

## 2.4 GHz /35MHz Futaba FC-18 *door Patrick van Kooten*

### Inleiding

Steeds meer draadloze communicatie maakt gebruik van de ISM<sup>1</sup> band. Vooral in de consumenten elektronica vind je toepassingen als Draadloos Internet (WLAN), Bluetooth, Draadloze video overdracht, alarm systemen, afstandbedieningen etc. Overigens de knakworsten in de magnetron worden opgewarmd met 2.4 GHz hoogfrequent golven. En dan is er geen communicatie tussen knakworst en magnetron ☺.

De ISM band kan door iedereen vrij gebruikt kan worden mits wordt voldaan aan de regelgeving op spectrum niveau. (maximaal toelaatbaar zendvermogen, e.i.r.p (Effective Isotropic Radiated Power) en de restrictie dat je niet continu mag zenden. Zo krijgen andere draadloze systemen die werken in dezelfde frequentieband de kans ook iets te zenden en te ontvangen. We noemen dit ook wel coexistentie. Er zijn verschillende ISM banden (900 MHz, 2.4 GHz en 5.7 GHz) , maar ik wil alleen de 2.4 GHz band benadrukken, omdat in deze frequentie band ook de nieuwe modelbouw zenders opereren.

Ikzelf ben in het bezit van een Futaba FC-18 zender die normaal in de 35 MHz band zend. Futaba bied de mogelijkheid om de 35 MHz module te vervangen door een module met de nieuwe 2.4 GHz-technologie. De hierna volgende beschrijving toont de ombouw van een Futaba zender naar een 2.4 GHz zender.

### Zendmodule

De originele zendmodule werkt op 35 MHz. Afbeelding 1 toont een vergelijkbare module. Futaba bied de mogelijkheid deze zendmodule uit te wisselen met een 2.4 GHz module zoals is vermeldt. Afbeelding 2 toont een 2.4 GHz. Module.



Afbeelding 1 Futaba Zendmodule



Afbeelding 2 2.4 GHz zendmodule

Omdat ik deze technologie eerst aan de tand wil voelen ben ik op zoek gegaan naar een betaalbare vervanger voor een 2.4 GHz module van Futaba. Na enig speurwerk heb ik besloten een Assan “Hack” module te kopen wat mij de volgende voordelen biedt:

- Je kunt eenvoudig omschakelen naar 35 MHz (met wat electronica aanpassingen)
- 2.4 GHz antenne zit niet op de achterzijde van de zender (mogelijkheid om zender in pult te zetten zonder gaten te boren/ zagen)
- Niet telkens module verwisselen als je omschakelt van 2.4 GHz naar 35MHz en vice versa

---

<sup>1</sup> Industrial Scientific Medical

De “hack” module van het merk Assan heb ik besteld via de website:

[http://www.hobbyking.com/hobbycity/store/uh\\_index.asp](http://www.hobbyking.com/hobbycity/store/uh_index.asp)

Naast RF modules kun je hier ook eenvoudig Lithium Polymer accus bestellen. Heel eenvoudig een account aanmaken en je krijgt een paar weken later je bestelling netjes in huis. Wel noodzakelijk is een paypal account omdat dat het leven eenvoudig maakt. Afbeelding 3 toont een screen-capture van deze site.



Afbeelding 3 Website hobbyking

Naast deze RF “hack” module hebben we ook nog een ontvanger nodig. Ik heb gekozen voor een 6 kanaals type. Voor de bestaande modellen die ik in bezit heb is dit voldoende. De specificaties van de afzonderlijke componenten staan hieronder vermeldt:

