

Een eenvoudige QRSS-ontvanger

Un récepteur QRSS simple

Door/par Hans Summers, G0UPL

Vertaling (Nederlands): ON5EX, ON5UK / traduction (Français): ON5FD

Nvdr. Dit artikel werd oorspronkelijk gepubliceerd op www.electronicsweekly.com/blogs/gadget-freak.

Het wordt hier gereproduceerd met toelating van de auteur Hans Summers G0UPL en van Robert Rotevski / RBI-UK.

Inleiding

QRSS is een uitstekende mode om te experimenteren met extreem zwakke radiosignalen.

Waar het oude ‘QRS’ ‘sein trager’ betekent, is ‘QRSS’ een woordspeling door radioamateurs van nu voor: “sein nog veel trager”! Zo traag dat een ‘dit’ 10 seconden of langer duurt en een woord zoals ‘morse’ ruim 8 minuten tijd opeist!

Waarom zo traag seinen? Hoe trager de seinsnelheid, hoe kleiner de bandbreedte van het signaal (onder pro’s gekend als het theorema van Nyquist (Ref. 1)).

Wanneer je aan QRSS-snelheid seint, valt de bandbreedte terug naar waarden onder 1 Hz. Het nadeel is uiteraard dat er veel, veel tijd nodig is om informatie over te brengen, maar er is ook een voordeel: de hoeveelheid ruis (van zowel atmosferische als menselijke oorsprong) is binnen het kleine Hz-fragment van het radiospectrum veel geringer dan bijvoorbeeld de ruiswaarde binnen de bandbreedte van ongeveer 9 kHz die gewoonlijk door AM-radiostations wordt ingenomen. Het is deze drastische verbetering van de signaalruisverhouding die het mogelijk maakt om microwatt-stations van de andere kant van de wereld te ontvangen. Zo werden 0,5 mW uitzendingen vanuit Maryland USA op de favoriete 30m QRSS-frequentie - 10,14 MHz – ontvangen in Perth, in West-Australië, over een afstand van 18.600 km (Ref. 2).

Dat de signaalruisverhouding toeneemt bij afnemende bandbreedte is al vele decennia bekend, maar dankzij de huidige krachtige computers is het nu ook mogelijk om hiermee te gaan experimenteren vanuit de shack of zelfs met een mobiel station. Een waaier aan vrij beschikbare Fourieranalyse-programma’s voor PC zijn in staat om signalen binnen een bandbreedte van een fractie van een Hz te onleden (Ref. 3).

QRSS is een fascinerende mode om de voortplantingsverschijnselen en de signaaloverdracht over lange afstanden beter te leren kennen. Interessante verschijnselen, zoals de splitsing van een signaal door dopplereffecten in de bewegende ionosfeer, komen daarbij aan het licht.

De eenvoudige ontvanger die hier wordt beschreven kan QRSS-signalen ontvangen op een vaste frequentie, bijvoorbeeld 10,14 MHz. Ben je nog niet aan QRSS toe, dan kan je de ontvanger ombouwen voor een kortegolf frequentie naar eigen voorkeur, in combinatie met je PC en gratis software. De ontvanger wordt gevoed vanuit de USB-poort en de audio-uitgang ervan voedt de geluidskaart. Het enige wat je dus nodig hebt is deze eenvoudige, kleine ontvanger en een computer, of laptop als je de ontvanger mee op stap wilt nemen.

De schakeling

De schakeling is gebaseerd op een ontwerp van Paolo Saia IZ1KXQ, op zijn beurt geïnspireerd door het artikel “The 40m SLR – a Shielded Loop receiver” van Daniel Wissell N1YBT in QST 1997. Zoals Paolo, gebruikte ik een toroïdale transformator als ingangs- en aanpassingsfilter, rechtstreeks gekoppeld met een dipoolantenne voor de 30m-band. De

Note de la rédaction: cet article a déjà été publié sur www.electronicsweekly.com/blogs/gadget-freak.

Il est reproduit ici avec l’aimable autorisation de l’auteur Hans Summers G0UPL et de Robert Rotevski/RBI-UK.

