

## DIGITALE SIGNAALVERWERKING IN ONTVANGERS

door PAØSU

### Samenvatting

*Als we kijken naar wat er zoal op de markt is en we komen op ontvangergebied voor zendamateurs, dan slaat ons de schrik om het hart. OM Mandos geeft daar in Electron van september 2005 een overzicht van. Digitale filters hebben duidelijke voordelen boven analoge filters: de fasekarakteristiek is veel beter te maken waardoor geen rinkel- en ontstaat. Echter, waar zet je de DSP in de ontvanger? Ik begrijp niet waarom het zo ingewikkeld moet. Een enkel-super moet volstaan. Elk DSP-proces begint met een ADC. Aan de hand van de eisen die daaraan gesteld worden, wordt nagegaan hoe goed zo'n ADC moet zijn bij midden-frequenties van 2 MHz, 39 kHz en uiteindelijk bij laagfre-quent. Eenvoudige maatregelen, zoals een stappenverzwak-ker in de middenfrequentieversterker die door de DSP wordt gestuurd, maken dat een DSP in het laagfrequente deel van een ontvanger veruit te prefereren is. De 'kracht' van de DSP hangt af van wat we hem allemaal willen laten doen. Een processor met een woordlengte van 16 bits is minimaal nodig. De clock-frequentie zal toch minstens 20 MHz moeten zijn om de vertraging niet te groot te maken bij een in-gewikkelde functie.*

*De keuze van de processor zal ook sterk afhangen van de ontwikkelomgeving (op een PC) en de beschikbare pro-grammeertaal. Filters in assembler schrijven is ondoenlijk. Er moet op zijn minst een high level taal aanwezig zijn met een grote bibliotheek van run time routines.*

### Inleiding

In Electron van november 2005 staan twee mooie verhalen over amateurtransceivers. Dick PAØSE heeft uiteengezet hoe en waarom hij zijn ontvanger gebouwd heeft zoals die nu is en OM Mandos NL199 geeft een overzicht van wat er zoal op de amateurmarkt te koop is, of gaat komen. Vooral dit laatste verhaal heeft mij aan het denken gezet. Ik heb zo hier en daar wat bezwaren tegen de oplossingen die 'de Japanners' voor ons in petto hebben of reeds leveren. Ik ben niet zo geïnteresseerd in general coverage ontvan-gers. Als je zo'n ding wilt hebben, koop dan een EK07 van R&S als je hem de trap op kunt krijgen...

We houden het dus bij de amateurbanden. In de QRP Nieuwsbrief 114 van juni 2005 heb ik het uitgebreid gehad over de keuze van de eerste middenfrequentie. Ook heb ik aangegeven dat een ontvanger met een eerste variabele middenfrequentie van 24 - 24,5 MHz het fraaist is om te bouwen. Het deel dat bij dat concept een goed grootsignaal-gedrag moet vertonen, is groter dan bij een vaste eerste middenfrequentie, maar dat is geen probleem meer sinds we H-mixers met een FST3125 kunnen maken (zie o.a. Electron van juni 1999 blz. 243).

Ik wil me hier beperken tot het deel van de ontvanger na het eerste vaste MF-filter, wat er ook vóór mo-ge zitten. Het filter moet direct de selectiviteit bieden die we voor de gebruikte modulatie nodig hebben. Voor FM: 15 kHz, voor SSB: 2.4 kHz en/of voor telegrafie < 500 Hz. Als we deze drie

modulatiesoorten willen ontvangen, zullen er dus drie filters moeten komen. Tot een middenfrequentie van 10 MHz is dat al jaren geen probleem meer. Na zo'n filter hoeft de ont-vanger geen echt goed grootsignaalgedrag meer te hebben. Waarom dan nog een Digitale Signaal Processor (DSP)?

### Eigenschappen van een DSP

Analoge filters met steile flanken, hebben de onhebbelijke eigenschap om 'te rinkelen'. Dat komt omdat de fasekarak-teristiek van analoge scherpe filters zo beroerd is en dat doet schade aan de neembaarheid van het signaal zowel bij spraak als bij telegrafie. Daar helpt geen moedertje lief aan. Bij digitale filters heb je de amplitudekarakteristiek en de fasekarakteristiek veel beter in de hand. Voor b.v. telegrafie kun je digitaal zeer smalle filters maken die geen spoor van rinkelen vertonen. Ook inkepingfilters (notch) kunnen veel scherper gemaakt worden zonder de rest van het audio-spectrum aan te tasten. Met een DSP kun je dit soort filters maken.

