

Modulatiekwaliteit in FM.

en de impact ervan op gekoppelde repeaternetwerken...

Met de komst van de gekoppelde repeaternetwerken is er een issue boven water gekomen waar dringend moet aan gewerkt worden om het luistercomfort van de gebruikers te verhogen. Waar gaat het om ?

In Region 1 is de afspraak dat voor FM gebruik gemaakt wordt van **12,5 kHz kanalen**. Dit impliceert een **maximale frequentiezwaai van 3 kHz**. De bandbreedte van een FM transmissie wordt immers gegeven door tweemaal de som van de zwaai en de maximale modulatie frequentie, dus $2 \times (3\text{kHz} + 3\text{kHz}) = 12 \text{ kHz}$.

Bij de nieuwere generatie **Icom** zenders komt dit overeen met **filter setting 2**. Dit stelt niet alleen de bandbreedte van de ontvanger in maar ook de piekzwaai.

Bij **Yaesu en veel chinezen** komt dit overeen met **FM-Narrow**. Helaas staan de meeste toestellen ex-factory op FM-Wide dus dit vraagt een ingreep van de gebruiker, en als je deze niet in geheugen opslaat gaat het toestel steeds weer naar Wide als je aan de VFO draait.

Bij **Kenwood** is het erger gesteld. De meeste zenders staan ex-factory ingesteld voor de **Amerikaanse markt met een zwaai van 5-7 kHz**. Om de een of de andere duistere reden werkt bij Kenwood de Narrow setting alleen op 2 meter dus om dit te corrigeren moet je in het service menu gaan (bij veel toestellen door brug te leggen op de data connector) en de **zwaai bijregelen**.

Verder weg spreken van de microfoon heeft totaal geen zin. De begrenzer van het toestel moet correct ingesteld staan zodat er voldoende compressie op het modulatie signaal is, dat de verstaanbaarheid op zijn best is.

Zwaai meten was tot voor kort niet voor iedereen weggelegd. De **nieuwe Icom transceivers** hebben echter een **tooltje “audio scope” aan boord** waar je jezelf of een vriend on-air gemakkelijk kan mee helpen: als je deze audio analyzer start en instelt (op filter 2 uiteraard...) op een **level van -30dB** en een **sweep van 1ms/Div** dan krijg je op het schermje recht onder een verticale schaal te zien van 8 streepjes, waar elk streepje voor 0,5 kHz zwaai staat. **Zolang je modulatie dus binnen de 6 middelste streepjes blijft zit je goed.** Omdat het een SDR is zijn alle Icom's exact hetzelfde gecalibreerd.



Wanneer je toch meer dan 3 kHz zwaait ga je buiten je 12,5 kHz kanaalbreedte en stoor je de buurkanalen. **Wist je trouwens dat je ontvanger gevoeliger is op de Narrow band setting ?**

Tot zover de **gebruikers settings**. Als iedereen zich aan deze 3 kHz zou houden zijn we al een heel eind verder...

Het repeaterverhaal...

Wat is er nu aan de hand met repeaters ? Wel veel repeaters staan verkeerd ingesteld. Wanneer je met een correcte zwaai van 3 kHz in een repeater binnen gaat is het de bedoeling dat je met dezelfde zwaai buiten gaat. **De doorgangsversterking moet dus EEN zijn.** Wanneer je te hard zwaait op de ingang dan moet de repeater je signaal begrenzen tot 3 kHz. Dit resulteert dan meestal in een vervorming, maar dat ligt niet aan de repeater, die doet correct zijn werk, maar aan de gebruiker die te breed zwaait. Sommige repeaters als PI2NOS geven een versterking mee, en zijn dan ook nog eens veel te breed gezwaaid, waardoor mensen met een correct ingestelde zender (filter 2) een vervormd signaal te horen krijgen. Dit is een geheel foute ingesteldheid van de repeater beheerder.

Het wordt helemaal dol wanneer we repeaters beginnen te linken. Frequentiesynchrone repeaters zoals ON0BEL moeten heel minutieus ingesteld zijn op gebied van frequentie en zwaai anders beginnen ze zichzelf te storen, en dat is ook perfect in orde.

