

Homemade ionogrammen / Ionogrammes maison

Door/par: ON6RR, ON5UQ – Traduit par ON5FD

In CQ-QSO 11-12/2008 werden ionogrammen, afkomstig van een professioneel station zoals dit van het Geofysisch Centrum van het KMI te Dourbes, toegelicht. Het is echter ook mogelijk om zelf ionogrammen op te tekenen.

Wanneer onze HF-ontvanger op een rustige frequentie in SSB staat ingesteld, hoor je op regelmatige tijdstippen een tijlgehoed ('swiep') uit de luidspreker komen. Dit zijn typische signalen afkomstig van 'chirp sounders' (CS). Zij kunnen gebruikt worden voor het registreren van homemade ionogrammen.

Chirp Sounders

Chirp sounders zijn zenders die met een ongemoduleerde, doorlopende draaggolf over een gedeelte van de decametrische banden zwaaien (sweep). Over het algemeen gebeurt dit tussen 2 en 30 MHz maar er zijn er ook die tussen bijvoorbeeld 8 en 30 MHz zwaaien. Frequenties voorbehouden aan de hulpdiensten en deze voor de radioastronomie (13360-13410 en 25550-25670 kHz) worden overgeslagen.

Het zendvermogen varieert van 10 tot 10.000 Watt en de antennes zijn meestal rondstralers. De meest gebruikte zwaaisnelheid is 100 kHz/s maar ook andere zijn in gebruik: 50, 125, 150 of 500 kHz/s.

De verschillende CS starten hun uitzending op een welbepaald aantal seconden na 00.00.00 UTC. Enkele voorbeelden van gebruikte starttijden zijn: 20, 78, 442, 500, 1080 enz. Deze starttijd wordt de 'chirp time' genoemd.

Veel CS zijn GPS-gesynchroniseerd. Het zijn deze sounders die bruikbaar zijn voor onder andere het registreren van homemade ionogrammen.

Chirp Time

In **figuur 1** is de verticale as de frequentie in MHz en de horizontale as de tijd in seconden na 00.00.00 UTC. In werkelijkheid start de CS niet onder 2 MHz, maar er wordt aangenomen dat hij dit wel doet en dit geeft ons de gelegenheid om op een eenvoudige wijze naar de sounder te verwijzen. Eerst nemen wij de nul tijd (het snijpunt van de twee assen) als 00.00.00 UTC. Vervolgens start onze CS voor zijn eerste frequentiezwaai op 76 seconden na 00.00.00 UTC. Elke nieuwe zwaai cyclus start na een interval van 300 sec dus in ons voorbeeld start de tweede cyclus op 376 seconden. Dit interval wordt de periode genoemd. Deze CS heeft een periode van 300 seconden en een chirp time van 76 seconden. Een andere, vaak gebruikte periode is 900 seconden en een klein aantal CS gebruiken nog andere waarden voor de periode.

Uit het bovenstaande kunnen we afleiden op welk tijdstip een CS op een zekere frequentie zal waar te nemen zijn. Nemen we 14 MHz als voorbeeld. De zwaaisnelheid is 100 kHz per seconde. Op 14 MHz zou de sounder $14000 \text{ kHz} / 100 = 140$ seconden nodig hebben om vanuit de startfrequentie 14 MHz te bereiken en dit indien hij om 00.00.00 UTC zou vertrekken. Hij is echter 76 seconden later gestart en komt dus op 14 MHz langs om $76 + 140 = 216$ seconden. Met een periode van 300 seconden komt de volgende chirp door om $376 + 140 = 516$ seconden, enz.

De formule voor het bepalen van het tijdstip waarop een signaal van een bepaalde CS op een bepaalde frequentie voorbijkomt is:

$$\text{tijd} = \text{chirp time} + (\text{frequentie in kHz} / 100) [1]$$

Voor CS met andere periodes gelden dezelfde regels. Een sounder met een periode van 900 herstart zijn volgende zwaai 900 seconden later.

Dans le CQ-QSO 11-12/2008 des ionogrammes provenant de stations professionnelles comme celle du Centre Géophysique de l'Institut Royal Météorologique de Dourbes ont été publiés et expliqués. Il est également possible de réaliser soi-même des ionogrammes similaires. Quand le récepteur est réglé sur une fréquence non perturbée en SSB, on peut entendre à intervalles réguliers un gazouillis qui sort du haut-parleur. C'est un signal typique provenant d'un "Chirp Sounder" (CS). Ce sont ces signaux qui peuvent être utilisés pour réaliser un ionogramme "home made".