De embedded software in de DSP bepaalt wat het ding doet, wat voor soort filter je er mee kunt maken, AVC-werking, ruisonderdrukking, kortom allerlei aardige dingen die je als kortegolfluisteraar wilt. De software zal het pro-bleem niet zijn. De hardware moet aan bepaalde eisen vol-doen om de gewenste specificaties te verwezenlijken. Dat begint al direct aan het begin: de Analoog Digitaal Converter (ADC). Deze maakt van het analoge signaal een digitaal signaal. Dit signaal kan op allerlei manieren bewerkt worden door een (kleine) computer of, zo men een andere naam wil, een processor. Dat bewerkte digitale signaal wordt daarna door een Digitaal Analoog Converter (DAC) weer omgezet naar een analoge signaal om het voor de mens hoorbaar te maken. Die processor moet speciaal ontworpen zijn voor het verwerken van signalen, anders 'schiet het niet op'. Een DSP (Digital Signal Processor) heeft de juiste architectuur daarvoor!

### De ADC

De ADC zet een analoge signaal om in een digitaal signaal. Dat digitale signaal bestaat uit een aantal snel op elkaar volgende (binaire) waarden die elkaar zo snel opvolgen dat er in de tussenliggende tijd geen hoorbaar verlies optreedt. Stel dat we een niet zo hoge middenfrequentie kunnen kie-zen. In een ontvanger met een eerste variabele middenfre-quentie van 24 - 24,5 MHz kunnen we 2 MHz kiezen als de preselector op 24 MHz goed is. Laten we daar niet verder bij stil staan; 2 MHz dus.

Stel dat we daar willen beginnen met een digitaal filter. Op die 2 MHz moet het signaal eerst omgezet worden naar een digitaal signaal door een ADC. Welke eisen moeten we dan stellen aan die ADC?

### Sample-frequentie

Meneer Nyquist heeft al heel lang geleden aangetoond dat de digitale schakelfrequentie in een ADC of een DAC min-stens twee maal zo hoog moet zijn als de hoogste te ver-werken frequentie. De ADC moet dus op minstens 4 MHz werken. Het zogenaamde anti-alias-filter zal niet eenvoudig zijn. Een clock-frequentie van 5 MHz maakt dit in ieder ge-val eenvoudiger.

### Dynamisch bereik

Welk dynamisch bereik moet de ADC hebben om niet slechter te zijn dan de voorgaande mixer? Als we een H-mixer met een FST3125 kiezen (uitgangs IP3 van meer dan 40 dBm!) dan is daar voor SSB een dynamisch bereik van zo'n 110 dB mee te bereiken.

Laten we even globaal rekenen: CD-spelers hebben een dynamisch bereik van maximaal 96 dB. Daar zijn 16 bits voor nodig. Elke bit meer geeft een vergroting van het dynamisch bereik van 6 dB. Om 110 dB te halen moeten we dus een ADC met minstens 19 bits hebben. Om nog even de gedachte te bepalen: in CD-spelers hoeft de DAC slechts op 44,1 kHz te lopen (iets meer dan de dubbele hoogste frequentie van 20 kHz). Wij hebben het hier dus over een 19-bits-ADC op minstens 5 MHz. Ga eerst maar eens in de catalogi kijken wat die dingen kosten, als ze er al zijn...

Dat gaan we maar niet doen. Over de processor die eraan komt, hebben we het dan nog helemaal niet!

Als we dit toch zouden willen, moeten we in het front end het volume regelen. In het front end zit natuurlijk een band pass filter dat minstens 100 kHz breed is. Daar kunnen we ook een stappenverzwakker opnemen met stappen van 6 dB. Als de ADC 'een bit te kort komt' schakelen we 6 dB in, etc. Dat betekent dat een signaal van S9 + 30 dB op een afstand van zo'n 50 kHz onze ontvanger knap ongevoelig kan maken. Hmm. Toch maar anders.

### 'Voor-filteren'

Wat wilden we ook alweer met digitale filters?