### RF “Hack” Module specificatie



Range +800 mtr  
 FCC and CE approved  
 Freq=2.4 GHz

Afbeelding 4 RF Hack Module

## 2.4 GHz ontvanger

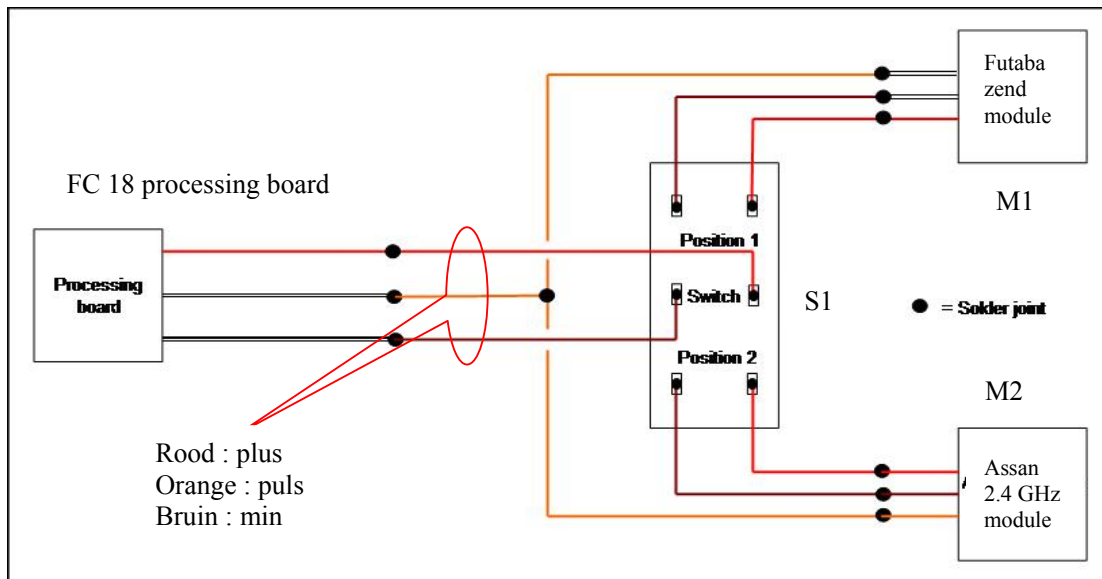


Afmetingen : 50x26x10 mm  
 Gewicht : 8 gram  
 Antenna : dipole (short)  
 Compatible : alle X8 systemen

Afbeelding 5 2.4 GHz ontvanger

## Schema

Het elektrisch diagram dat onder andere ook op het modelbouwforum te vinden is, is hieronder afgebeeld.

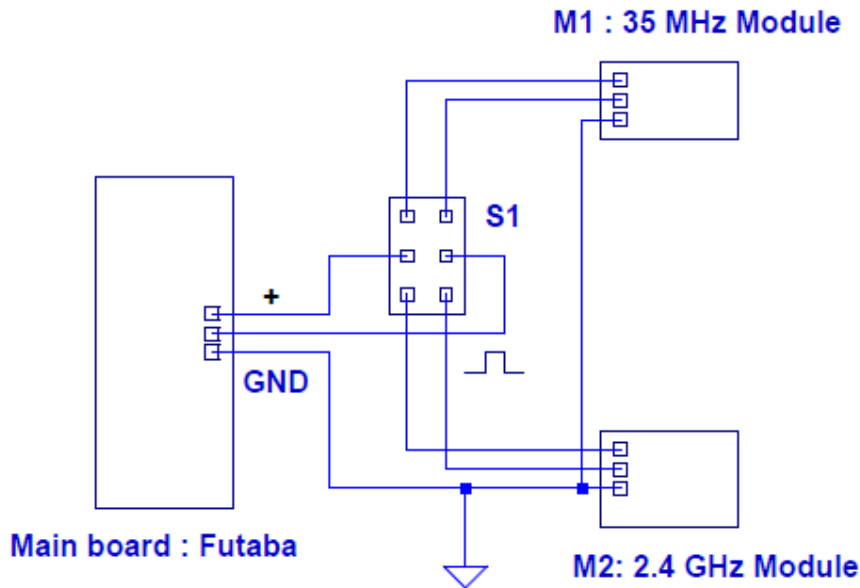


Hierin zijn de volgende componenten te onderscheiden:

Afbeelding 6 elektrisch schema

1. Processing Board : Printed Circuit Board in Futaba zender
2. Futaba Zend Module (35 MHz) [M1]
3. Assan 2.4 GHz Module [M2]
4. Dubbelpolige schakelaar [S1]

Het schema afgebeeld in afbeelding 6 is te vinden op verschillende modelbouw forums. Het voordeel van dit elektrisch schema is dat men eenvoudig kan omschakelen van de bestaande 35 MHz module in je zender naar de nieuwe 2.4 GHz module, zonder dat hiervoor de zender moet worden opengemaakt. Schakelaar S1 realiseert dit. S1 is een dubbelpolige schakelaar dat de voedingsspanning schakelt van respectievelijk M1 (35MHz module) naar M2 (2.4 GHz module). Het grote nadeel van dit schema is dat het puls signaal afkomstig van het processing board continue op beide zend modules staat. Hierdoor kan de inwendige electronica van de module die niet gevoed wordt stuk gaan. Immers er wordt wel een elektrisch signaal aangeboden, maar de ICs hebben geen voedingsspanning. Daarom heb ik dit schema iets anders in mijn zender uitgevoerd. Afbeelding 7 toont het nieuwe schema.