Chirp Sounders

Ce sont des émetteurs qui balaient une partie des bandes décamétriques avec une onde de puissance fixe mais non modulée. En général, cela se passe entre 2 et 30 MHz, mais il y en a qui balaient entre par exemple 8 et 30 MHz. Les fréquences réservées pour les services d'aide ou pour la radioastronomie (13360 – 13410 et 25550 – 25670) sont sautées lors de ce balayage.

La puissance d'émission varie de 10 à 10.000 Watts et les antennes sont en général omnidirectionnelles. La vitesse de balayage la plus employée est de 100 kHz/sec mais on en rencontre aussi d'autres: 50, 125, 150 ou 500 kHz/sec. Les différents émetteurs CS démarrent leur émission à un nombre précis de secondes après 00.00.00 UTC. Quelques exemples de moments de démarrage: 0, 78, 442, 500, 1080, etc. Ces moments de démarrage sont appelés "Chirp Time". La plupart des stations CS sont synchronisées par GPS. Ce sont ces émetteurs que nous pouvons utiliser pour réaliser des ionogrammes home made.

Chirp Time

La **figure 1** donne la fréquence en MHz correspondant au temps en secondes après 00.00.00 UTC. En fait, les CS ne démarrent pas en-dessous de 2 MHz mais il est admis qu'elles le font parfois et cela nous donne la possibilité de nous rabattre sur un émetteur CS précis. Nous prenons d'abord le point zéro (point d'intersection des deux axes) comme 00.00.00 UTC. Ensuite, le CS démarre son balayage 76 secondes après 00.00.00 UTC; le cycle de balayage suivant

démarre après un intervalle de 300 secondes, donc dans notre exemple le deuxième cycle commence à 376 secondes. On nomme cet intervalle la période; le CS en question a donc une période de 300 secondes et un "chirp time" de 76 secondes. Une autre valeur de période souvent employée est de 900 secondes et un petit nombre de CS utilisent encore d'autres valeurs pour la période.

De ce qui précède, nous pouvons déduire à quel moment un CS pourra être observé sur une fréquence déterminée. Prenons 14 MHz comme exemple. La vitesse de balayage est de 100 kHz par seconde et donc l'émetteur prend $14000 / 100 = 140$ secondes pour passer de la fréquence de départ à 14 MHz. Comme il est parti 76 secondes après 00.00.00 UTC il passera sur 14 MHz à $76 + 140 = 216$ secondes.

Avec une période de 300 secondes, le chirp suivant se produira à $376 + 140 = 516$ secondes, etc.

La formule déterminant le moment où le signal d'un CS déterminé passera sur une fréquence déterminée est donc:

$$\text{temp} = \text{chirp time} + (\text{fréquence en kHz} / 100) [1].$$

Pour les CS avec d'autres périodes, les mêmes règles de calcul s'appliquent. Un CS avec une période de 900 fait donc le balayage suivant

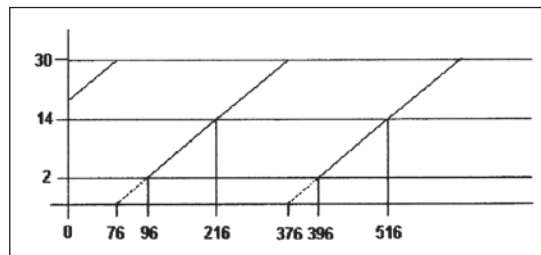


Fig. 1

De uitzendingen worden gestopt op 30 MHz of een andere ingestelde hoogste frequentie en tussen de verschillende periodes in blijft de CS radiostil (geen uitzending).

Professionele transceivers – vooral deze gebruikt voor diplomatieke of militaire verbindingen – maken dikwijls gebruik van technieken als ‘frequency hopping’ en ‘master/slave’ procedures. Om de verbinding te kunnen garanderen moet men de propagatiecondities voor het te overbruggen traject kennen. Daarom wordt er op een punt (gewoonlijk het basisstation) een chirpzender in werking gesteld en op een ander punt een chirpontvanger.

Meestal is de chirpontvanger in de transceiver ingebouwd. Voor één basisstation kunnen er zo op verschillende standplaatsen chirpontvangers gebruikt worden. Het basisstation vraagt op regelmatige tijdstippen automatisch de bekomen registraties (ionogram, detect log, enz) op. In de geheugens van deze transceivers zijn frequentiebanken geprogrammeerd. Gewoonlijk blijven deze beperkt in een gamma tot 2 maximum 3 MHz. De uitzendingen op zo’n frequentie duren gewoonlijk 30 s en dan geeft de master aan de slaaf het bevel naar een andere frequentie uit die frequentiebank te gaan.