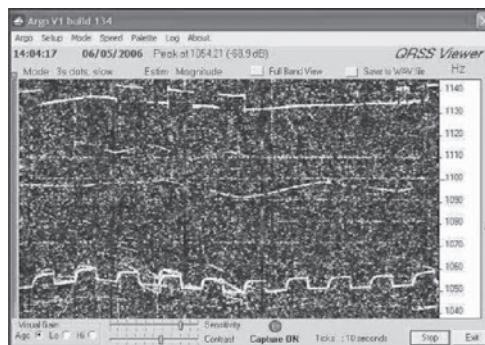
Introduction

Le QRSS est un excellent mode pour l’expérimentation avec des signaux extrêmement faibles. Par rapport à la signification de QRS = diminuez la vitesse de manipulation, QRSS est un jeu de mots de radioamateurs pour “manipulez encore beaucoup plus lentement”. Tellelement lentement qu’un point (dit) peut durer 10 secondes ou plus en sorte que transmettre le mot “morse” prendra bien 8 minutes.

Pourquoi émettre à cette cadence de limaçon? Plus la vitesse de manipulation diminue et plus la bande passante du signal se rétrécit (les pros font ici référence au théorème de Nyquist – réf 1). Quand on émet en vitesse QRSS, la bande passante se réduit à des valeurs inférieures à 1 Hz. L’inconvénient est évidemment que cela prend beaucoup, beaucoup de temps pour transmettre une information, mais avec l’avantage que le niveau de bruit, tant atmosphérique que de provenance humaine, est beaucoup plus réduit dans cet infime morceau du spectre radio (1 Hz!) que dans les 9 kHz nécessaires pour la transmission de signaux en AM. Et c’est cette amélioration drastique du rapport signal/bruit qui permet de recevoir des stations de puissance exprimée en microwatts, situées de l’autre côté du monde. C’est ainsi que des émissions de 0,5 mW provenant du Maryland (USA) sur la fréquence de 10,140 MHz (30 m) – fréquence favorite pour le trafic QRSS – ont été reçues à Perth (Australie de l’Ouest) soit une distance de 18.600 km (réf 2).

Que le rapport signal/bruit augmente si la largeur de bande diminue est un fait connu depuis des décennies, mais grâce à la puissance des ordinateurs actuels il est maintenant possible à un amateur de faire des expériences à partir de son shack ou même à partir d’une station mobile. On a le choix entre divers programmes d’analyse Fourier pour PC qui permettent de décoder des signaux d’une largeur de bande inférieure au Hz (réf 3).

Le QRSS est un mode de communication fascinant pour étudier les conditions de propagation et de transmission du signal à grande distance. Des aspects intéressants, tel le dédoublement d’un signal par effet doppler dans l’ionosphère en mouvement y sont parfois mis en évidence.

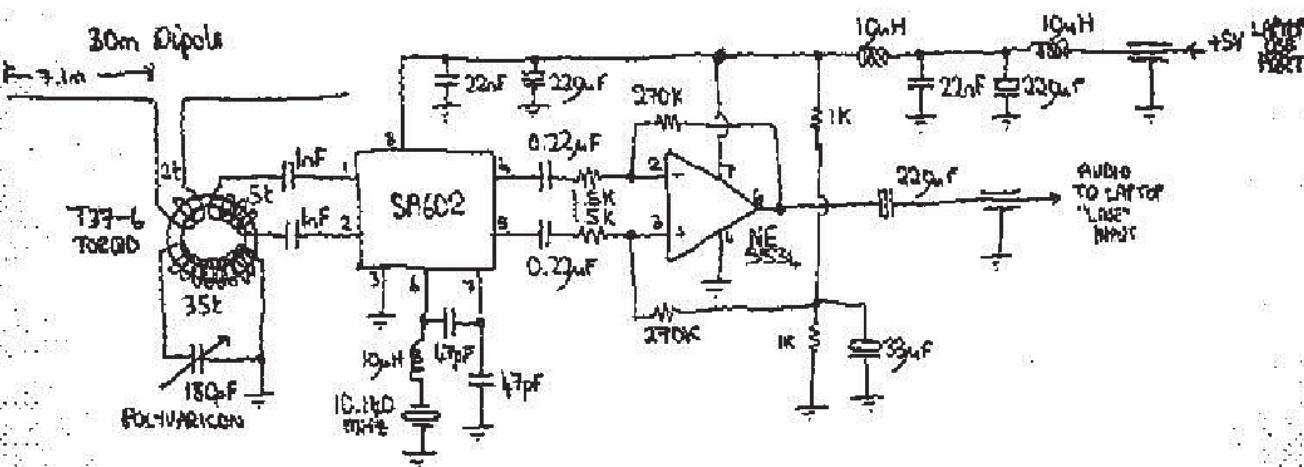


Le récepteur simple qui est ici décrit peut recevoir des signaux QRSS sur une fréquence fixe, par exemple 10,140 Mhz.

