer) antennes het beste signaal geeft (diversity). Op dat kanaal wordt de volgende data verzonden. De frame-rate time bedraagt ongeveer 10ms. Met behulp van FDMA (Frequentie Division Multiplex Access) kan het aantal vliegers bij DSSS door simultaan gebruik verviervoudigd worden (als iedereen een Spektrum zender gebruikt).



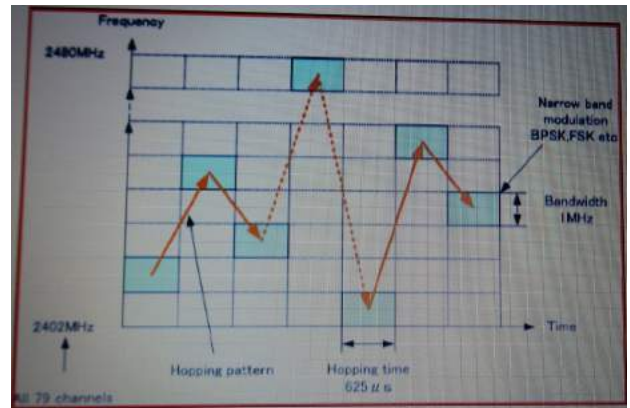
Het principe van het spreiden

Bij de introductie van de eerste Spektrum zenders in Europa bleven ze op de plank liggen doordat de zendvoorschriften hier afwijken van die in Amerika en Azië. In Europa wordt gekeken naar het maximale zendvermogen van 100mW terwijl elders deze waarde als een gemiddelde wordt behandeld. En aangezien de zender tenminste 50% van de tijd niet aan het zenden is, was het vermogen dus minimaal 200mW. Er werd gesproken dat je met een magnetron op je buik vloog. Hoe gezond is dat? Maar de huidige Spektrum zenders hebben nu een CE-goedkeuring.

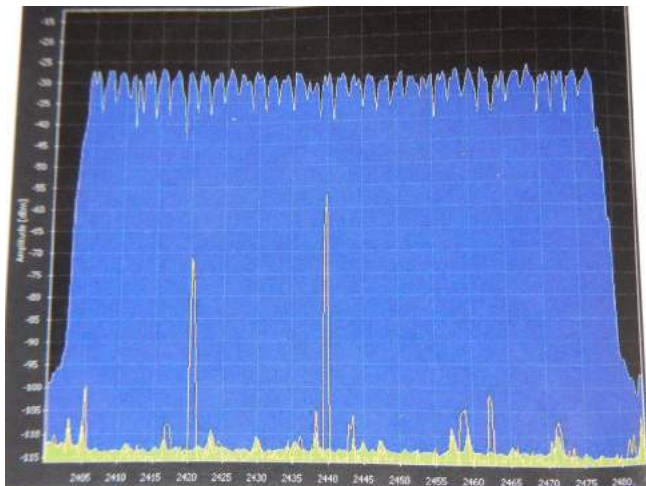
**Het FHSS system.**

Bij FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) springt het informatiesignaal eenvoudigweg van de ene frequentie naar de andere over de volle bandbreedte. Dit systeem gaat storingen niet uit de weg maar accepteert ze. Iedere seconde krijgt de ontvanger ongeveer 100x verse data toegestuurd, waardoor het stoorsignaal niets te betekenen heeft. De tijd dat het systeem op een bepaalde frequentie blijft wordt de "dwell time" genoemd en is gewoonlijk minder dan 10ms. En van deze 10ms wordt slechts 2ms gezonden, de overige tijd wordt gepauzeerd voor gegevensverwerking en het ontvangen van de retourdata van de ontvanger.