Dit laatste kan ook automatisch en gelijktijdig gebeuren bij de twee betrokken stations. Het basisstation stelt automatisch de voor dit ogenblik best geschikte frequentiebank in en beveelt hieruit een startfrequentie. Het is zo dat de gebruikers de in gebruik zijnde frequentie niet kennen. Er is geen enkele aanduiding.

Met behulp van automatische antennetuners wordt de antenne in resonantie gebracht.

Benodigd materiaal

- een GPS-ontvangermodule met een ‘pulse per second’ (PPS) uitgang en werkend met het National Marine Electronics Association (NMEA) protocol. CS-ontvangers die GPS-vergrendeld zijn leveren nauwkeurige opnames op. Zoals we verder zullen zien kan het ook met andere synchronisatiemiddelen, echter ten koste van de nauwkeurigheid van de metingen.
- een HF USB ontvanger waarvan de AVC kan uitgeschakeld worden. Met ingeschakelde AV C zijn de signaalsterkte en signaalruisverhouding moeilijk correct te bepalen.
- minimum een PC Pentium II 260 MHz uitgerust met Windows 95 of hoger en een 16 bit stereo geluidskaart.
- eventueel: een interface TTL => RS-232 (bijv. zelfbouw met MAX232 en 74HCT14)
- aangepaste software

Software

De hier gebruikte software voor registratie is “ChirpView” van Andrew Senior, G0TJZ. Zij is freeware.

De beschrijving van deze software wordt hier beperkt tot de registratie van ionogrammen en de Detect Log functie. Er zijn echter nog meer mogelijkheden:

- *Waterfall*: hiermee worden één of gelijktijdig meerdere CS gedurende langere tijd (uren of zelfs dagen) geobserveerd.
- *Statistic*: uit de log wordt een tabel met statistieken van de gemiddelden opgebouwd.
- *Chirp Time Clock*: geeft de resterende tijd aan tot een CS-sigitaal op de ingestelde frequentie zal verschijnen, rekening houdend met de verschillende chirp times.

Zoals hiervoor vermeld, doorlopen de sounders het ingestelde frequentiesegment met een snelheid van 100 kHz/s. Professionele ontvangers volgen deze zwaai over het volledige ingestelde spectrum, maar met radioamateurapparatuur is dit vrijwel onmogelijk. In SSB bedraagt de bandbreedte 3 kHz

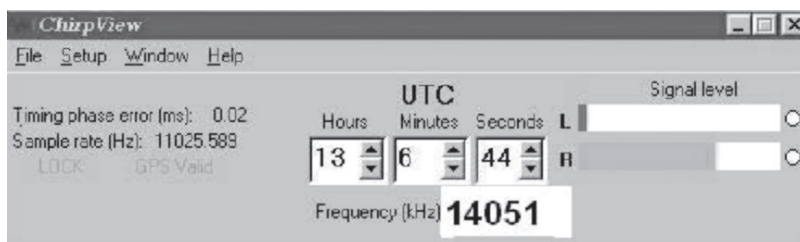


Fig. 2

après 900 secondes. Les émissions s’arrêtent à 30 MHz ou à une autre fréquence prédéterminée et entre les différentes périodes le CS est en silence radio.

Les transceivers professionnels, surtout ceux utilisés pour les liaisons diplomatiques ou militaires, utilisent souvent des techniques comme le “frequency hopping” et les procédures “master/slave”. Pour garantir que ces liaisons seront bonnes, il est nécessaire de connaître les conditions de propagation sur le trajet à parcourir et c’est pour cela que l’on met en action un CS en un point (généralement la station de base) avec à l’autre extrémité du trajet un récepteur de chirp.

Dans la plupart des cas, ce récepteur se trouve incorporé dans le transceiver. Pour une station de base il peut y avoir plusieurs récepteurs de chirp se trouvant à divers endroits. La station de base demande à intervalles réguliers que les stations de réception lui transmettent les enregistrements réalisés (ionogrammes, detect log, etc). Dans les mémoires de transceivers se trouvent des “banques de fréquences utilisables”, le plus souvent limitées à une gamme de 2 à 3 MHz. Les émissions sur une fréquence durent généralement 30 secondes et ensuite la station “maître” donne ordre à la station “esclave” de passer sur une autre fréquence de la banque de fréquences. Cela peut aussi se faire automatiquement et en même temps pour les deux stations. La station de base peut, sur base de ces mesures, déterminer quelle est la fréquence à utiliser pour les communications et démarre sur cette fréquence. A remarquer que les utilisateurs des stations ignorent quelle est la fréquence utilisée à ce moment car ils ne disposent d’aucune indication. L’antenne est mise en résonance par des tuners d’antenne automatiques.