Si vous n’êtes pas (encore) intéressé par le QRSS, le récepteur peut être construit pour une autre fréquence à votre choix, en combinaison avec votre PC et un software gratuit. Le récepteur est alimenté par le port USB du PC et la sortie BF de part la carte son. La seule chose de nécessaire est donc ce petit récepteur, très simple, et un PC, ou un laptop si vous désirez employer l’ensemble en déplacement.

Le circuit

Le circuit est basé sur un projet de Paolo Saia IZ1KXO, lui-même inspiré d’un article “The 40 m SLR (Shielded Loop Receiver) de Daniel Wissel N1YBT paru dans un QST de 1997. De même que Paolo, j’ai utilisé un transformateur toroïdal comme filtre d’entrée et d’adaptation couplé directement à une antenne dipôle pour le 30 m (10 MHz). L’IC



bijzonder handige Philips oscillator/mixer IC SA602 functioneert als kristaloscillator en als mengtrap, onmiddellijk naar audiofrequenties. Dit maakt van de ontvanger een ‘directe conversie’ ontvanger, die de beide zijbanden weergeeft. In de praktijk stoort de aanwezigheid van de ongewenste zijband de ontvangst van het gewenste, trage QRSS-signal niet, maar verhoogt enkel het ruisniveau met 3 dB.

De ingangstransformator zorgt voor een goede aanpassing tussen de antenne en de ingang van de SA602. De bijkomende afgestemde kring vormt een banddoorlaatfilter om de sterke signalen van stations in de nabije omroepband – die anders zouden bijdragen tot oversturing van de mengtrap – te beperken. Door de as van de variabele condensator te aarden vermindert het capacitive handeffect bij het afregelen. De condensator wordt ingesteld voor de beste signaalsterkte. Het oscillatorgedeelte van de SA602 omvat een 10 μ H spoel in serie met het kristal. Dit was nodig om het kristal op de juiste frequentie aan het oscilleren te brengen. De waarde van de spoel kan variëren en moet eventueel proefondervindelijk worden bepaald.

De balansuitgang van de mixer wordt naar een ruisarme NE5534 opamp gevoerd, waarvan de winst is ingesteld op 45 dB. Het uitgangssignaal van de opamp wordt rechstreeks met de lijningang van de geluidskaart verbonden. Volgens het datablad van de NE5534 bedraagt de minimum voedingsspanning ± 3 V, maar alles blijkt even goed te werken met een enkelvoudige 5 V voedingsspanning.

Gemakshalve en om alles zo draagbaar mogelijk te houden wordt de ontvanger gevoed met 5 V vanuit één van de USB-poorten. De +5 V ingangsspanning wordt gefilterd via een combinatie van twee LC-filtersegmenten, elk bestaande uit een 10 μ H spoel en een set 220 μ F en 0,22 μ F condensatoren.

Bij het vervangen van de USB-vermogensbron door een 9 V (PP9) batterij werd geen ruisverschil waargenomen, zodat mag worden aangenomen dat de filterschakeling goed werkt. Tijdens het opladen van de laptop werd wel een beduidende ruistoeename waargenomen.

Voor de bouw van de ontvanger kocht ik een tinnen doosje Ozon-muntjes. Zoals blijkt uit de afbeeldingen, is het doosje bijzonder klein. De muntjes zijn ook zeer klein en smakelijk (alle 70). Je kan ze rustig opeten of ineens opslokken. In het laatste geval zal je er een tijdje een geprikkelde gehemelte aan overhouden. De schakeling monteerde ik ‘ugly style’ op een stukje printplaat, op de bodem van het muntdoosje vastgesoldeerd. Mits de soldeerbout enkele seconden op de soldeerplaats te houden, hecht het soldeer zich goed aan het tinnen oppervlak. Aan beide zijden van het doosje werden twee kleine gaatjes geboord om de zevenvoudig gevlochten draden van de dipoolhelften (elk 7,1 m lang) door te voeren. De ontvanger bevindt zich dus in het midden van de dipool, zonder voedingslijn tussen antenne en ontvanger. De voeding vanuit de laptop en het audio naar de laptop lopen via ongeveer 7 m twee-adige afgeschermd kabel (elke geleider afzonderlijk afgeschermd). Een standaard USB-kabel bevat 4 draden, waarvan de 0 en +5 V geleiders zwart, respectievelijk rood gekleurd zijn.

oscillateur/mélangeur SA602 de Philips fonctionne en oscillateur cristal et convertisseur haute fréquence/basse fréquence.