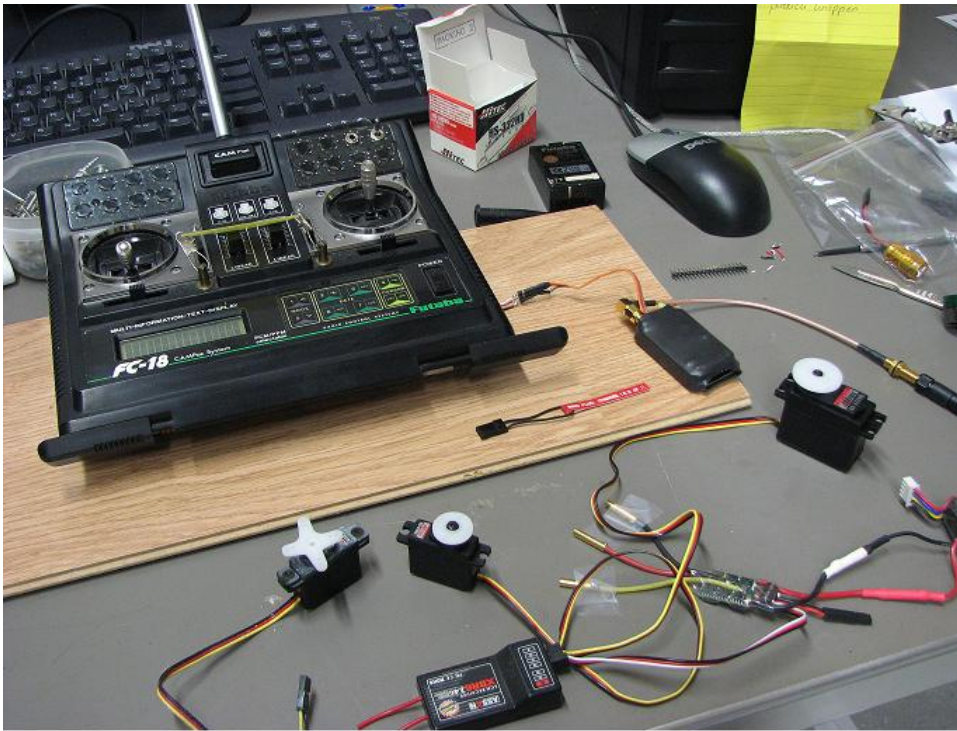


Afbeelding 7 Nieuw elektrische schema

## *Inbouw*

De inbouw van de hack module vereist enige kennis van electronica. Omdat het redelijk eenvoudig is de benodigde signalen te lokaliseren is toch zorgvuldigheid vereist. De benodigde tools zijn:

- Soldeerbout ; liefst met kleine punt Weller MLR-20 of vergelijkbaar type
- Soldeertin
- Striptang
- Dremel (slijpschijf en kleine boortjes)
- "Geduld" (in veel vakhandels te verkrijgen) ☺

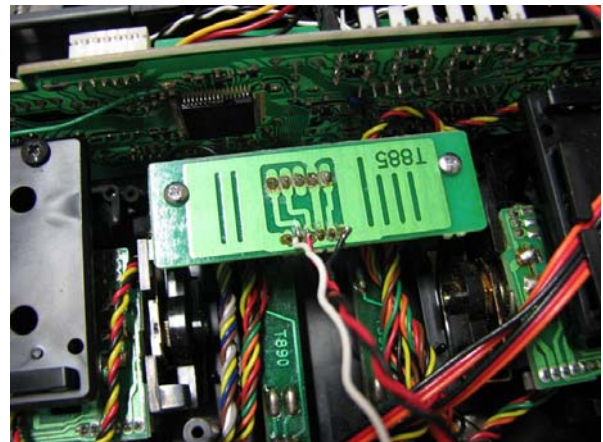


Afbeelding 8 Futaba FC18, Assan Hack module en ontvanger

De signalen (plus, puls, min) van het main board bevinden zich ook op de RF module printplaat. Via deze printplaat wordt normaal de 35 MHz module verbonden. De eerste test wordt uitgevoerd door een verbinding te maken vanaf deze printplaat naar de Assan Hack module. Afbeelding 9a en 9b toont deze aansluitingen op de achterzijde van de printplaat.