Matériel nécessaire

- Un module de réception GPS avec une sortie “pulse per second” (PPS) utilisant le protocole NMEA (National Marine Electronics Association). Les récepteurs CS verrouillés par GPS donnent des enregistrements précis. Comme nous le verrons plus loin, on peut aussi utiliser d’autres moyens de synchronisation, mais aux dépens de la précision des mesures.
- un récepteur HF USB dont l’AVC peut se déconnecter. Si l’AVC est en action, il est très difficile d’apprécier le niveau du signal et le rapport signal/bruit.
- Au minimum un PC Pentium II 260 MHz équipé de Windows 95 ou mieux et d’une carte son stéréo 16 bits.
- Eventuellement une interface TTL => RS 232 (par exemple home made avec MAX 232 et 74HCT14).
- Et bien entendu le logiciel nécessaire.

Software

Le logiciel que nous utilisons pour l’enregistrement est “Chirp View” d’André Senior G0TJZ. C’est un freeware.

La description de ce logiciel se limite ici à l’enregistrement d’ionogrammes et à la fonction Detect Log.

Mais il y a encore d’autres possibilités:

- *Chute d’eau*: Avec ce logiciel, on peut observer un ou plusieurs CS pendant un temps long (heures ou même jours).
- *Statistiques*: A partir du log est constitué un tableau statistique des moyennes.
- *Chirp Time Clock*: Donne le temps qui va s’écouler jusqu’à ce qu’un signal CS apparaisse sur la fréquence choisie, compte tenu des différents chirp times.

Comme signalé plus haut, les CS parcourent le segment de fréquences choisi avec une vitesse de 100 kHz par seconde. Les récepteurs professionnels suivent ce balayage sur la totalité du spectre choisi, mais avec un équipement radioamateur cela est pratiquement impossible. En SSB, la largeur

en doorloopt het ongemoduleerde CS-sigitaal dit segment gedurende 30 milliseconden. Vandaar het tijlpgeluid. In ChirpView is een digitaal filter geprogrammeerd dat heel nauwkeurig de signalen van de sounders doorlaat en de andere onderdrukt.

ChirpView ontvangt sounders met een sweepsnelheid van 100 kHz/s. Een afstemmingsfout van de ontvangstfrequentie van 100 Hz geeft al een tijdsfout van 1 milliseconde. Er worden dus hoge eisen gesteld aan de frequentienauwkeurigheid en de frequentie-stabiliteit van de gebruikte ontvanger. Bovendien moet de start van de registratie exact overeenkomen met het tijdstip waarop de sounder start. Om dit op te vangen ontwikkelde Arend PA1ARE het programma "Stepper" dat de ontvanger aanstuurt in stappen van 100 kHz, synchroon met de sounder. De chirp time en de startfrequentie waarop de scan moet beginnen, kunnen ingesteld worden. Het resultaat hiervan wordt als een ionogram weergegeven in ChirpView. Bovendien worden de karakteristieken van de ontvangen signalen in Detect Log opgeslagen (zie verder). Arend PA1ARE ontwikkelde ook "Plot", een programma om uit de loggegevens een ionogram samen te stellen.



Fig. 3

de bande est 3 kHz et le signal CS non modulé traverse ce segment en 30 millisecondes, d'où le gazouillis.

Dans le programme Chirp View, il y a un filtre digital qui admet les signaux des CS et rejette tous les autres.

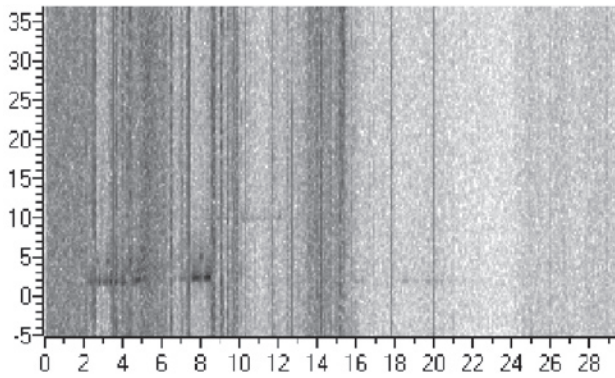
Chirp View reçoit les CS avec une vitesse de balayage de 100 kHz/s. Une erreur dans la fréquence de réception de 100 kHz donne une erreur de 1 milliseconde. Il y a donc des exigences très élevées pour l'exactitude de la fréquence et la stabilité en fréquence du récepteur employé. D'autre part, le début de l'enregistrement doit correspondre exactement avec le start du CS. Pour résoudre ces problèmes, Arend de PA1ARE a développé le programme "Stepper" qui commande le récepteur en pas de 100 kHz, synchrone avec le CS. Le "chirp time" et la fréquence

à laquelle le scanning doit débuter peuvent être choisis. Le résultat de l'observation est donné sous forme d'un ionogramme affiché par "Chirp View". En plus, les caractéristiques des signaux reçus sont sauvegardées dans "Detect Log" - (voir plus loin). Arend de PA1ARE a également développé "Plot", un programme qui permet de faire un ionogramme à partir des données du log.