Aangezien de zender dus constant van frequentie wijzigt moet de ontvanger op elk moment weten op welke frequentie het signaal zich bevindt. Dit wordt afgehandeld door het synchronisatiesysteem in de ontvanger. Hierdoor is een frequency-hopping signaal ook niet te onderscheppen door conventionele ontvangers. En als er zich op een frequentie die gebruikt wordt door het systeem een stoorzender bevindt is dit niet zo erg. Aangezien het signaal maar een fractie van de tijd op deze frequentie aanwezig is, zal er dus maar weinig informatie verloren gaan. Meestal zijn er 39 kanalen met een bandbreedte van 2MHz beschikbaar of 79 kanalen van 1MHz. Door het hopping-algoritme simultaan te gebruiken CDMA (Code Division Multiplex Access) is het mogelijk het aantal gebruikers aanzienlijk te vergroten. Er kan dan simultaan worden gevlogen. Het frequentiekanal wordt zoals gezegd maar tijdelijk gebruikt om te zenden. In de niet benutte tijd kunnen anderen dus ook van dit kanaal gebruik maken. De zenders dienen wel van dezelfde fabrikant komen. FHSS kan interferentie veroorzaken met aangrenzende DSSS-systemen.



Zowel bij FHSS als bij FASST zijn er eenvoudige ontvangers met slechts 1 antenne. Het is nodig om de zender te zeggen of de ontvanger waar hij mee te maken krijgt 1 of 2 antennes heeft, dus welke modulatie (bij Futaba de keuze tussen 7-kan. en multi). Bij 1 antenne wordt deze in 2 richtingen gebruikt, dus bi-direct. Eerst worden data met de zender naar de ontvanger gestuurd, daarna zendt de ontvanger gegevens terug naar de zender. De ontvanger met 2 antennes is een dubbele ontvanger (Dual-Link techniek) en krijgt dus in principe 2x dezelfde data binnen. Alleen kan door storingen de kwaliteit van de data verschillen, daarom wordt met het duidelijkste antennesignaal gewerkt (antenne-diversity). De andere antenne wordt vervolgens gebruikt om eventueel gegevens weer retour te sturen zoals telemetrie data.



**Het FASST system.**

Futaba heeft voor het FASST (Futaba Advanced Spread Spectrum Technologie) gekozen. Dat werkt met het frequentie hoppende FHSS systeem gecombineerd met

de voordelen van DSSS. De beschikbare bandbreedte van 72MHz wordt opgedeeld in kanalen van ongeveer 2MHz breedte. Totaal kunnen er maximaal 36 vliegers hier gebruik van maken, nr. 37 krijgt geen toegang (alle frequenties zijn dan bezet!). Tegenwoordig biedt Futaba ook zenders aan met alleen het FHSS systeem. Dit biedt ook ruim voldoende betrouwbaarheid en is goedkoper.

### Storingen en reikwijdte.

De reikwijdte van de zender wordt bepaald door het zendvermogen, de gevoeligheid van de ontvanger en de achtergrondruis (thermische ruis). De storingen worden verdeeld in externe- en eigen storingen die gezamenlijk de ruis behelzen.

De externe storingen worden o.a. veroorzaakt door absorptie van het antennesignaal in de vliegomgeving. Dit kan het landschap zijn: de aanwezigheid van bosjes, bomen, maisvelden, een mineraal houdende bodem, enz. Deze storingen nemen toe naarmate de ontvanger zich verder van de zender verwijderd. Een vochtige omgeving zal ook de reikwijdte verminderen evenals reflectie door aanwezige auto's, metalen hekwerken of afzettingsdraden. Houd hier dus voldoende afstand van! Zelfs de zon en de maan zorgen voor externe ruis.

