

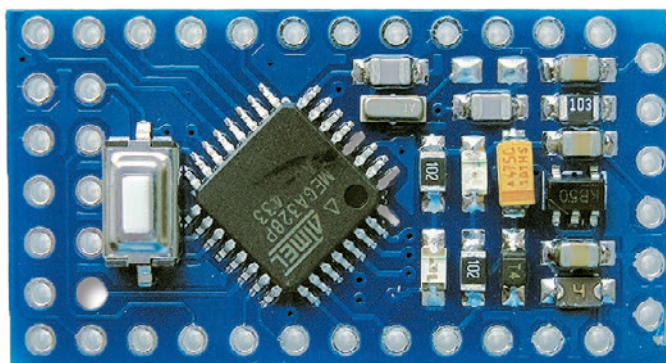
## Arduino en GPS-data

(deel 2)

door ON4CDU Hans

### Praktische zaken

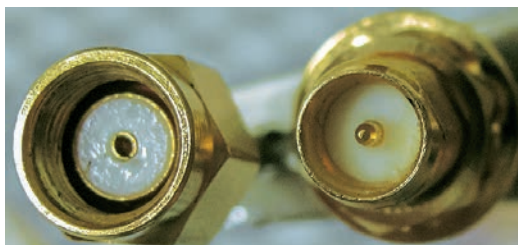
Als de experimenten met een Arduino geslaagd zijn, komt het moment voor een definitief ontwerp en het klaarmaken van een kastje om alles in te stoppen. De Arduino Uno is heel geschikt voor experimenten, maar nogal groot voor een definitief apparaat. Een eenvoudige oplossing is een Arduino Nano of Micro te nemen; deze is compatibel en op dezelfde manier te programmeren als de Uno. Ook heel goed bruikbaar is de Mini (Pro) versie, een soort Nano zonder usb-aansluiting. De Mini is klein (een Atmel processor op een printje met wat componenten er omheen) en goedkoop, maar bezit dus geen usb-aansluiting om het programma te laden. Het programmeren doe je via een externe usb-naar-serieelomzetter, of door een programmer aan te sluiten. Beide oplossingen zijn uitgebreid op het internet beschreven. De Mini bestaat in twee uitvoeringen: de 5V 16 MHz-versie en de 3,3V 8 MHz-versie. Verder blijkt dat er kloonversies bestaan die een iets andere print hebben dan de originele. Deze kloonversie, die ook in mijn display unit ingebouwd is, gebruik ik graag, omdat die goedkoop is en daar eenvoudig een programmer op aangesloten kan worden.



**Een kloonversie van Arduino Mini Pro, met aan de linkerkant extra aansluitingen voor de programmer**

*Une version clonée de l'Arduino Mini Pro, avec à gauche, des connexions supplémentaires pour le programmeur*

Doordat de Arduino Mini ook een 'mini' spanningsstabilisator heeft, kunnen de ontvanger en de verlichting van het LCD niet uit de processorprint gevoerd worden. Een externe 5V-stabilisator of het gebruik van een 5V-voeding (bijvoorbeeld een usb-lader voor een mobieltje) zijn dan goede oplossingen. De ontvangerprintjes GY-NEO6MV2 worden geleverd met een actieve patchantenne. Het kabeltje van de antenne naar de ontvanger is erg kort, omdat de antenne in mobieltoepassingen vaak direct bij de ontvanger wordt gemonteerd. Om een langere kabel aan de antenne te maken kun je natuurlijk het bestaande plugje eraf knippen, maar mijn voorkeur is om de originele plugjes te laten zitten en aanpassingstukjes te maken. De toegepaste connectoren zijn van het type U.FL en erg klein. Op eBay zijn kabeltjes van U.FL naar SMA en losse U.FL connectors te koop. De U.FL kabeltjes naar SMA komen uit wifi-routers, waarin de conventie voor de SMA-aansluiting precies andersom is dan wij gewend zijn: male en female zijn omgewisseld. Dit is bewust gedaan om te beletten dat grote antennes eenvoudig op deze routers aangesloten kunnen worden. Ik heb deze kabeltjes gekocht en een verloop gemaakt om weer op de gebruikelijke SMA-conventie uit te komen. Het maken van zo'n verloop is relatief simpel doordat de male pen en female bus even groot zijn en dus te verwisselen.