Enkele ionogrammen

Het ChirpView-ionogram van **figuur 4** is gemaakt in 'normale' propagatieomstandigheden. De verticale as is onderverdeeld in milliseconden en de horizontale as in MHz. In dit voorbeeld is het CS-station gesitueerd in het zuidoosten van Frankrijk en de ontvangstinstallatie in het centrum van België. Op het ogenblik van de opname is er dus verbinding tussen deze twee standplaatsen mogelijk tussen 2,5 en 8,7 MHz. Ook 18 tot 20 MHz behoort tot de mogelijkheden, zij het heel zwak. De CS slaan bepaalde gedeelten van het frequentiespectrum over en dit onder andere om de nooddiensten niet te storen. Het is ook mogelijk dat sterke omroepersignalen de CS-signalen onderdrukken.

Fig. 4



Ter hoogte van 12 ms en vanaf 8 tot 13 MHz is er eveneens een zwak signaal zichtbaar. Dit is afkomstig van één van de drie CS met standplaats Cyprus. De magnetische loopantenne stond richting Frankrijk en de CS bevindt zich in Cyprus, bijgevolg zijn de signalen veel zwakker als de signalen uit Frankrijk.

De tijd nodig voor het traject Cyprus – België is 12 ms. De door de gereflecteerde golf afgelegde afstand bedraagt dus ongeveer $0,0012 * 300000 = 3600$ km.

De geografische afstand tussen beide punten bedraagt 2955 km. De gereflecteerde golf heeft een extra traject van 645 km afgelegd. Met deze gegevens is het mogelijk om vast te stellen hoe hoog de weerkaatsing heeft plaats gevonden (driehoeksmetkunde). Via meerdere ionogrammen kan men bovendien de hoogtevariatie blijven volgen.

Voor de berekening van de tijdsduur wordt in de ionogrammen ook rekening gehouden met de vertraging in de ontvanger (mixers, filters, enz.). Voor een Yaesu FT-1 ontvanger bijvoorbeeld, bedraagt deze vertraging 1,47 ms wat overeenkomt met een afgelegde afstand van 450 km. Hierbij moet dan nog de vertraging in de geluidskaart bijgeteld worden. Voor het bepalen van deze vertraging is er het programma "Rx Delay" dat samen met ChirpView kan bekomen worden.

Figuur 5 toont een ChirpView-ionogram, vijf minuten later opgenomen als dit van figuur 4, op dezelfde frequentie. Op dit ogenblik was er hoge sporadische-E (Es) activiteit. Het traject was identiek aan dit van het vorige ionogram. Zoals je merkt, is er nu mogelijkheid om vanuit het

Quelques ionogrammes

L'ionogramme chirp view de la **figure 4** a été fait dans des circonstances de propagation normale. L'axe vertical est gradué en millisecondes et l'axe horizontal en MHz. Dans cet exemple, la station CS est située dans le Sud Est de la France et l'installation de réception se trouve dans le centre de la Belgique. Au moment de l'enregistrement il y a donc possibilité de liaison entre ces deux points entre 2,5 et 8,7 MHz. L'espace 18 à 20 MHz offre également des possibilités, mais assez faibles. Les CS n'émettent pas sur certaines parties du spectre des fréquences parcouru afin de ne pas perturber les

services de sécurité. Il est aussi possible que des signaux d'émetteurs de radiodiffusion puissants perturbent les signaux CS en les couvrant.

A la hauteur de 12 ms et de 8 à 13 MHz, on peut aussi voir un faible signal. Ce signal provient de l'un des trois CS se trouvant à Chypre. L'antenne cadre magnétique était orientée vers la France et donc les signaux venant de Chypre sont beaucoup plus faibles que ceux venant de France.

Le temps nécessaire pour le trajet Chypre Belgique est 12 ms. La distance parcourue par l'onde réfléchi est donc d'environ $0,0012 * 300000 = 3600$ km.

La distance géographique entre les deux points est de 2955 km et donc l'onde réfléchi a parcouru une distance supplémentaire de 645 km. Avec ces données, il est possible de déterminer à quelle altitude s'est faite la réflexion (par calcul trigonométrique). En se basant sur plusieurs ionogrammes, on peut continuer à suivre la variation de cette altitude.