Eigen storingen worden veroorzaakt door de gebruikers van deze 2,4GHz band. Gelukkig zal je maar weinig WiFi, magnetrons, babyfoons, garagedeuropeners of routers op ons vliegerrein aantreffen. Wel aanwezig zijn de collega vliegers. Deze veroorzaken de meeste storing. Maar omdat hier goede gebruikersafspraken mee zijn gemaakt verankerd in het zendsysteem, is de optredende storing minimaal. Mooi is dat de maximale sterkte van ons zendsignaal hetzelfde is. Toch zitten we elkaar zo nu en dan in de haren door gelijktijdig op hetzelfde frequentiekanaal uit te zenden, waardoor data niet bij de ontvanger aankomen. Op zich geen ramp, maar wanneer dat aansluitend vaker voorkomt kan dat vervelende gevolgen hebben. De kans hierop wordt groter als er veel vliegers tegelijk in de lucht zijn. Met 10 piloten zullen de storingen bijna niet te merken zijn, alleen de besturing reageert wat trager. Maar zelf zou ik niet meer met 40 andere vliegers de lucht in willen gaan. Een ander probleem wordt dan om jouw model te volgen: gaat vaak mis. Heeft niets met de apparatuur te maken, maar is fysisch.

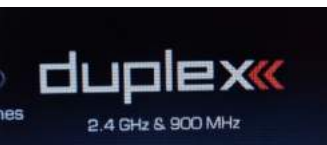
Om een signaal van je zender te kunnen ontvangen moet deze het totaal van deze 2 typen storingen, de achtergrond ruis, dus overtreffen. Dit is dus de ondergrens van de reikwijdte en is ongeveer 10dB groot. Deze eenheid is dus een verwijzing naar het hoorvermogen van de ontvanger van de "stem" van de zender. Voor een goede ontvangst dient het ontvangen zendsignaal 10x luider (op een logaritmische schaal) zijn dan de ruis.

### Fail-Save.

Het is altijd verstandig om rekening te houden met onverhoopte storing. Op het moment dat het contact tussen zender en ontvanger wegvalt volgt de ontvanger de vooraf de door de zender gegeven instructies op. Dat kan voorkomen dat je model de grond induikt. Met de Fail-Save kan je bijv. de motor en de spoiler of remklappen uitzetten, tevens met het hoogteroer wat up bijgeven. De snelheid wordt zo beperkt en het risico ook.

### Telemetrie.

Voor de terugkoppeling van ontvanger naar de zender met data van de aangesloten sensor(en) kan de niet gebruikte diversity-antenne worden benut. Alleen bevindt de zender van de piloot, nu dus in ontvangstmodus, zich in een heel vijandige omgeving. De zenders van alle vliegvrienden veroorzaken zoveel storing dat de data van de telemetrie sensoren moeilijk te ontvangen is. Bij DSSS kan dit heel problematisch zijn wanneer de frequentie van je buurman net naast die van jou ligt. Als jouw model tevens een eind van je verwijderd is wordt de ontvangst praktisch nihil. Waarschijnlijk is het niet nodig om ieder moment te weten wat je hoogte, stijg- of daalsnelheid is, het blijft vervelend. Bij de FHSS zal je veel minder last van storingen hebben door het hoppen, maar ook hier is de retourreikwijdte stukken minder dan die bij het zenden. Voor het vliegen met dure modellen waar echt behoefte is aan de telemetriegegevens wordt aanbevolen om geen gebruik te maken van de 2,4GHz, maar om de oude 70cm band (433-466MHz) te benutten om bruikbare signalen te kunnen ontvangen. Er is al een zender op de markt waar voor de terugkoppeling de 900MHz band wordt gebruikt.



### Veiligheid.

De veiligheid (en betrouwbaarheid) bij het vliegen bepalen we grotendeels zelf. Ten eerste door alle afspraken met onze medevliegers te respecteren. Maar ook bij het inrichten van ons model: de 2 antennes van de ontvanger moeten mogelijk een hoek van 90 graden maken en liefs minimaal 1/2 golflengte (ca. 6,1cm) uit elkaar staan. Als het kan niet evenwijdig aan de reflectoren in het model zoals servo's, regelaar, kabels en stuurstangen. Algemeen bekend is dat de antennes buiten een koolstof romp moeten worden geleid. Richt de antenne van de zender nooit op het model, deze moet daar dwars op staan. Zorg ervoor dat de ontvanger altijd de zender moet kunnen "zien". Dus nooit achter iemand gaan staan en ook niet achter bomen of andere hindernissen vliegen. Houd voldoende hoogte boven de grond, anders krijg je last van een verhoogde zendsignaal absorptie. Het vasthouden van de zenderantenne is ook uit den boze.