**Rechts het 'verkeerd om' male SMA-contact; links een gemoedificeerde SMA-connector die nu daarop past**

*A droite, le connecteur mâle SMA inversé; à gauche, un connecteur SMA modifié pour s'y adapter*

## Arduino et données GPS

(2<sup>ème</sup> partie)

par ON4CDU Hans – traduit par ON5WF Alain

### Considérations pratiques

Lorsque les expérimentations avec un Arduino sont réussies, on peut alors penser à un projet définitif et à préparer un boîtier pour le contenir. L'Arduino Uno convient très bien pour des expérimentations, mais il est un peu grand pour un appareil définitif. Une solution simple consiste à utiliser l'Arduino Nano ou Micro ; celui-ci est compatible et programmable de la même manière que l'Uno. La version Mini (Pro) est aussi facile d'emploi, une sorte de Nano sans connexion USB. Le Mini est petit (un processeur Atmel sur un petit circuit imprimé avec quelques composants autour) et bon marché, mais ne possède donc pas de connexion USB pour charger le programme. La programmation se fait via un convertisseur USB-série, ou en y raccordant un programmeur. Les deux solutions sont amplement développées sur Internet. Le Mini se décline en deux versions : la version 5V 16 MHz et la version 3,3V 8 MHz. Par ailleurs, il existe une version clonée, laquelle a un circuit imprimé légèrement différent de l'original. J'utilise volontiers ce clone qui est aussi installé dans mon unité d'affichage, il est bon marché et on peut y raccorder facilement un programmeur.

Etant donné que l'Arduino Mini a aussi un mini stabilisateur de tension, le récepteur et l'éclairage de l'afficheur LCD ne peuvent pas être alimentés à partir du circuit imprimé du processeur. Un stabilisateur 5V externe ou une alimentation 5V (par exemple un chargeur USB pour un mobile) constituent alors une bonne solution.

Les circuits imprimés des récepteurs GY-NEO6MV2 sont livrés avec une antenne patch active. Le câble reliant l'antenne au récepteur est très court, parce que dans une application mobile, l'antenne est souvent montée près du récepteur. Pour mettre un câble d'antenne plus long, on peut bien sûr enlever le plug existant, mais personnellement, je préfère réaliser une adaptation aux connecteurs originaux. Les connecteurs adaptés sont du type U.FL et très petits. Sur eBay, on peut acheter des adaptateurs U.FL vers SMA et des connecteurs U.FL libres. Les adaptateurs U.FL vers SMA proviennent de routeurs WIFI, pour lesquels la convention pour les connexions SMA est justement le contraire de celle à laquelle nous sommes habitués : mâle et femelle sont permutés. Cela est voulu pour éviter que de grandes antennes puissent être connectées facilement à ces routeurs. J'ai acheté ces adaptateurs et les ai modifiés pour revenir à la convention SMA normale. Ce travail n'est pas compliqué à réaliser car les broches mâles et femelles sont de mêmes dimensions et donc facilement permutables.

L'autre extrémité du connecteur U.FL a été montée sur un petit circuit imprimé sur lequel est raccordée l'antenne patch.

L'antenne GPS n'est pas étanche et, dans le cas où elle serait montée à l'extérieur, il est conseillé de la protéger en la plaçant dans un boîtier en plastique. Pour l'alimentation de l'unité d'affichage de mon Arduino, j'ai utilisé un chargeur USB pour GSM. Un connecteur micro USB monté sur un petit circuit imprimé et permettant d'y raccorder le chargeur, ne coûte pas grand-chose sur Internet et facilite grandement le montage.

L'alimentation USB 5 V est utilisée pour l'Arduino Mini, pour l'éclairage de l'afficheur LCD et pour l'alimentation du récepteur. Le raccordement du chargeur peut se faire sur le 5 V ou sur la connexion RAW de l'Arduino. Ne surtout pas raccorder l'éclairage de l'afficheur et le récepteur GPS sur le 5 V de l'Arduino Mini, lorsque la broche RAW est utilisée comme point d'alimentation, le régulateur de tension sur le petit circuit imprimé n'y survivrait pas !