Pour le calcul de la durée, on tient compte dans les ionogrammes du temps de passage dans les circuits du récepteur (mélangeurs, filtres, etc.). Pour un Yaesu FT1 par exemple ce temps de passage est de 1,47 ms, ce qui correspond à une distance parcourue de 450 km. A cela, il faut ajouter le ralentissement (temps de passage!) dû à la carte son. Pour déterminer ces retards de transmission on a le programme "Rx Delay" qui peut s'obtenir en même temps que Chirp View.

La **figure 5** montre un ionogramme Chirp View pris sur la même fréquence que celui de la figure 4, mais cinq minutes plus tard. A ce moment, il y avait une activité sporadique E (Es) importante. Le traject était identique pour les deux ionogrammes. On peut remarquer qu'il y a à ce moment

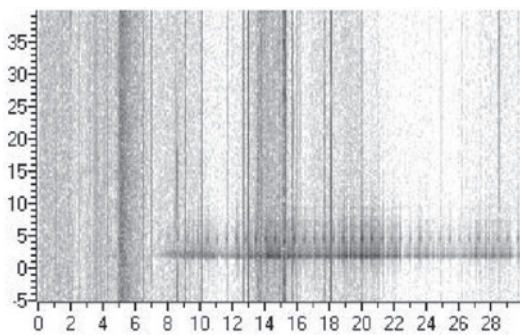


Fig. 5

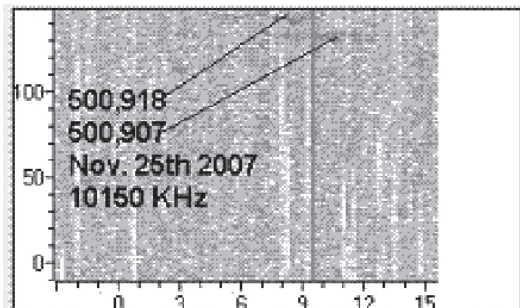


Fig. 6

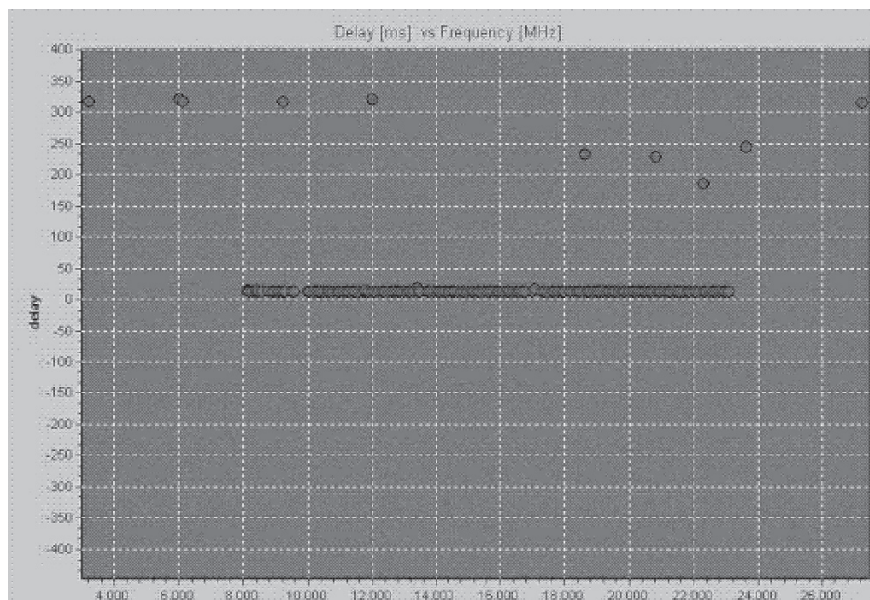


Fig. 7

centrum van België verbinding te maken tussen 7 en 29 MHz. Dit zijn uitzonderlijke omstandigheden. Op dergelijke tijdstippen kan je hier in België op 10 of 14 MHz stations horen uit België of de aangrenzende landen. Iets wat in normale omstandigheden zo goed als uitgesloten is.

Figuur 6 is een “Plot” ionogram van het traject Cyprus-België op 30 oktober 2008 om 1533 UTC. Dit programma biedt je de mogelijkheid om uit te zoomen om het signaal beter te kunnen beoordelen.

Eddy ON5UQ registreerde het mooie waterval op het traject Nieuw Zeeland – België dat wordt afgebeeld in **figuur 7**. Long en short path zijn gelijktijdig zichtbaar.

Chirp Sounders lijst

John ON6JC/LW3HAZ, maakte een handige en nuttige samenvatting met gegevens van gekende CS. Zie de referentielijst onderaan dit artikel.