Er dient wel rekening mee worden gehouden dat de ontvangers een hoger stroomverbruik hebben. Dus niet



Het zou zo maar waar kunnen zijn: De bewezen reikwijdte van mijn zender ligt tussen de nul en 6000 meter. Onder reikwijdte wordt verstaan dat jij als gezagvoerder de controle hebt over jouw model, dus dat deze luistert naar jouw stuurbevelen.

Laatst ben ik op die mooie, hete dag gaan vliegen. Was alleen op het veld en kwam al snel met mijn electromodel in een enorme thermiekbel terecht. De kist spoot werkelijk omhoog. Was erg benieuwd naar de reikwijdte van mijn zender. Niet aan de maximale hoogte van 300m gedacht, was even alleen met mijn vliegtuig bezig. De hoogtemeter gaf al snel 500m aan, daarna werd de thermiek steeds maar heftiger. 600m, 650m, 700m, alsmar hoger. Ik kreeg een stijve nek van het omhoog kijken. Het contact met mijn model verliep feilloos, alleen kon ik mijn kist steeds moeilijker zien. Van de 3m spanwijdte resteerde slechts een streepje in de lucht van ongeveer 4mm, van romp en stabilo niets meer te zien. Ik knipperde even met mijn ogen, daarna was ik mijn vliegtuig kwijt, onvindbaar. Gelukkig had ik mijn voorgeprogrammeerde fail-save nog. De hoogtemeter liet zien dat mijn kist moeite had met omlaag komen, maar toch kwam hij langzaam naar beneden. Na enkele minuten zag ik een heel klein stipje verschijnen: mijn vliegtuig. Ik was blij toen het naast me op de grond stond. Hield er alleen een stijve nek aan over. De bereikte hoogte was ruim 700m, de bewezen reikwijdte van 6km is dus eigenlijk de gelezen max. hoogte van 719m. Maar hoop nooit meer zo hoog te vliegen, is verboden en is ook niet leuk!

Een aantal dagen later ging ik weer met mijn 3m electro zwever vliegen. Nu was zowat de hele vliegclub op het veld aanwezig, blij dat de hitte voorbij was. Jammer dat het nevelig weer was. Vanwege mijn nog steeds stijve nek hield ik mijn kist bewust laag boven de grond. Probeerde achter een verderop staande grote boom langs te vliegen. De afstand had ik goed ingeschat, het model verdween achter de kruin. Daarna had ik geen contact meer met mijn vliegtuig, kon hem ook niet meer zien. Hij kwam dus niet meer tevoorschijn. Een clubgenoot vertelde mij later dat ik ineens met butterfly naar beneden was gekomen, dus met de fail-save. Op dat moment had ik nul reikwijdte. Dat is wel bewezen!

alleen voor het bewegen van de servo's, ook het zenden van data naar de zender is erbij gekomen. Veel vliegers willen hun vleugelbelasting zo laag mogelijk houden, gaat meestal ten koste van de capaciteit van de vliegaccu. Pas ook op dat als meerdere servo's tegelijkertijd worden bewogen dit een forse aanslag doet op de resterende beschikbare stroom. Dat kan tot een totale uitval van de voeding leiden. Controleer regelmatig de nog beschikbare accuspanning. Zorg ervoor dat alle stuurkabels soepel kunnen bewegen. Een verdeling van de servoweg in 256 stapjes (8 Bit) is normaal gesproken voldoende en is vaak de standaardinstelling.

Onze eigen veiligheid komt volgens de wetenschappers niet in gevaar. Het zendvermogen van onze 2,4GHz zender is minder dan die van de ongevaarlijk geachte mobieltjes. In Amerika wordt wel gewaarschuwd voor mogelijke gezondheidsproblemen. Maar zoals eerder gezegd hanteren ze daar het gemiddelde zendvermogen wat een stuk hoger ligt.