Nous avons donc affaire à un récepteur à conversion directe qui donne les deux bandes latérales.

En pratique, la bande latérale non désirée ne gêne pas bien qu’elle augmente de 3 dB le niveau du bruit.

Le transfo d’entrée adapte l’antenne à l’impédance d’entrée du SA602. Le circuit accordé sur le même noyau constitue un filtre de bande éliminant les signaux des stations dans la bande de radiodiffusion proche qui sinon viendraient surcharger l’entrée du mélangeur. En mettant à la masse un côté de ce circuit accordé (l’axe du CV), on diminue l’effet de main lors du réglage.

Le condensateur est réglé sur le maximum de signal. La partie oscillatrice du SA602 est couplée au cristal par l’intermédiaire d’un bobinage de 10 μ H. Cette méthode de connexion permet d’ajuster la fréquence d’oscillation à la valeur désirée. La valeur exacte de la self devra éventuellement être ajustée expérimentalement.

Les deux sorties du mélangeur vont vers les entrées + et – d’un opamp à faible bruit NE5534 avec un gain réglé à 45 dB. La sortie de ce NE5534 est connectée à l’entrée de la carte son du PC.

D’après les caractéristiques publiées du NE5534 la tension d’alimentation minimum est de +/- 3 V, mais cela marche aussi très bien avec une alimentation simple de 5V.

Pour la facilité et afin d’avoir l’ensemble aussi portable que possible, le récepteur est alimenté par le 5V venant de l’entrée USB du PC. La tension de 5V est filtrée par une combinaison de deux filtres LC, composés chacun d’une self de 10 μ H et d’une paire de condensateurs (220 μ F et 0,22 μ F). En remplaçant l’alimentation USB de 5 V par une batterie de 9 V, aucune différence de niveau de bruit n’a été constatée, ce qui montre que les filtres remplissent parfaitement leur rôle. Toutefois pendant la période de charge du laptop il a été constaté une augmentation sensible du niveau de bruit.

Pour la construction du récepteur, j’ai acheté une petite boîte de pastilles de menthe OZON. Comme le montre la photo, la boîte est toute petite. Les pastilles sont aussi toutes petites et très agréables (toutes les 70). On peut les sucer ou les avaler d’un coup mais dans ce dernier cas on aura une bouche qui pique un petit moment.

Le montage a été fait en “ugly style” sur un morceau de laminé pour circuits imprimés soudé sur le fond de la boîte.

En gardant le fer à souder quelques secondes sur la plaque, cela se soude sans problèmes. Sur les deux côtés de la boîte deux petits trous laissent passer les deux fils du dipôle (de 7,1 m de long chacun). Le récepteur se trouve donc juste au milieu du dipôle, sans descente entre l’antenne et le récepteur.

L’alimentation à partir du PC et le signal vers la carte son se font avec un câble de deux fils blindés individuellement d’une longueur de 7 m. Un câble USB standard comprend 4 fils dont les conducteurs 0 et +5 V sont respectivement noir et rouge.

Onderdelenlijst

1 x IC SA602
1 x IC NE5534
3 x spoel 10 uH
1 x xtal 10,14 MHz (Ref. 4)
1 x 3,5 mm stereo plug
1 x USB-kabel
1 x variabele C of polyvaricon afstemcondensator
1 x stukje printplaat

Werking

De ontvanger werkt goed, zeker als je rekening houdt met de eenvoud van het ontwerp en de opbouw. Het audio kan je beluisteren via een oortelefoon aan de uitgang van de geluidskaart. De schakeling is volledig uitgevoerd in ‘balans’. Af en toe is er ‘doorbraak’ van sterke, dichtbijgelegen kortegolfstations, maar dit blijft zeldzaam en is nauwelijks hoorbaar. De antenne kan tussen twee punten worden opgehangen: bomen, dakgoot, enz. Windvlagen en veranderlijk zonlicht kunnen kleine verschuivingen van de kristalfrequentie als gevolg van temperatuurvariaties veroorzaken, zoals duidelijk te zien is op de schermafdruk van **figuur 1**. Je kan hier experimenteren met een behuizing van piepschuim voor een betere thermische isolatie.