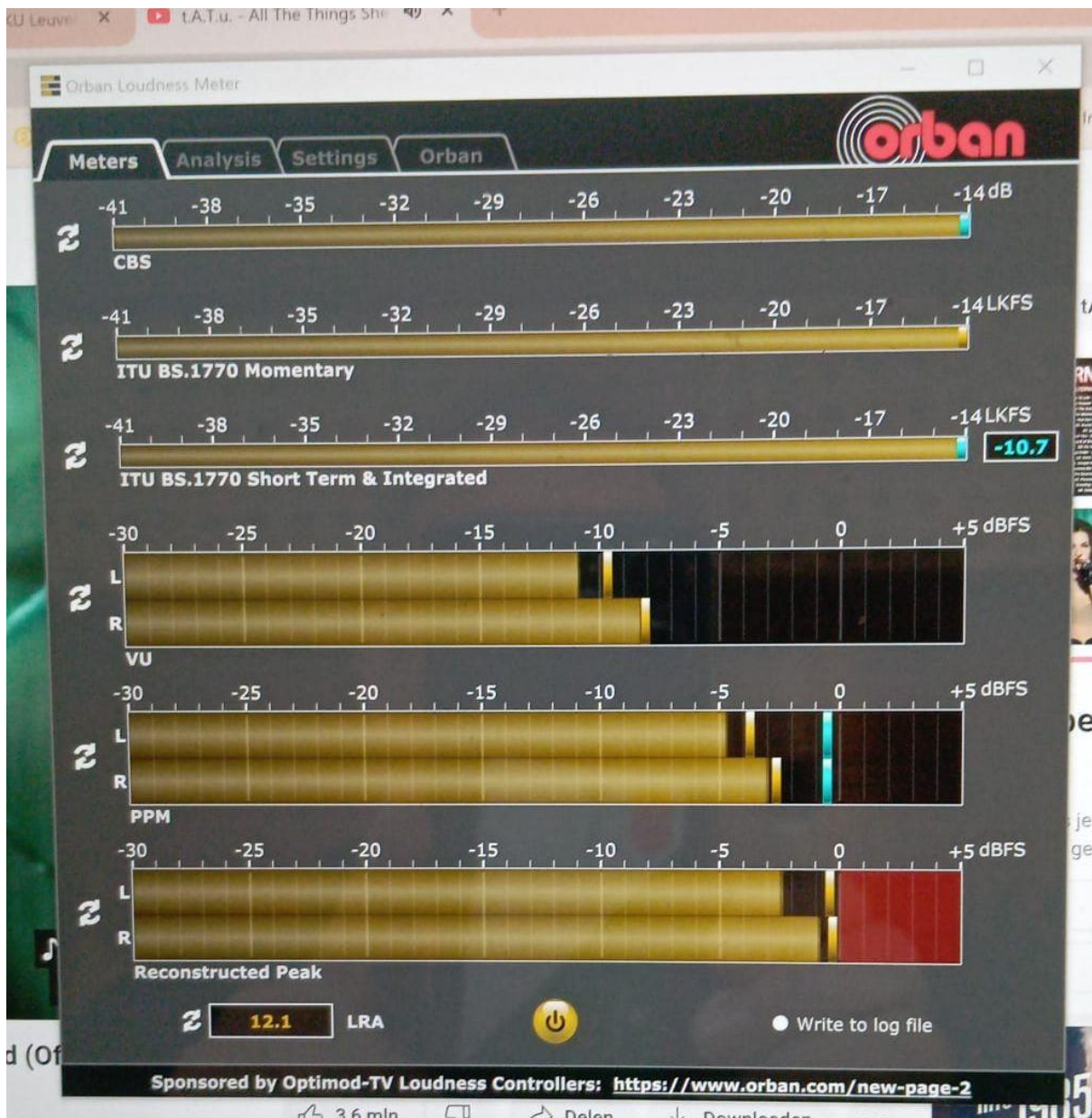
Analoge repeater netwerken daarentegen hangen aan elkaar via echolink en **iedereen doet maar wat.** De repeaters zelf staan soms al niet correct op 3 kHz, maar ook de signalen die ze

naar de andere repeaters sturen via echolink worden **“op het gehoor”** geregeld, net zoals wat van internet komt en naar de repeater toe gaat. Als je dus rondrijdt moet je wanneer je van relais verandert constant je volume bijregelen, en de signalen die van andere repeaters komen variëren ook enorm in volume.