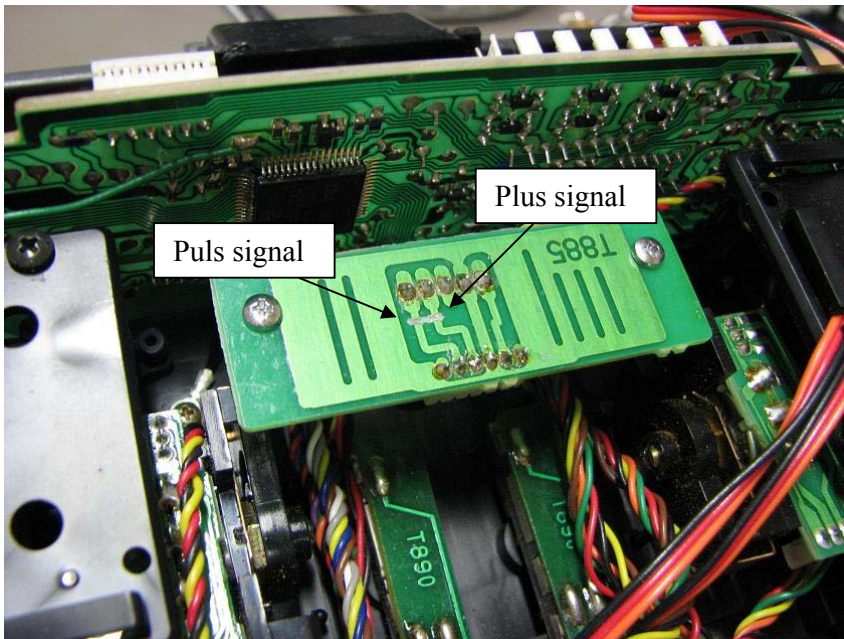


Afbeelding 9a



Afbeelding 9b

In afbeelding 7 is te zien dat zowel de plus als het puls signaal geschakeld moeten kunnen worden, via schakelaar S1. Daarom is het noodzakelijk de printsporen naar de 35 MHz module te onderbreken. Door een dremel te gebruiken is dit te realiseren. De onderbroken printsporen zijn te zien in afbeelding 10.

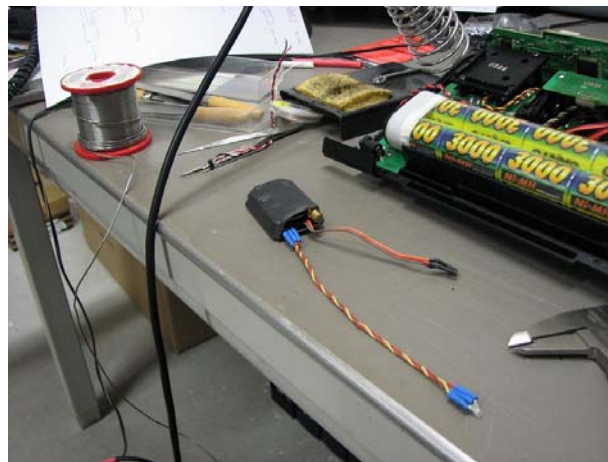


Afbeelding 10 : puls en plus onderbroken op de achterzijde van de printplaat.

De hack module van Assan bevat een signaal led. Deze is direct gemonteerd op de printplaat van de module zelf. Omdat de module later wordt ingebouwd is het prettig deze signaal led buiten op de zender zichtbaar te hebben. Dus de aansluitingen met wat draad verlengen. (Afbeelding 11a en 11b).

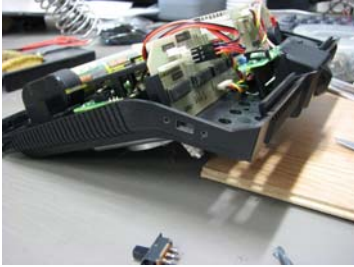


Afbeelding 11a Signaal led



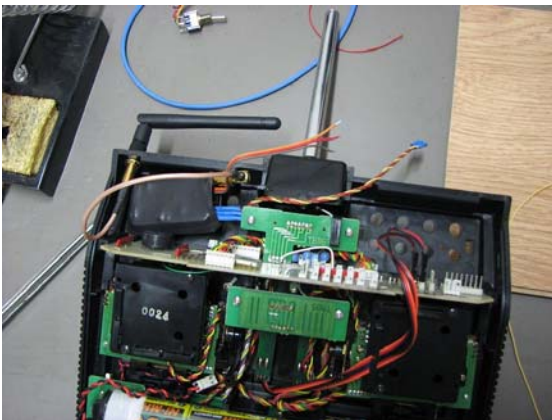
Afbeelding 11b verlengkabel

Vervolgens heb ik aan de zijkant van de zender een opening gemaakt voor de dubbel-polige schakelaar. Zorg ervoor dat de schakelaar nog goed vrij kan bewegen omdat er goed geschakeld moet kunnen worden tussen beide standen, 35 MHz of 2.4 GHz. Een combinatie van 35 MHz en 2.4 GHz tegelijk is niet aan te raden.