De andere zijde van de U.FL connector heb ik op een klein printje gemonteerd en hierop wordt de patchantenne aangesloten.

De GPS-antenne is niet waterdicht, en als die buiten wordt gemonteerd is bescherming in een plastic doosje aan te raden.

Als voeding voor m'n Arduino display unit is een usb-lader voor de mobiele telefoon gebruikt. Een micro-usb-connector op een printje gemonteerd om de lader op aan te sluiten kost 'niets' op internet, en maakt de montage wel heel eenvoudig.

De usb 5 V-voeding wordt gebruikt om de Arduino Mini, de verlichting van het lcd en de ontvanger te voeden. De aansluiting van de lader kan zowel op de 5 V als op de RAW-aansluiting van de Arduino. Zeker niet de lcd-verlichting en de GPS-ontvanger op de 5 V van de Arduino Mini aansluiten als de RAW-pin als voedingspunt wordt gebruikt; dat overleeft de spanningsstabilisator op het printje niet!



#### De definitieve GPS Display Unit

L'unité d'affichage GPS définitive

Het kastje van de display unit is van ABS en heeft afmetingen van 140 x 66 x 28. Het is van de firma Hammond en gekocht bij Conrad met bestelnummer 522343-89. In het kastje zit een Arduino Mini (5V 16 MHz-versie), een GY-NEO6MV2 ontvanger, en een 16x2 lcd, dat met dunne strookjes blik is vastgemaakt zodat het een beetje te positioneren is in het uitgezaagde gat van het kastje.

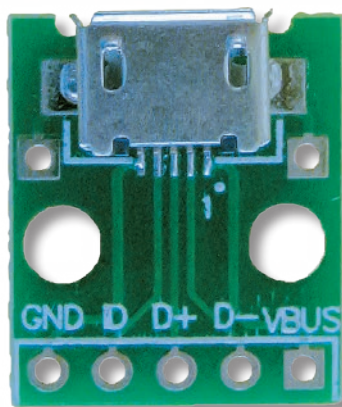
Het frontje is gemaakt van fotopapier. De lay-out voor het frontje is gemaakt met FrontDesigner van Abacom. Dit programma print op het fotopapier precies de maten die in het ontwerp zijn aangeduid.

### Frequentiereferentie

Al heel lang wordt er door radioamateurs gebruik gemaakt van GPS om een frequentiebron, meestal 10 MHz, stabiel te maken. De stabiliteit is afkomstig van de klok van de GPS-ontvanger, die gesynchroniseerd wordt met de uiterst stabiele klokken in het GPS. Hierdoor kan (helaas niet altijd) de klok in de ontvanger zeer stabiel zijn. Ontwerpen om een externe 10 MHz-bron aan de GPS-ontvangerklok te koppelen zijn talrijk. De twee bekende zijn het ontwerp van VE2ZAZ, dat gebruik maakt van de secondepuls, en het ontwerp van G3RUH (en anderen) dat het 10 kHz-signaal van een Jupiter GPS-ontvanger gebruikt.

Het VE2ZAZ-systeem ([http://ve2zaz.net/GPS\\_Std/GPS\\_Std.htm](http://ve2zaz.net/GPS_Std/GPS_Std.htm)) heb ik als hoofdreferentiebron in gebruik en synchroniseert een 10 MHz Isotemp OXCO134-10. Het is geen PLL (Phase Locked Loop), maar een FLL (Frequency Locked Loop). De resultaten daarvan zijn zo goed dat op de 10 GHz-amateurband frequentieafwijkingen van enkele Hz gemeten kunnen worden, maar soms is het dan niet duidelijk of dat door mijn bron, de achterzetontvanger of het beluisterde baken komt.