Steilere flanken, notch... Dan is er niets op tegen om de ADC vooraf te laten gaan door een goed Xtal-filter. Ik weet het niet, maar ik denk dat we voor 2 MHz dat filter zelf zullen moeten maken. Dat filter kiezen we een beetje breder dan de gewenste doorlaat, zodat we van het gerinkel geen last hebben en laten we dat volgen door een ADC + DSP (met smaller filter er in) + DAC. Ook dan zullen we een stappenverzwakker in het front end moeten hebben. Echter nu moet een signaal binnen de doorlaat van het Xtal-filter vallen om de ADC te bereiken. Dat is al veel beter. De ADC moet echter nog steeds op 5 MHz lopen!

### Lagere middenfrequentie

OM Mandos liet het in zijn verhaal al zien. 'De Japanners' gaan dan naar een middenfrequentie van b.v. 39 kHz. In ons geval moeten we van 2 MHz naar de volgende (de derde) middenfrequentie van 39 kHz. Daar volstaat een ADC met een clock van 100 kHz. Dat wordt al beter. We kunnen de stappenverzwakker dan in het middenfrequentie deel van 2 MHz opnemen, of zelfs van een AGC voorzien, zodat het dynamisch bereik van de ADC op die manier beperkt wordt.

### Waarom nog een middenfrequentie?

Waarom nog een extra middenfrequentie van 39 kHz? Als je denkt dat een digitale productdetector een fraaiër signaal afgeeft dan een conventionele mixer, dan moet je dit doen. Ik geloof dat niet en heb daar in ieder geval niet zoveel geld

voor over. Kunnen we het DSP-spul niet gewoon in het laagfrequentie deel zetten? Ik zou niet weten waarom niet. De ADC hoeft geen hogere frequentie meer te verwerken dan, zeg, 3 kHz zodat zijn clock naar 10 kHz kan zakken. Als we de MF-versterker voorzien van een stappenverzwakker met 6 dB-stappen, dan hoeft het dynamisch bereik van de ADC niet veel meer te zijn dan die 6 dB, vooruit 48 dB voor alle zekerheid. Voor 48 dB heb je een 8 bitter nodig. Een 8-bits-ADC kun je te kust en te keur kopen voor een habbekrats. Ik weet het wel: wij zendamateurs bouwen maar één ontvanger. Icom en Yaesu moeten er duizenden maken, zodat elke cent telt. Als zij b.v. een (duur) Xtal-filter kunnen uitsparen, zullen zij dat niet laten. Wij willen echter alleen maar het beste van het beste en maken daarbij andere keuzen.

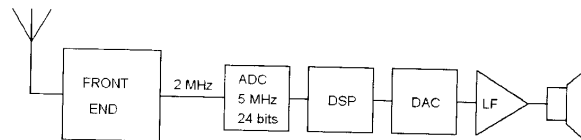


Fig. 1 Als we achter het front end een MF van 2 MHz zouden kunnen kiezen, dan moet de ADC een clock-frequentie van minstens 5 MHz hebben en 24 bits 'breed' zijn om de dynamiek aan te kunnen. Dat wordt een duur ding, om van de DSP nog maar te zwijgen.

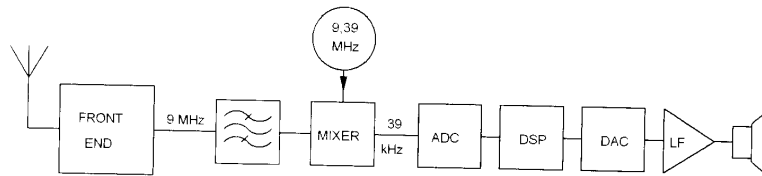


Fig. 2 Als we het digitaliseren verder naar achteren schuiven dan in fig. 1, kunnen we de eerste MF 'vrij kiezen' en daar een goed filter plaatsen op b.v. 9 MHz. Door menging naar een tweede MF op 39 kHz worden de eisen aan de ADC minder streng (100 kHz clock, 24 bits).