Afbeelding 12abc Inbouw schakelaar aan de zijkant.

De Assan module kan geplaatst worden in de zender net onder het uitbreidingspaneel. Het is natuurlijk wel afhankelijk van het aantal switches dat je er nu in hebt zitten. Gezien de ruimte in de FC-18 is er genoeg plaats voor de module. Ik heb gekozen om de ruimte linksboven in de zender te benutten. Het voordeel hiervan is dat je de coax aansluiting tussen module en 2.4 GHz. zend antenna kort kunt houden.



Afbeelding 13ab Assan zend module in zender ingebouwd.

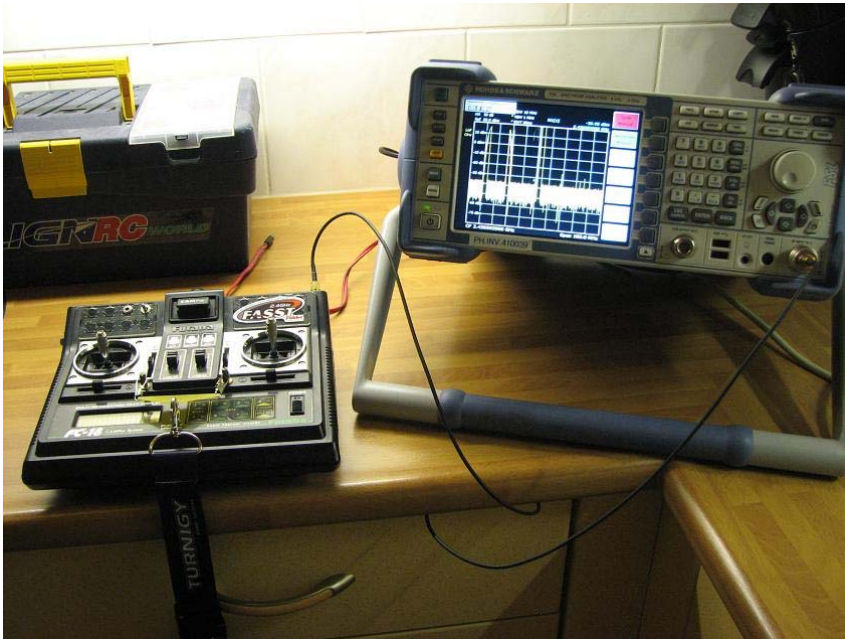
Als alle draden zijn aangesloten en de module met dubbelzijdig plakband bevestigd is, kan de zender weer gesloten worden. Afbeelding 14 toont de zender klaar voor gebruik.



Afbeelding 14 Zender klaar voor gebruik.

## Testen

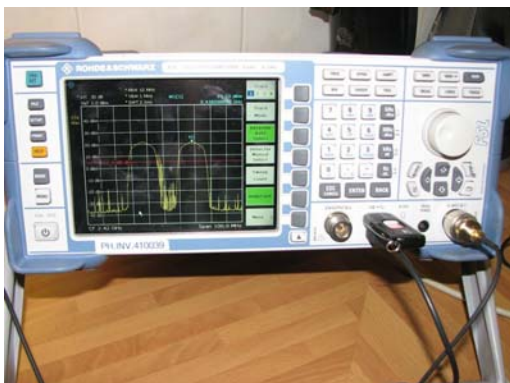
Omdat er veel discussie was over het gebruik van het frequentie spectrum van de Assan modules heb ik besloten wat metingen te doen, waarbij ik gebruik heb gemaakt van een spectrum analyzer. Ik heb een conducted meting uitgevoerd om zo mijn draadloze internet verbinding te negeren. WLAN werkt namelijk ook binnen dezelfde frequentieband. De opstelling voor deze conducted meting is in afbeelding 15 te zien.