## Welke zender?

Nieuwkomers bij onze vliegclub vragen vaak welke zender ze het beste kunnen aanschaffen.

1. Dan is de wedervraag: wat wil je ermee gaan doen, dus met wat voor modellen wil je nu of in de nabije toekomst gaan vliegen. Hoeveel functies moeten er worden aangestuurd. Een 6-kanaals zender is meestal al heel geschikt. Daarmee kan richting, hoogte, rolroeren, motorregelaar en flaps of spoilers worden gestuurd met gebruik van wat Y-kabeltjes.

2. Welk merk is het beste? Ook deze vraag is makkelijk te beantwoorden: eerst kijken waarmee de overige clubleden vliegen. Kan je antwoord op vragen krijgen. Het eenvoudig en te begrijpen programmeren van de zender is heel belangrijk. Recensies op internet van zenders zijn ook leerzaam. Goedkope apparatuur van Chinese makelij is vaak onbetrouwbaar en moeilijk te programmeren. Losse batterijen voor de voeding zullen na verloop van tijd crashes op gaan leveren. Heeft de zender wel een Europees CE-keurmerk?



3. Kies de zendermode die bij de vliegclub wordt gebruikt, wij vliegen bij de MCZ allemaal mode 1. Doe niets overhaast, je kunt eerst eens kijken of je deze hobby echt leuk vindt en samen met onze leden met hun modellen vliegen of een clubkist lenen waar je onder begeleiding van onze instructeurs kunt leren vliegen.

4. Vaak is het onduidelijk hoeveel kanalen een zender heeft. De fabrikant vermeldt dat meestal op de zender, zoals hier te zien op de zender MX16 van Graupner en de DX8 van Spektrum. In deze getallen worden functies en kanalen (lees servo-ingangen op de ontvanger) door elkaar gehaald. In de begintijd van de afstandsbesturing gaf het aantal functies de mogelijkheid aan: met 2 kanalen kon je onafhankelijk zowel links of



rechts sturen. Een 3-kanalen zender had een extra drukknop waar bijv. afwisselend hoog- en laagsturen mogelijk was. Graupner vermeldt dus altijd het aantal functies, terwijl Spektrum met het aantal kanalen werkt. Dus de MX16 is een 8 kanalen zender!



5. Voor complexere modellen zijn er steeds meer (duurdere) zenders op de markt gekomen waarbij veel aandacht is geschonken aan de betrouwbaarheid. Bijv. op het gebied van de ontvanger /servo voeding of zelfs een dubbele (dual) ontvanger met 4 antennes.

### Een kort slotwoord

Toekomstige zenders zullen door de ontwikkeling van de te gebruiken componenten steeds betrouwbaarder en sneller worden. Naar alle waarschijnlijkheid zal naast de 2,4GHz ook de vrij beschikbare 5,8GHz band worden gebruikt, waar de signalen over een grotere breedte zullen worden gespreid en met meer vermogen (200mW). Het aantal sensoren gekoppeld aan de ontvanger zal ongetwijfeld stijgen. Momenteel is er een tendens dat de besturing al deels uit handen wordt gegeven, het model wordt "automatisch" bijgestuurd zodat het ook bij hardere wind strak blijft vliegen. Autonoom vliegen is al mogelijk: met behulp van GPS kunnen al hele trajecten worden gevlogen, zelfs met automatische terugkeer naar het vertrekpunt zoals bij sommige drones. De regelgeving voor het gebruik van onze zenders staat momenteel ter discussie. Helaas zullen wij steeds minder de master van onze zender zijn, er zijn al dronezenders in de handel waar de overheid mee aan het programmeren is geweest (opgelegd aan de fabrikant). In de buurt van vliegvelden werkt daardoor de zender/ontvanger niet. Straks ook ingrepen bij maximale hoogte, afstand en ?