Het ontbreekt niet alleen aan een afregelstandaard/methode, **de IP links worden ook nog eens allemaal overstuurd**, en met de repeater interfaces is er ook nog een probleem:

Audio over internet wordt meestal gedigitaliseerd in een 16 bit ADC (analoog-digitaal converter). Aan de andere kant wordt dit signaal terug analoog gemaakt met een 16 bit DAC. Die dingen zijn gemaakt voor muziek en hebben een enorm dynamisch bereik van meer dan 90 dB. In communicatie gebruiken we hooguit 20 dB. Dynamisch bereik zat dus...

Wat doet men nu (totaal verkeerd) ? We sturen deze ADC's uit tot tegen het plafond, wat we **“FULL SCALE”** noemen. Het level naar een ADC toe wordt dus gedefinieerd als **dBfs**. We kunnen deze niveaus meten met gratis tooltjes zoals bijvoorbeeld de **Orban Loudness meter**:



De **tweede onderste schaal** is belangrijk voor ons. Die toont de level dat we van de repeater naar de ADC sturen.

Muziek en spraak zijn complexe signalen. Teneinde de DAC toe te laten het originele signaal vervormingsvrij te kunnen herconstrueren is het uitermate belangrijk om zogenaamde **“Headroom”** te voorzien. Alleen dan kan er aan de andere kant binnen de beschikbare spanningsruimte het origineel terug gemaakt worden. Je kan zien op de onderste bar graph “reconstructed audio” dat de levels daar hoger liggen...

En hier wringt het schoentje. **Door onwetendheid over de werking van DAC sturen de meeste Echolink gebruikers en repeater beheerders de binnenkomende (3 kHz zwaai...) signalen uit tot 0 dBfs.** En dan zijn er nog eens gebruikers die harder zwaaien dus niet alleen DAC reconstructie distortie maar ook nog eens digitale clipping. Op DAB en DVB-T wordt trouwens dezelfde fout gemaakt in de strijd om “luider” te zijn dan de competitie...

We hebben meer dan 90 dB dynamisch bereik op de ADC **en ons communicatiesignaal komt maar amper aan 20 dB dynamiek**, dus waarom in godsnaam in de bovenste 10 dB gaan hangen ???

De juiste setting is om bij een correct inkomend FM signaal van 3 kHz zwaai de ADC uit te sturen tot -12 dBfs. Op die manier heb je een factor 4 (= 12 dB) ruimte om licht overgemoduleerde signalen (en die zijn er VEEL...) nog correct door de DAC te laten herconstrueren.

Als je met de Orban tool gaat kijken op ONOBEL zal je zien dat daar deze regel gevolgd wordt. Deze repeater klinkt ook erg goed, zelfs bij oversturing op de ingang.

Bijkomend probleem is dat de **echolink interface printjes** die gebruikt worden op de repeaters aan boord een **OPAMP hebben die draait op een zeer lage spanning en dan ook nog eens een versterking heeft.** Dit is geheel uit den boze omdat al op dat niveau **clipping** ontstaat, wat je duidelijk kan horen op de audio van repeater Geel bijvoorbeeld. Het is dus uitermate belangrijk dat je **de audio die uit de repeater komt voldoende verzwakt** zodat er geen hardware OPAMP clipping optreedt.

We hebben even geprobeerd om de repeaters van Geel en Antwerpen correct op het echolink netwerk te interfacen, maar helaas zit onze audio dan 12 dB down op al de rest.

Dit werkt alleen wanneer iedereen meedoet en de correcte levels instelt, en dan heb ik het zowel over de gebruikers die 3 kHz moeten zwaaien, als de repeaters die correct moeten limieten op 3 kHz en correct -12 dBfs (bij 3 kHz inkomende zwaai) op het netwerk moeten zetten.

Overgemoduleerde stations worden veel te veel getolereerd. Zelf ga ik steeds de opmerking geven om er wat aan te doen wanneer mensen te hard zwaaien, wat me in Brussel de bijnaam “Mr. Narrow” gaf ☺. Probleem is ook dat veel mensen op simplex kanalen veel te hard zwaaien en dat zo gewoon zijn, en dan klinken die repeaters ineens allemaal “te stil”...