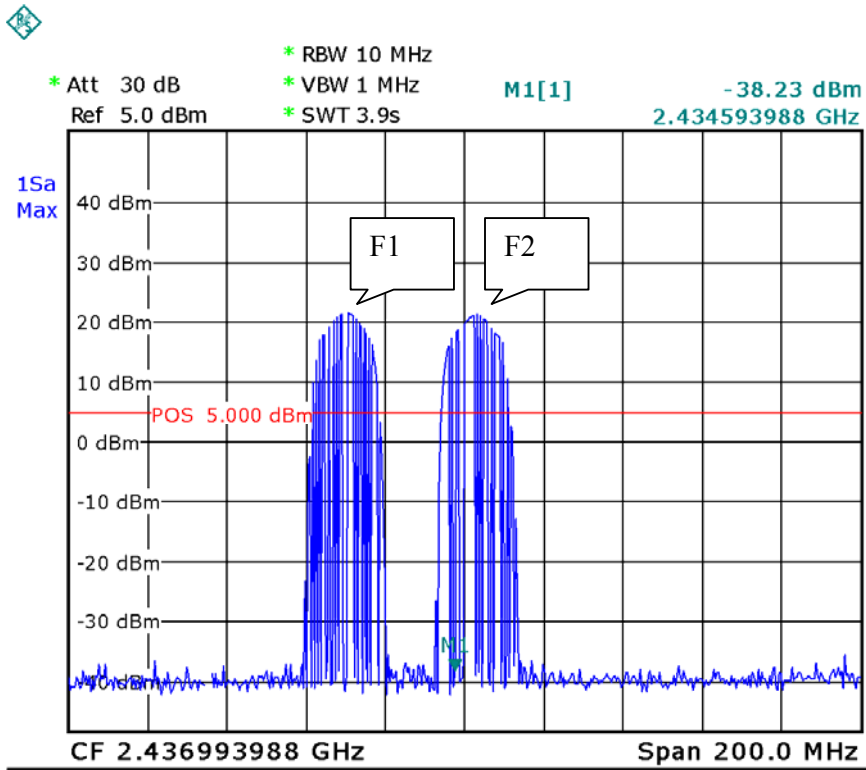
Afbeelding 15 Conducted meting via 50  $\Omega$  coax cable

## Bevindingen

De spectrum analyzer toont dat de Assan module gebruik maakt van frequentie hopping. Door de spectrum analyser in te stellen op Max. hold functie kan ik de gebruikte frequenties op de analyzer zichtbaar maken. De afbeeldingen hieronder tonen de meetresultaten.