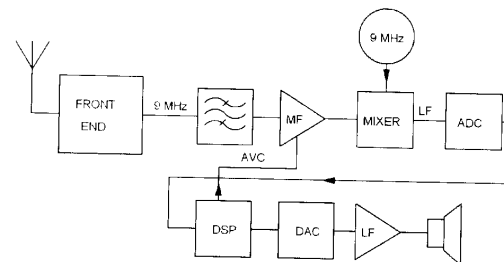


Fig. 3 Door pas in het laagfrequentie deel te digitaliseren, kunnen de eisen van de ADC teruggebracht worden tot 10 kHz clock en 8 bits 'breed' als de DSP een stappenverzwakker in de MF-versterker bedient, (in de figuur aangeduid met AVC) die de dynamiek beperkt. Ook dan zal de DSP op minstens 20 MHz moeten lopen en een 'woordlengte' van 24 bits moeten hebben. De DAC kan eenvoudig worden: 8 bits op 10 kHz.

**Nog even goed nadenken...**

We maken een amateurontvanger met een eerste variabele middenfrequentie van 24 - 24.5 MHz of kiezen één (of twee) goede vaste eerste middenfrequentie(s). Als we het digitale spul in het laagfrequent zetten, zijn we weer vrij in de keuze van de middenfrequentie en zitten we niet meer aan de eerdergenoemde 2 MHz gebakken om der wille van de prijs van de ADC! We kiezen een in de handel zijnd goed Xtal-filter (of drie filters als we van drie modulatietypen gebruik willen maken) op een dusdanige frequentie dat het zo min mogelijk valse mengproducten van de voorgaande mixer doorlaat.

**Hier** maken we de selectiviteit.

In de MF-versterker zetten we (vrij aan het begin) een stappenverzwakker van 186 dB met stappen van 6 dB (zie mijn verhaal over quasi-continue regeling). Daar hebben we slechts 5 bits voor nodig. Het dynamisch bereik van deze versterker maken we redelijk goed, evenals de productdetector. Ik kom hier zo op terug.

Achter de productdetector komt een 8-bits-ADC met een clock-frequentie van 10 kHz. Daarachter komt de DSP, die gevolgd wordt door een DAC. Het uitgangssignaal wordt analoog versterkt tot het gewenste niveau.

**De DSP**

Wat moet de DSP doen? Die zal in ieder geval de stappenverzwakker in de MF-versterker moeten bedienen. Om de totale versterking constant te houden moet de DSP, bij het inschakelen van 6 dB meer verzwakking in de MF-versterker, het te verwerken LF-signaal 6 dB sterker maken. We weten dan zeker dat de MF-versterker niet gaat vervormen.

Waarom heb ik het toch steeds over 6 dB? Wel, digitaal is het zeer eenvoudig om een signaal met stappen van 6 dB te regelen. Dat kost nauwelijks 'rekenkracht': Als een digitaal signaal 6 dB zwakker moet worden, 'schuif je het gewoon een bit naar rechts' en als het 6 dB sterker moet worden, schuif je het een bit naar links.

Dat moet ik uitleggen, denk ik.

Stel we hebben een 8-bits-processor. Dat wil zeggen dat elk getal binair voorgesteld wordt door 8 bits. De 'woordlengte' van de processor is 8 bits.

Zo noemen computer-technici dat. Stel dat een signaal op een bepaald moment is:

00110110

Dat is omgerekend naar het tientallig stelsel: 54.

Schuiven we dat getal 'een naar rechts' en vullen we de voorkant aan met een 0, dan wordt het:

00011011

Dat is omgerekend naar het tientallig stelsel: 27, de helft van 54 dus.

Schuiven we het een plaats naar links en vullen we rechts aan met een 0 dan wordt het eerste getal:

01101100

Dat is tientallig: 108, het dubbele van 54.

Als die 54 overeenkomt met analoog 54 mV op de uitgang van de DAC, dan wordt dat in het eerste geval 27 mV, 6 dB zwakker dus. In het tweede geval wordt het van 54 mV verhoogd naar 108 mV en dat is 6 dB sterker.

Zo eenvoudig is dat.

Computeraars vinden acht van die nullen en enen achter

elkaar slecht te overzien. Meestal wordt er in het midden een spatie tussen gezet. Dat ziet er wat vriendelijker uit. Kijk maar:

0011 0110 = 54,

0001 1011 = 27, en

0110 1100 = 108.

Voortaan zullen we dat ook doen. In de processor zit die spatie niet natuurlijk. De hexa-decimale notatie laten we achterwege.