Het werd stilaan tijd voor een portabele test op het terrein! Andrea IW0HK bezocht Londen, op vakantie met zijn jonge gezin. We wandelden een paar uurtjes richting Hampstead Heath in Noord-Londen om de ontvanger te testen vanop Parliament Hill. Het uitstekende weer droeg bij tot een aangename mini-expeditie en op de heuvel waren er voldoende bomen om een antenne op te hangen. Ontvanger en antenne gaan makkelijk samen met de computer in de laptop-draagtas. Spoedig konden we vier verschillende QRSS-stations waarnemen: twee Italiaanse (Paolo I1DFS en Andrea IK4IDP), een Amerikaans station in Maryland (Larry WB3ANQ) en mijn eigen zendertje vanuit Zuid-Londen (Ref. 5) over een afstand van ongeveer 24 km. In enkele beelden van mijn signaal waren er ‘spooksignalen’ te zien die uiteindelijk samenvielen met het permanente signaalspoor. Deze extra sporen worden veroorzaakt door dopplerverschuiving van het signaal dat wordt gereflecteerd op vliegtuigen op hun snelle landingsroute naar de drukke luchthaven van Heathrow. Deze aangename namiddag is maar een staaltje van het plezier dat je aan deze mode en deze ontvanger kan beleven!

73, Hans Summers G0UPL

Verwijzingen

- [Ref. 1] Informatie m.b.t. Nyquist: en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_rate
- [Ref. 2] Website WB3ANQ (www.wb3anq.com/) en website VK6DI (www.users.on.net/~davroz/vk6di/index.html)
- [Ref. 3] ARGO en andere populaire audio fourieranalyse-software: digilander.libero.it/i2phd/
- [Ref. 4] 10,140 MHz kristallen: www.proehl-elektronik.de/rss/crystals.html (nvdr.: eveneens beschikbaar bij on5ex@uba.be)
- [Ref. 5] Eenvoudige 10,140 MHz zender: www.hanssummers.com/radio/rssjb

Liste des composants

1 IC SA602
1 IC NE5534
3 selfs 10 µH
1 cristal 10,14 MHz (ref 4)
1 plug stereo 3,5 mm
1 cable USB
1 condensateur variable polyvaricon
1 morceau de laminé

Fonctionnement

Le récepteur marche bien, certainement en tenant compte de la simplicité de la conception et de la construction. L’audio peut être écouté en mettant un petit écouteur sur la sortie de la carte son. Parfois il y a interférence de l’une ou l’autre station puissante sur une fréquence voisine mais cela est rare et peu audible. L’antenne peut être pendue entre deux points (arbre, gouttière, etc.). Les changements de température dus au vent ou au soleil peuvent provoquer de petites variations de la fréquence du cristal, cela

peut se remarquer sur la **figure 1**. On peut envisager de mettre la boîte dans une protection en mousse de plastique pour une meilleure isolation thermique.



Et maintenant les tests sur le terrain! Andrea IW0HK était à Londres pour des vacances en famille. Nous nous sommes promenés quelques heures en direction de Hampstead Heath dans le nord de Londres pour tester le récepteur sur Parliament Hill. Le temps splendide a contribué au plaisir de la mini-expédition et sur la colline il y avait assez d’arbres pour y suspendre l’antenne. Le récepteur et l’antenne vont facilement dans le sac du laptop ce qui ajoute au plaisir.

Nous avons rapidement pu identifier 4 stations QRSS: deux italiennes (Paolo I1DFS et Andrea IK4IDP), une station américaine du Maryland (Larry WB3ANQ) et mon propre petit émetteur au sud de Londres (ref 5) à une distance de quelques 24 km. Sur quelques images du signal de ce dernier émetteur il y avait des signaux “fantômes” qui rejoignaient rapidement le signal principal. Ces “extras” étaient produits par des effets doppler dus aux réflexions du signal sur des avions atterrissant sur l’aéroport très actif de Heathrow. Cette agréable après-midi n’est qu’un petit échantillon du plaisir que l’on peut avoir avec ce mode et ce petit récepteur.

73, Hans Summers G0UPL

Références

- Réf 1 informations à propos de Nyquist: en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_rate
- Réf 2 Website WB3ANQ (www.wb3anq.com/) et website VK6DI (www.users.on.net/~davroz/vk6di/index.html)
- Réf 3 ARGO et autres software populaires d’analyse fourier de l’audio: digilander.libero.it/i2phd/
- Réf 4 cristaux 10,140 MHz: www.proehl-elektronik.de/rss/crystals.html (aussi disponibles chez on5ex@uba.be)
- Réf 5 émetteur simple 10,140 MHz: www.hanssummers.com/radio/rssjb