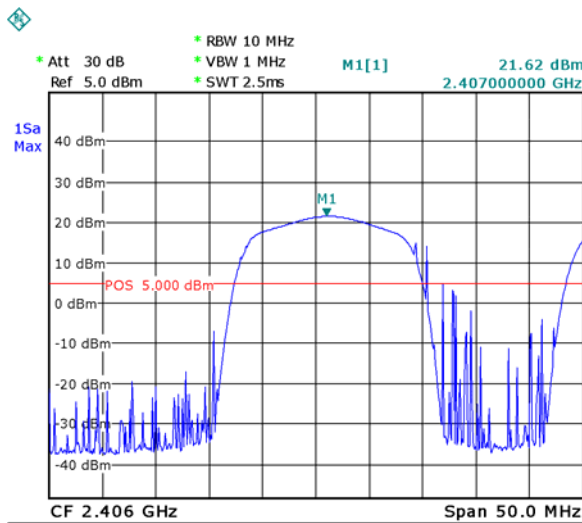
Afbeelding 16 Spectrum van Assan Module



Date: 22.OCT.2009 22:21:33

Afbeelding 17 Frequency hopping over two channels

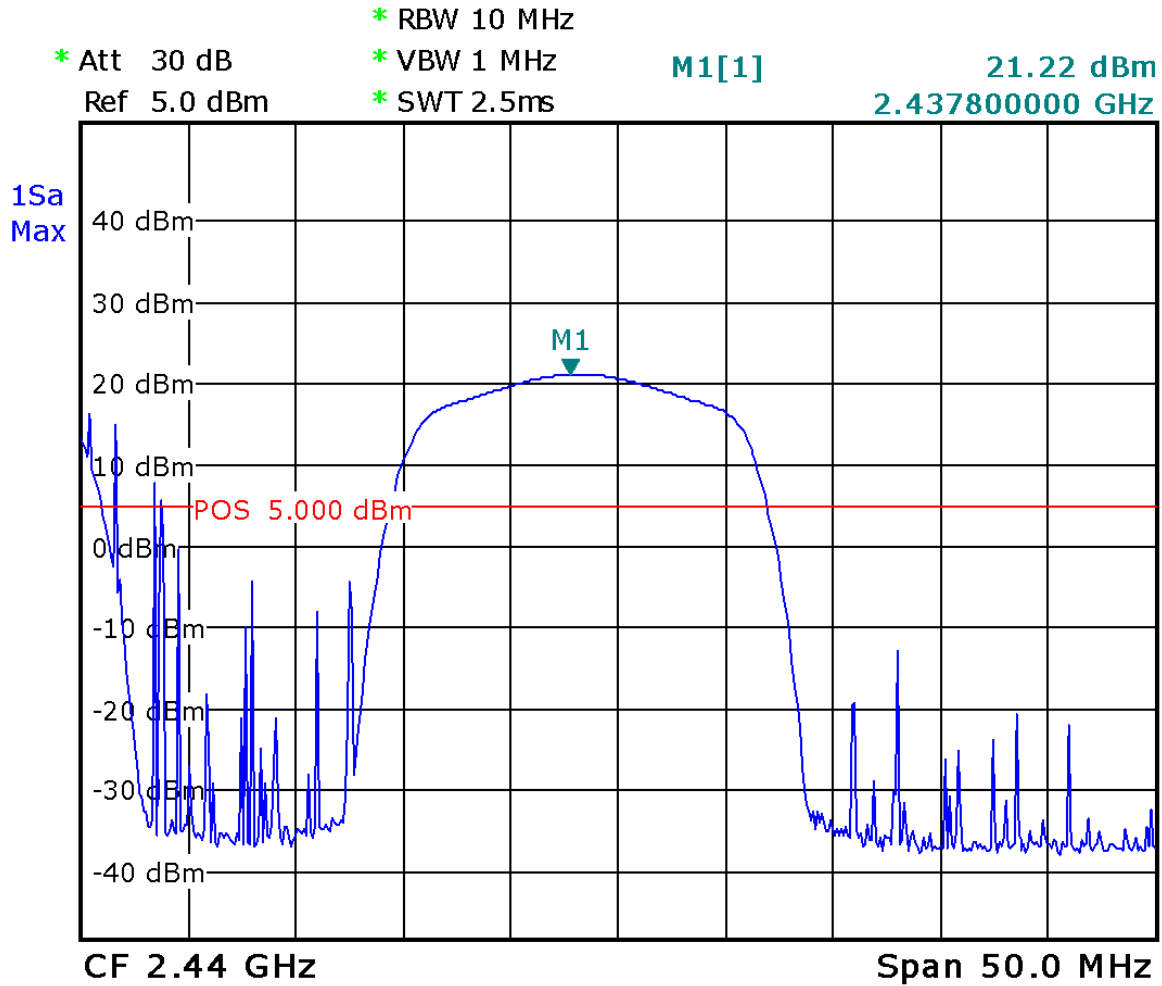
Duidelijk is te zien dat de Assan module twee frequenties benut. F1 en F2 heb ik nogeens opnieuw gemeten om te kijken waar de carriers precies liggen. De afbeeldingen 18 en 19 tonen dit in meer detail.