Tijdsynchronisatie

Met ChirpView moeten we over een accurate tijdsynchronisatie beschikken. De beste en voor radioamateurs betaalbare oplossing is de PPS-uitgang (puls per second) van een GPS-ontvangermodule. Deze uitgang wordt met de rechteringang van de geluidskaart verbonden. De ontvanger audiouitgang wordt verbonden met de linkeringang van deze kaart. Natuurlijk kunnen ook rubidium- of cesiumstandaarden gebruikt worden, maar die zijn voor de meeste onder ons zo goed als onbetaalbaar. Als alternatief - maar met minder nauwkeurige metingen als gevolg - kan gebruik gemaakt worden van de signalen van tijdsignaalzenders zoals DCF op 77,5 kHz, MSF op 60 kHz, HBG op 75 kHz enz. Deze signalen moeten dan met een tweede ontvanger opgenomen worden en vervolgens aan de geluidskaart toegevoegd (rechteringang). De audiotoon moet op 1000 Hz ingesteld worden. De opgaande flank van het ontvangen puls-signaal bepaalt de tijdsovergang. Bij gebrek aan een PPS-signaal moet de tijd handmatig worden ingesteld via het ChirpView besturingspaneel. Met PPS gebeurt dit automatisch na enkele minuten. LOCK licht dan op in het panel.

NMEA

De NMEA-uitgang van de GPS moet verbonden worden met een seriële poort van de computer, dit om de ontvangen en verwerkte gegevens op het scherm te brengen en op te slaan.

possibilité de faire une liaison à partir du centre de la Belgique entre 7 et 29 MHz, ce qui est une situation exceptionnelle. On peut alors entendre sur 10 ou 14 MHz des stations de Belgique ou de pays voisins, ce qui est pratiquement exclu dans des circonstances normales.

La **figure 6** est un ionogramme “Plot” du trajet Chypre – Belgique le 30 octobre 2008 à 15.33 UTC. Le programme offre la possibilité de faire un zoom afin de pouvoir mieux juger le signal.

Eddy de ON5UQ a enregistré la jolie chute d’eau du trajet Nouvelle-Zélande Belgique qui est représenté **figure 7**. Les long et short paths sont clairement visibles en même temps

Liste des Chirp Sounders

John de ON6JC/LW3HAZ a fait un résumé très utile des données des CS connus. Voir la référence au bas du présent article.

Synchronisation du temps

Avec Chirp View il nous faut une synchronisation du temps très précise. La meilleure solution, et pour le radioamateur la plus abordable, est d’utiliser la sortie PPS (pulse per second) d’un récepteur GPS. Cette sortie est connectée à l’entrée droite de la carte son. La sortie audio du récepteur est elle connectée à l’entrée de gauche de cette carte. On peut bien entendu aussi utiliser des standards au rubidium ou au césium mais ceux-ci sont, pour la plupart d’entre nous, impayables. Comme alternative, on peut utiliser les signaux des balises comme DCF sur 77,5 kHz, MSF sur 60 kHz, HBG sur 75 kHz, mais au prix d’une moindre précision des mesures. Ces signaux doivent être captés par un deuxième récepteur et envoyés à l’entrée de droite de la carte son. La BF doit être réglée sur 1000 Hz. C’est la partie montante du signal reçu qui détermine le basculement. A défaut de signal PPS, il faudra régler manuellement via le panneau de commande de Chirp View le temps de basculement. Avec PPS, cela se fait automatiquement et le symbole LOCK s’allume sur l’écran.

NMEA

La sortie NMEA du GPS doit être connectée à l’entrée série du computer afin que les données reçues et traitées soient affichées sur l’écran.

DETECT LOG

De functie 'Detect Log' in ChirpView geeft de gedetecteerde CS weer met de door het programma herkende informatie, bijvoorbeeld:
Logging started at 02/11/2008 08:40:57 UTC (Computer clock)
[ChirpView 1.16]
Receive frequency 14051 kHz
Sweep rate 100 kHz/s
Timing is in lock
09:28:16 33976.0124 39.8 300 76.0124 Anytown BE

Toelichting bij de gegevens van een registratielijijn:

09:28:16 de tijd van de registratie in UTC
33976.0124 Dit gegeven bevat twee informaties. Voor de punt: de chirp time. Na de punt: de tijdsduur van de door het signaal afgelegde weg. In dit geval start de sounder zijn uitzending om 33976 (9,4377777 of 9 uur 26 minuten en 16 seconden). De 76 in 33976 is de chirp time. Ons gereflecteerd signaal heeft een afstand van $0.0124 \text{ s} * 300.000 \text{ km/s}$ of 3.720 km afgelegd
39.8 de signaalsterkte van het ontvangen signaal
300 de periode
76.0124 de chirp time plus de trajecttijd
Anytown naam van de standplaats ('Unknown' indien onbepaald)
BE Land van herkomst

GPS-vergrendelde sounders kunnen zijn gemakkelijk terug te vinden in de log: de chirp time is steeds een fractie van een seconde en in het algemeen minder dan 0,140 s, de tijd nodig voor een signaal om rond de aardbol te gaan. Al de gekende registraties van GPS-gesynchroniseerde CS geven waarden die op een even getal eindigen.