Wat nu als het binaire signaal aan de uitgang van de ADC groter dreigt te worden dan:

1111 1111

doordat het analoge ingangssignaal op de ADC groter wordt? De ADC dreigt dan *digitaal* overstuurd te raken. We maken het programma in de DSP zó dat in dat geval 6 dB verzwakking in de MF-versterker wordt bijgeschakeld. Het signaal wordt achter de ADC dan:

0111 1111.

Het LF-uitgangssignaal zou aan het einde van de rit achter de DAC 6 dB zwakker worden, als er in de DSP verder 'niets wordt gedaan'. De DSP zal behalve het bijschakelen van verzwakking in het MF-deel, het digitale signaal vergroten door het een naar links te schuiven en rechts aan te vullen met een nul, dus:

1111 1110.

Achter de DAC krijgen we weliswaar niet helemaal dezelfde sterkte terug maar dat scheelt maar weinig:

1111 1111 = 255 mV

1111 1110 = 254 mV

Het verschil is minder dan een kwart procent. De fout in de stappenverzwakker in het MF-deel is gegarandeerd groter, dus maken we ons daar geen zorgen over. Daar merk je niets van.

**NB:** De bediening van de verzwakker moet in de DSP aangestuurd worden door het signaal dat rechtstreeks uit de ADC komt. Zou je dat signaal eerst filteren dan loopt de ADC digitaal vast als er een (hard) signaal komt dat buiten het DSP-filter valt!

Denk er om dat een digitaal audiosignaal bestaat uit een stroom van binaire getallen. Bij een clock-frequentie van 10 kHz komen er 10.000 van die getallen per seconde langsgeraasd. Ons rekenvoorbeeldje sloeg op een van die getallen.

*Wat kan een DSP nog meer?*

Het stukje hierboven behandelt slechts een zeer eenvoudige functie: het bedienen van de stappenverzwakker. De functies waar het ons om begonnen is: het maken van een (regelbaar) band pass filter met zeer steile flanken, een (inschakelbare) notch die wel zeven fluitjes tegelijk kan onderdrukken zonder hoorbaar effect op het audio, ruisonderdrukking, een 'schuifdeursysteem' waar Dick PAØSE zo gek op is, AGC, etc. zijn heel wat ingewikkelder. Hoe dat moet laten we even aan de software-goeroes over.

Ook hier zal de hardware van de processor medebepalen wat het eindresultaat wordt. Als we een flanksteilheid van 1 dB/Hz willen hebben, zal dat (software-) filter ingewikkelder worden dan een filter met flanken van 0,1 dB/Hz. Als dat bovendien binnen een paar milliseconden verwezenlijkt

moet zijn, moet de processor knap snel rekenen. Dat wil zeggen dat de processor minstens een clock-snelheid van enkele tientallen MHz moet hebben.

Als we bovendien de flanken door willen laten lopen tot -96 dB in de stopband, zal het bovendien minstens een 16 bit-processor moeten zijn. (Denk maar aan de CD-speler.)

De AGC wordt ook in de DSP gebouwd. Dat is iets dat ons de das om kan doen als er niet zeer slim geprogrammeerd wordt. Ga maar na: als we een AGC-regeling van 90 dB willen hebben (wat niets bijzonders is) dan zijn we al 15 bits 'kwijt'. Als een signaal 90 dB verzwakt moet worden, moet het digitale signaal 15 bits 'naar rechts geschoven worden'. Je houdt dan nog maar 1 bit over voor het signaal. Daar zit niet veel informatie meer in natuurlijk. Gelukkig gaat het in een AGC-algoritme niet helemaal zo, maar het is snel in te zien dat de processor veel meer dan 8 bits woordlengte moet hebben. DSP-experts, die ik het probleem voorgelegd heb, zeggen dat de DSP minstens een 24-bitter moet zijn. Door die AGC zal de DAC achter de DSP ruimschoots kunnen volstaan met 8 bits. Dat geeft een dynamisch bereik van 48 dB. Dat is beter dan de dynamiek van een goede cassette-recorder.