Het maken van zo'n referentie is niet echt moeilijk, maar om goede resultaten te bereiken moet wel veel aandacht aan details worden geschonken, en de bron moet een aantal uren aanstaan om 'op frequentie' te komen. Als we een bron willen hebben die sneller op frequentie zit, bijvoorbeeld als we die in het veld willen gebruiken, dan kan de 10 kHz-uitgang van de Jupiter uitkomst bieden. Het principe is eenvoudig: een fasevergrendeling van de referentiebron met het 10 kHz-signaal uit de ontvanger. Pak een stabiele



#### Micro usb-chassisdeel op een printje voor aansluiting op een usb-lader

Circuit imprimé avec un micro USB pour connexion avec un hub USB

Le boîtier de l'unité d'affichage est en ABS et a comme dimensions : 140 x 66 x 28. Il provient de la firme Hammond et a été acheté chez Conrad sous le n° de commande 522343-89. Le boîtier contient un Arduino Mini (version 5V 16 MHz), un récepteur GY-NEO6MV2 et un afficheur LCD 16x2 qui est fixé avec de minces bandes de fer blanc de façon à pouvoir le positionner convenablement dans la fenêtre découpée dans le boîtier.

La face avant est constituée de papier photo. Le lay-out de la face avant a été réalisé avec FrontDesigner d'Abacom. Ce programme imprime, sur le papier photo, les mesures exactes indiquées dans le projet.

### Etalon de fréquence

Les radioamateurs utilisent depuis déjà pas mal de temps, les GPS pour stabiliser une source de fréquence; le plus souvent 10 MHz. La stabilité est due à l'horloge du récepteur GPS, laquelle est stabilisée par l'horloge extrêmement stable du satellite GPS. De ce fait, l'horloge du récepteur peut être très stable (malheureusement pas toujours). Il existe de nombreux projets pour synchroniser une source externe de fréquence à 10 MHz sur l'horloge d'un récepteur GPS. Les deux plus connus sont le projet de VE2ZAZ, qui utilise l'impulsion des secondes, et celui de G3RUH (et autres) qui utilise le signal à 10 kHz d'un récepteur GPS Jupiter.

J'utilise le système VE2ZAZ ([http://ve2zaz.net/GPS\\_Std/GPS\\_Std.htm](http://ve2zaz.net/GPS_Std/GPS_Std.htm)) comme source de référence principale, et synchronise un OXCO134-10 Isotemp à 10 MHz. Ce n'est pas une PLL (Phase Locked Loop), mais une FLL (Frequency Locked Loop). Les résultats de ce système sont tellement bons que sur la bande amateur de 10 GHz, des écarts de fréquence de quelques Hz peuvent être mesurés mais, parfois, il est difficile de déterminer si cela provient de ma source, du récepteur qui suit ou de la balise reçue.

La réalisation d'une telle référence n'est pas vraiment difficile, mais pour obtenir de bons résultats, il faut bien faire attention aux détails et la source doit fonctionner pendant un grand nombre d'heures avant d'atteindre la fréquence désirée. Si nous voulons une source qui se stabilise plus vite, par exemple pour un emploi en extérieur, on peut alors utiliser la sortie à 10 kHz du Jupiter. Le principe est simple : un verrouillage de phase de la source de référence avec le signal à 10 kHz provenant du récepteur. On prend un signal stable à 10 MHz que l'on divise jusqu'à obtenir 10 kHz, et on effectue alors une comparaison dans un détecteur de phase avec le signal provenant du Jupiter. On ferme ensuite la boucle par un filtre de boucle.

Mais comment cela fonctionne-t-il avec le récepteur GPS avec les CI u-blox ? Sur le circuit imprimé GY-NEO6MV2 se trouve un NEO-6M. Dans la réalisation standard, ce CI délivre des signaux NMEA à la vitesse de 9600 bits/sec ainsi qu'une impulsion à 1 Hz (la LED clignotante sur le circuit imprimé). Avec ça, on pourrait donc synchroniser une source à 10 MHz selon le principe de VE2ZAZ. Selon la documentation, le CI peut cependant être configuré autrement ; par exemple pour délivrer un signal à 1 kHz au lieu de l'impulsion à 1 Hz. Il n'est malheureusement pas possible d'obtenir une fréquence plus élevée.

La configuration se fait au moyen du programme "u-center". Ce programme se trouve sur le site de la firme u-blox. Comme interface entre l'ordinateur et le NEO-6M, il est possible d'utiliser le même adaptateur USB-série que celui

10 MHz-bron, deel het uitgangssignaal naar 10 kHz en vergelijk dat in een fase-detector met het signaal uit de Jupiter. Met een lusfilter sluiten we de lus.