Uit bovenstaande kan men ook afleiden dat een short path traject nooit boven 0,070 seconden en een long path traject steeds boven 0,070 seconden zal gaan.

Andere mogelijkheid

Het is natuurlijk ook mogelijk om de CS 'met het gehoor' te volgen. Kies een QRM-vrije frequentie en noteer, tot op de seconde nauwkeurig, de doorgangen van de CS-signalen. Een DCF-klokje of andere gekende tijdsignalen kunnen hier heel nuttig zijn. Bereken aan de hand van de sounderlijst van John ON6JC/LW3HAZ en de hierboven vermelde formule [1] de chirp time. Zo kan je een lijst samenstellen voor je eigen station en hoeft je enkel die te raadplegen om vast te stellen welke sounder zojuist werd gehoord. Indien zo'n tabel voor de verschillende amateurbanden opgesteld wordt, kan je ook de propagatie in verschillende richtingen vaststellen. Ziezo, hopelijk is het duidelijk waar die tijlpgeluiden vandaan komen en wat we eruit kunnen afleiden.

**Succes en 73,
ON6RR Staf - UBA Sectie LVN**

Bronnen en referenties

ChirpView by Andrew Senior G0TJZ:
www.dcs.lancs.ac.uk/~senior/chirpview.html
PA1ARE chirps page: homepages.ipact.nl/~pa1are/index.html
Chirp sounders lijst door John ON6JC/LW3HAZ:
www.jcoppens.com/radio/prop/index.en.php

33976.0124 39.8 300 76.0124 Anytown BE

Explication des données de cette dernière ligne:

09:28:16 heure de l'enregistrement en UTC
33976.0124 Ce nombre contient deux informations. Avant le point: le chirp time. Après le point: la durée du trajet du signal. Dans ce cas précis, le CS démarre son émission à 33976 (9,4377777 ou 9h 26min 16 sec). Le 76 dans ce nombre est le chirp time. Le signal réfléchi a parcouru une distance de $0,0124 \text{ seconde} * 300000 \text{ km/s}$ soit 3720 km.
39.8 le niveau du signal reçu
300 la période
76.0124 de chirp time plus de trajectijdle chirp time plus la durée du trajet
Anytown anytown nom de l'endroit - unknown si non déterminé
BE Pays d'origine

Les CS pilotés par GPS peuvent être facilement retrouvés dans le log: le chirp time est toujours une fraction de seconde et dans l'ensemble moins que 0,140 sec, le temps nécessaire pour que le signal fasse le tour du monde. Tous les enregistrements de CS synchronisés par GPS ont des valeurs qui se terminent toutes par un chiffre pair.

De ce qui précède, on peut déduire qu'un trajet short path ne sera jamais supérieur à 0,070 seconde et un trajet long path sera toujours supérieur à 0,070 seconde.

Autre possibilité

Il est bien entendu toujours possible de suivre les CS à l'oreille. Choisir une fréquence exempte de QRM et noter, à la seconde près, le passage des signaux du CS. Une horloge DCF ou d'autres signaux de temps connus sont très utiles. Calculer sur base de la liste des CS de John ON6JC/LW3HAZ et de la formule citée plus haut sous [1] du chirp time. De cette façon on peut établir une liste pour sa propre station et il suffit de consulter cette liste pour savoir quel est le CS que l'on vient d'entendre. Si une liste de ce genre est établie pour les différentes bandes amateur, on peut prévoir la propagation dans les diverses directions.

Voilà, il est clair maintenant d'où viennent ces gazouillis et ce que nous pouvons en tirer.

**Bonne chance et 73,
ON6RR, Staf - section LVN de l'UBA**

Sources et références

ChirpView by Andrew Senior G0TJZ:
www.dcs.lancs.ac.uk/~senior/chirpview.html
PA1ARE chirps page: homepages.ipact.nl/~pa1are/index.html
Chirp sounders lijst door John ON6JC/LW3HAZ:
www.jcoppens.com/radio/prop/index.en.php