#### Dynamisch bereik van de MF-versterker

Stel, we hebben vóór de MF-versterker een Xtal-filter voor SSB van 2,6 kHz breed met een shape factor van 1,5. Als we het DSP-filter instellen op 2,4 kHz met een flanksteilheid van 1 dB/Hz en een stopband-demping van 90 dB, dan raken we weer verzeild in het aloude probleem: een frequentie die net buiten het DSP-filter valt, maar binnen het Xtal-filter, komt met volle kracht de MF-versterker binnenzetten en laat die vastlopen omdat die niet teruggeregeld wordt door een AGC. Dat zou zo zijn als er geen stappenverzwakker in zat die bediend wordt door het signaal dat door het Xtal-filter komt. Die stappenverzwakker hoeft natuurlijk niet op één plaats in de MF-versterker te zitten. Ik stel me zo voor dat het deel van de verzwakker dat direct achter het Xtal-filter zit niet bij zwakke signalen in werking treedt, anders verzuipen we in de ruis van de MF-versterker. Hier moet goed over nagedacht worden. Als we de verzwakker over de MF-versterker distribueren, hoeft het dynamisch bereik niet uitzonderlijk groot te zijn. In ieder geval geen 90 dB of zo.

#### Gaat dit goed werken?

Ik ben er van overtuigd. Ik heb enige ervaring met een systeem dat hier op lijkt. Mijn vijfbandenontvanger heeft een 9 MHz KVG-SSB-filter van 2,4 kHz breed. De zijband-Xtallen staan zo ver van het filter af dat de hoogste audiofrequentie bijna 3 kHz is. Er zit sinds kort een echt goede laagfrequent-AGC in die ik eerder beschreven heb in dit blad. Op de luidsprekeruitgang is de kant en klare DSP-9 van Timewave aangesloten. Dat ding heeft een CW-filter met verschillende bandbreedten (500, 250 en 100 Hz op een toon van 600 of 750 Hz), een audiofilter met kantelfrequenties op 200 Hz en 1,8; 2,4 of 3,1 kHz, een automatische naaldscherpe notch (pikt minstens zeven verschillende fluitjes weg) en een noise reduction stand. De DSP-9 is inmiddels meer dan tien jaar oud.

Ik heb het donkerbruine vermoeden dat er een 8-bits processor in zit, want de notch en de stop-band-demping zijn

niet veel meer dan 40 dB. Als je in het doosje kijkt, vind je maar één groot IC, waar dus ook de ADC en de DAC in zitten. De clock-frequentie is in de buurt van de 10 MHz. Allemaal niet zo geweldig naar huidige maatstaven. De flanken van de filters en de notch zijn echter formidabel steil: binnen 100 Hz tuimelt de zaak 40 dB omlaag!

De stand 'noise reduction' is onbruikbaar, net zo slecht als een mobiele telefoon in een drukke straat. Ik kan met mijn communicatie-geoefende oren mijn dochter slecht verstaan als zij mij mobiel van de fiets belt of vanuit een winkel met een hoop kwekkende mensen. De noise reduction van de DSP-9 is net zo beroerd, zo niet beroerder. 'De computer in mijn hoofd' kan het in ieder geval veel beter.

Ik luister nagenoeg uitsluitend naar SSB. De stappen 1,8; 2,4 en 3,1 kHz waren mij te groot, dus heb ik het clock-Xtal vervangen door een variabele oscillator zodat ik de kantelfrequentie van het filter continu kan regelen. Dat was een enorme verbetering.

De vertraging tussen het ingangs- en uitgangssignaal van de DSP-9 is in het slechtste geval (notch met AGC aan) zo'n 18 ms.

#### Bevalt dat?

Bijna altijd heb ik het filter in staan. Zonder notch is er geen digitale AGC-werking. Dat betekent dat een SSB-station dat net buiten het DSP-filter valt maar gedeeltelijk door het KVG-filter komt, het audio soms sterk doet terugvallen. De AGC in de ontvanger regelt de zaak stevig terug, laat de S-meter (ver) uitslaan en je zit naar een miezerig audiosignaal te luisteren. Met de hand aan de volumeregelaar van de DSP-9 gaat dat echter in een drukke band toch erg goed. Een stopbanddemping van slechts 40 dB blijkt te voldoen. De notch werkt fantastisch. Bij inschakelen komt ook een AGC in werking die het verlies, door het terugregelen van de AGC in de ontvanger op de fluittoon, compenseert. De DSP reageert zeer snel op de fluit en zijn AGC is rapper dan die in mijn ontvanger zodat het in- en uitschakelen van een draaggoif binnen de doorlaat enige pompwerking veroorzaakt. Toch ben ik daar tevreden over.