Maar hoe zit dat met de GPS-ontvanger met u-blox ICs? Op het printje GY-NEO6MV2 zit een NEO-6M. In de standaarduitvoering geeft dit IC NMEA-signalen af met een snelheid van 9600 bits/sec, en ook een 1 Hz-puls (knipperend ledje op de print). Hiermee zou dus een 10 MHz-bron volgens het principe van VE2ZAZ kunnen worden gesynchroniseerd. De chip kan volgens de documentatie echter ook anders worden geconfigureerd; bijvoorbeeld door in plaats van een puls van 1 Hz, een 1 kHz-signaal af te geven. Een hogere frequentie is helaas niet mogelijk.

Het configureren gaat met het programma 'u-center'. Dit programma staat op de site van de firma u-blox. Als interface tussen computer en de NEO-6M kan dezelfde usb-naar-serieelomzetter worden gebruikt als voor het programmeren van de Arduino Mini! Als u problemen hebt om de juiste driver voor de usb-naar-serieelinterface te vinden, kijk dan eens op de site van Silicon Labs.

Het aanpassen van de tijdspuls van 1 seconde naar een frequentie van 1 kHz is eenvoudig te vinden in het configuratiescherm: kies daar TP. Stel de tijdspuls in op 1000  $\mu$ s met een duty cycle van 50 procent. Wel nog het commando geven dat de nieuwe instelling bewaard moet worden, anders is de instelling weer verdwenen als de spanning van het IC wordt gehaald. Het 1 kHz-signaal is beschikbaar op het ledje op de print; met draadjes heb ik dat aangesloten en het ledje heb ik laten zitten. Het programma u-center heeft overigens heel veel mogelijkheden om allerlei GPS-informatie op het scherm zichtbaar te maken.

Op internet heeft G3RUH een site gewijd aan GPS-locking met de Jupiter ontvanger <http://www.jrmiller.demon.co.uk/projects/ministd/frqstd0.htm>.

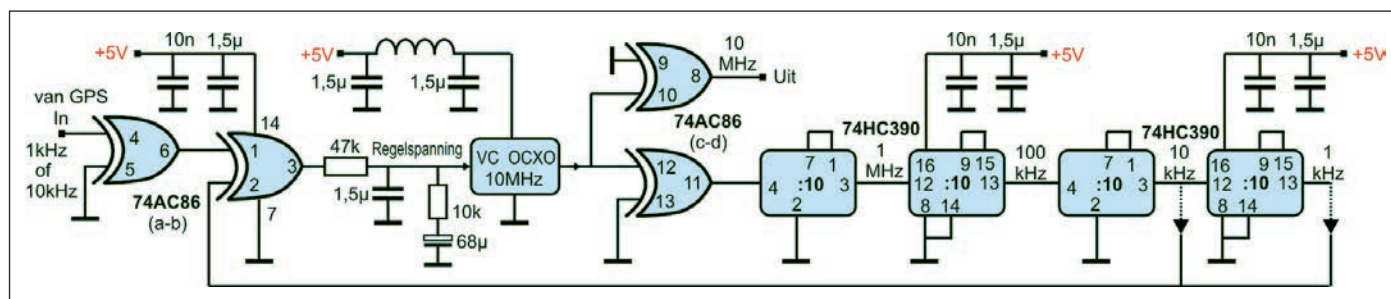
pour la programmation de l'Arduino Mini. Si vous avez des problèmes pour trouver le bon pour l'interface usb-serie, allez voir sur le site de Silicon Labs.

Le passage de l'impulsion de 1 seconde à une fréquence de 1 kHz est facile à trouver sur l'écran de configuration : choisissez TP. Fixez le temps d'impulsion à 1000  $\mu$ s avec un rapport cyclique de 50 %. Enregistrez les nouvelles valeurs des paramètres. Sans quoi elles seront perdues lors de la mise hors tension. Le signal à 1 kHz est disponible aux bornes de la LED sur le circuit imprimé. J'ai laissé la LED en place et effectué le raccordement avec deux fils. Le programme u-center présente d'ailleurs de nombreuses possibilités pour afficher sur l'écran toutes sortes d'informations GPS.