Date: 22.OCT.2009 22:27:43

Afbeelding 18 F1carrier= 2407 MHz





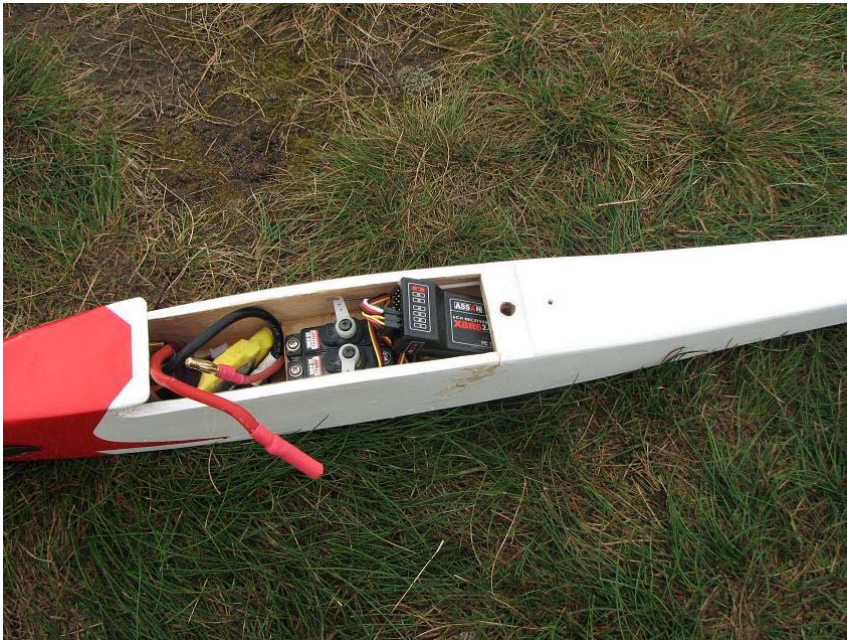
Date: 22.OCT.2009 22:29:03

Afbeelding 19 F2carrier= 2437 MHz

### *Free space test*

Om de voordelen van een 2.4 GHz systeem zelf te kunnen ervaren heb ik een van mijn modellen uitgevoerd met een 2.4 GHz ontvanger. Ik heb er bewust voor gekozen de ontvanger helemaal in de romp te leggen. De kleine, relatief korte, antenne's van de ontvanger lagen bij deze test precies tussen de twee stuurstangen gemaakt van staal voor respectievelijk hoogte -en richtingsroer. Eerst een reikwijdte test gedaan, waarbij de modelromp bewust laag bij de grond gehouden is. Na 100 mtr was alles nog bestuurbaar. De invloed van reflecties via de grond, die je normaal bij 35 MHz ervaart waren niet merkbaar.





Afbeelding 20 2.4 GHz receiver in model



Afbeelding 21 2.4 GHz test



Afbeelding 22 low pass test

Nadat het model naar een hoogte van ongeveer 150 mtr was gebracht kreeg ik een goede indruk van deze nieuwe technologie. Voorheen had ik op bepaalde plaatsen boven de heide zogenaamde kleine interferenties. Hierdoor had ik bijvoorbeeld even een korte motorloop, of heel even een kleine storing op hoogte roer. Vooral laag bij de grond speelt dit nog wel eens op. Nu was alles goed bestuurbaar, zonder ook maar enige vorm van interferentie ; werkelijk echt een vertrouwt gevoel !!

## Conclusie en vervolgtesten

De Assan module heeft mij de mogelijkheid geboden om op een goedkope manier mijn bestaande zender om te bouwen naar 2.4 GHz. Ik heb er bewust voor gekozen om de zender omschakelbaar te maken. Hierdoor is het niet noodzakelijk direct al mijn modellen uit te moeten voeren met 2.4 GHz ontvangers.

De meeste originele Futaba zendmodules voor 2.4 GHz moeten in plaats van de oude 35 MHz module in de zender gestoken worden om de upgrade naar 2.4 GHz te maken. Met de Assan module is dit niet nodig. De interne opbouw van de Assan module zal vergelijkbaar zijn met de modules van Futaba. Tevens brengt Jamara vergelijkbare modules op de markt, alsmede de ontvangers. Het lijkt voor de hand dat Jamara met hun JUMP systeem dezelfde modules gebruikt als Assan.

Interessant is nog om het gedrag en frequentie spectrum te meten als er interferentie in de vorm van 2.4 GHz signalen is. Deze test kan relatief eenvoudig gedaan worden door bijvoorbeeld een sterke WLAN zender in de buurt te zetten. Omdat ik het Assan systeem thuis heb uitgetest, waarbij ook WLAN verkeer aanwezig was, vermoed ik dat de invloed klein is. Protocol technisch houdt WLAN rekening met andere "buren" in dezelfde frequentieband. Dit noemen we co-existentie. In het protocol van WLAN (IEEE 802.11.b/g) wordt het mechanisme van "listen-before-send" gebruikt. Dit betekent dat een zender eerst luistert of hij kan zenden. Indien ok, dan pas wordt er een bericht verstuurd. Als de zender merkt dat er reeds een zender actief is in de deze band, dan wordt er een random timer gestart en als deze afloopt probeert de zender het opnieuw. Zo wordt voorkomen dat er botsingen ontstaan.

De vervolgtesten zal ik waarschijnlijk niet in Nederland gaan doen. Op 10 januari 2010 vlieg ik namelijk naar Australië om daar te gaan wonen en werken. Dit is dan ook, voorlopig, mijn laatste artikel voor RMZC. Ik zal daar op zoek gaan naar een nieuwe vliegclub, maar probeer contact te houden met RMZC. Drie weken geleden trof ik in de buurt van mijn nieuwe woonplaats het onderstaande bord aan. Ik zal eens kijken of ik daar in de loop van de tijd verandering in kan gaan brengen...☺



Afbeelding 23 Kogarah sign.....

December 2009,

Patrick van Kooten