#### Conclusies

Het gehannes met dubbelsupers of tripelsupers ontgaat mij totaal. Bij een hoge eerste middenfrequentie van tientallen megahertz is dat te begrijpen, maar dat moet je helemaal niet willen. Jappendozen hebben meestal een general coverage ontvanger en moeten aan te veel eisen tegelijk voldoen, net als ~~je~~ een Zwitsers zakmes. Daar kun je ook 'alles' mee. Ik heb echter nog nooit een vakman met een Zwitsers zakmes zien werken. Vakmensen werken met speciaal gereedschap dat gemaakt is voor dat speciale doel. Een Zwitsers zakmes kan handig zijn om je te behelpen in onvoorziene omstandigheden. Meer niet. Wij zendamateurs bouwen dus een ontvanger die speciaal voor de amateurbanden ontworpen is. Telegrafisten zullen zelfs een speciale ontvanger willen hebben voor CW. Mijn transceiver is volledig gespecialiseerd op SSB.

Net als bij de discussie over de vermeende voordelen van een hoogfrequentgestuurde AGC boven een laagfrequentgestuurde AGC (zie mijn verhaal hierover in de QRP Nieuwsbrief 115 van september), is de discussie over DSP's in het middenfrequent onzinnig voor onze speciale

toepassingen. Als je de MF-versterker van een enkelsuper voorziet van een juist gedimensioneerde gedistribueerde stappenverzwakker die gestuurd wordt door een DSP in het laagfrequent, zijn met dezelfde processor veel betere resultaten te behalen dan met een DSP in een middenfrequentie, zeker als die er speciaal bijgeslept moet worden.

#### Ten Slotte

Waarom laten we de ontvanger-AGC niet aanspreken op het luidsprekeruitgangssignaal achter de DSP? Anders gezegd, waarom nemen we de DSP niet op in het laagfrequentdeel?

Dat gaat om twee redenen fout:

1. de MF-versterker loopt dan vast als er een signaal binnenkomt dat het Xtal-filter passeert en niet door het DSP-filter komt,
2. de vertraging die optreedt door het DSP-filter laat de AGC altijd veel te laat inkomen. Zo'n systeem krijg je zelfs niet stabiel !

De vraag is nu: welke processor moeten we kiezen voor ons DSP-karwei? Dat hangt sterk af van wat we allemaal 'van het ding willen'. De prijs zal sterk afhangen van de clock-frequentie en zijn 'woordlengte', het aantal bits waarin hij werkt. Een woordlengte van 8 bits is in ieder geval veel te weinig.

Wat minstens zo belangrijk is, is de programmeerbaarheid! De gangbare PIC's zijn uitsluitend met assembler te programmeren. Dat is voor eenvoudige karweien niet zo'n probleem maar filter-algoritmen zijn knap ingewikkeld. Die wil ik niet in assembler schrijven. Ik heb 30 jaar geprogrammeerd dus ik weet wat het is.

Er zal ook een ontwikkelomgeving op de PC bij moeten zijn waarvan het programma in de DSP kan worden 'gedownload'.

In de QRP Nieuwsbrief publiceerde Joris PE1KTH iets over de AT90S2313 en de ATTiny2313. Dat zijn 8-bits micro-controllers. Daar kun je allerlei leuke besturingsgrappen mee maken maar je kunt er **geen** signaal mee bewerken. Een micro controller is (afgezien van die 8 bits) totaal ongeschikt voor signaal processing. De clock-frequentie van de DSP moet minstens 20 MHz zijn als je niet 'een halve zin achter het tegenstation aan wilt hobbelen'.

We komen waarschijnlijk uit bij Texas Instruments. Die blijken de grootste verzameling DSP's te hebben. Als daar ook nog een fraaie betaalbare ontwikkelomgeving (met een high level taal met grote library) bij zit, kunnen we iets aanvangen. Ik zal eens op Internet gaan neuzen.

De daarbij nodige ADC en DAC zal het probleem niet zijn. Wie denkt er met mij mee?

Succes met de hobby.  
73 de Herbert PAØSU  
pa0su@amsat.org