G3RUH a réalisé un site dédié au verrouillage par GPS avec un récepteur Jupiter <http://www.jrmiller.demon.co.uk/projects/ministd/frqstd0.htm>. On trouvera aussi des informations sur le site de PE9GHZ. Le schéma du verrouillage de phase que j'ai utilisé est une petite variante de ce que l'on peut trouver sur internet. L'emploi d'un OU exclusif comme détecteur de phase rend le montage peu critique, et il ne faut pas se soucier de la phase du signal d'entrée. L'inconvénient est qu'il n'y a pas de possibilité de raccordement d'un témoin de verrouillage ; on ne voit donc pas directement si le verrouillage est effectué. Une solution consiste à mesurer la tension de commande. Il serait sans doute intéressant d'essayer un MC4044 ou un CD4046 comme détecteur de phase avec un indicateur de verrouillage.

Il faut compter une dizaine de minutes avant que la source soit stabilisée ; cela dépend de la stabilisation en température de l'OCXO et du filtre de boucle utilisé.

Dans le cas d'un OCXO à 10 MHz et d'un Jupiter, la fréquence de référence est de 10 kHz. Avec le NEO-6M, elle est de 1 kHz. L'OCXO utilisé est du type 5V, mais d'autres modèles avec d'autres tensions peuvent aussi être utilisés.



Afb. 4. Schema van de stabilisator / Fig. 4. Schéma du régulateur

Ook PE9GHZ heeft het een en ander op zijn site beschreven. Het door mij toegepaste schema van fasevergrendeling is een kleine variant op wat op het internet te vinden is. Het gebruik van een exclusive-or als fase-detector maakt de schakeling weinig kritisch, en we hoeven ons geen zorgen te maken over de fase van de ingangssignalen. Een nadeel is wel dat er geen aansluiting is voor een locklampje; je ziet dus niet direct of de schakeling gelocked is. Een meter om de regelspanning te controleren biedt uitkomst. Experimenten met een MC4044 of CD4046 als fase-detector met een lock indicator zijn mogelijk de moeite waard.

Het duurt zo'n tien minuten voordat de bron op frequentie staat; dat is afhankelijk van het opwarmen van de OCXO en van het toegepaste lusfilter.

Bij gebruik van een 10 MHz-OCXO en de Jupiter wordt de vergelijkingsfrequentie 10 kHz. Bij de NEO-6M wordt dat dus 1 kHz. De gebruikte OCXO is een 5V-type, maar ook types met andere spanningen kunnen worden gebruikt. Een opamp om het regelspanningbereik aan de OCXO aan te passen kan dan nodig zijn.

Zelf heb ik het geheel op een gaatjesprint gezet, maar wie op internet zoekt zal vinden dat G3RUH printjes aanbiedt, en Eddy PA9GHZ heeft op zijn site een printlay-out gepubliceerd. Een kleine modificatie kan wel nodig zijn als 1 kHz als referentiesignaal wordt gebruikt. Het door mij gebruikte schema wijkt overigens iets af van de printversies, maar dat is niet essentieel.

Il sera alors peut-être nécessaire d'utiliser un AOP pour adapter la tension stabilisée à l'OCXO.

Personnellement, j'ai monté l'ensemble sur une plaquette à trous, mais en cherchant sur Internet, on verra que G3RUH propose des circuits imprimés et par ailleurs, Eddy PA9GHZ a publié un dessin du circuit imprimé sur son site. Si l'on utilise 1 kHz comme signal de référence, une petite modification sera nécessaire. En outre, le schéma que j'ai utilisé diffère légèrement des versions imprimées, mais ce n'est pas important.

Il est important pour la stabilité de monter tout dans un boîtier étanche aux courants d'air. La qualité de l'OCXO détermine en grande partie la stabilité qui peut être atteinte. L'optimisation du filtre de boucle est importante pour trouver un bon compromis entre vitesse de régulation et stabilité.

Cette conception, avec l'OCXO adapté et le NEO-6M, permet d'atteindre une stabilité à court terme d'environ  $5 \times 10^{-10}$ . Pratiquement, cela signifie une instabilité de fréquence de quelques hertz sur la bande des 10 GHz. Ce qui permet une démodulation sans problème du JT et du P14 ! Si l'on veut un signal de référence à 10 MHz avec une stabilité encore plus grande, il faut alors utiliser une très bonne source à 10 MHz.

L'analyseur de spectre montre un signal de sortie à 10 MHz entaché de signaux parasites distants l'un de l'autre de 1 MHz. Si l'on ne tient pas compte

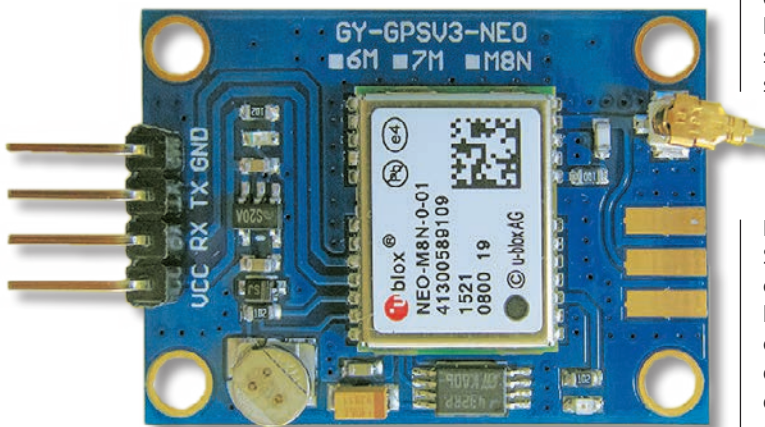
Alles in een tochtvrij doosje monteren komt de stabiliteit ten goede. De kwaliteit van de OCXO bepaalt in grote mate de stabiliteit die bereikt kan worden. Optimaliseren van het lusfilter is zinvol om een goed compromis te vinden tussen regelsnelheid en stabiliteit.

Met deze opstelling wordt met de door mij toegepast OCXO en de NEO-6M een kortetermijnstabiliteit van ongeveer  $5 \times 10^{-10}$  bereikt. Dat betekent in de praktijk een frequentie-instabiliteit van enkele Hz op de 10 MHz-band. JT en PI4-demodulatie gaat daarmee probleemloos! Wie een 10 MHz-referentiesignaal wenst met nog hogere stabiliteit moet uit een ander vaatje tappen, en beginnen met het op de kop tikken van een heel goede 10 MHz-bron.

Op de spectrum analyzer laat het 10 MHz uitgangssignaal wat spurious signalen op onderlinge afstanden van 1 MHz zien. Als we de veelvouden van 10 MHz niet meetellen, zijn deze stoorsignalen minstens 60 dB onderdrukt. Met betere ont koppelingen van de voedingssporen bleek dat nog verbeterd te kunnen worden. Waarschijnlijk zal een goed ontworpen printje deze spurious nog verder reduceren.

## Nawoord

Dit artikel is een verslagje van mijn experimenten Er zijn natuurlijk veel variaties, aanpassingen en verbeteringen mogelijk. Een van de verbeteringen kan zijn om een NEO-M8N GPS/GNSS ontvangmodule te gebruiken. Deze module bezit een interne TCXO en een tijd pulsuitgang die geconfigureerd kan worden voor 10 MHz. Een experiment met dit IC leerde echter dat de 10 MHz-tijd puls uit de ontvanger wel erg veel jitter bevat. Dit komt doordat deze frequentie met behulp van een fractional N-deler wordt afgeleid van de interne klok van het IC. Opschonen met behulp van een PLL is dus nodig, en het verschil met een PLL die via 1, 10 of 100 kHz een bron vergrendelt is dan niet erg groot. Wel kun je bedenken dat als je 100 kHz als vergelijkingsfrequentie kiest, in het ontwerp twee tiendelers vervallen, en dat dus een 74HC390 minder op het printje gesoldeerd hoeft te worden. Je zou ook kunnen proberen de 10 MHz-tijd puls van de NEO-M8N en de 10 MHz-OCXO zonder delers in een fase detector te vergelijken, en dan met een stevig lusfilter de jitter te onderdrukken. Een mooie uitdaging voor u om dat te ontwerpen en te testen?

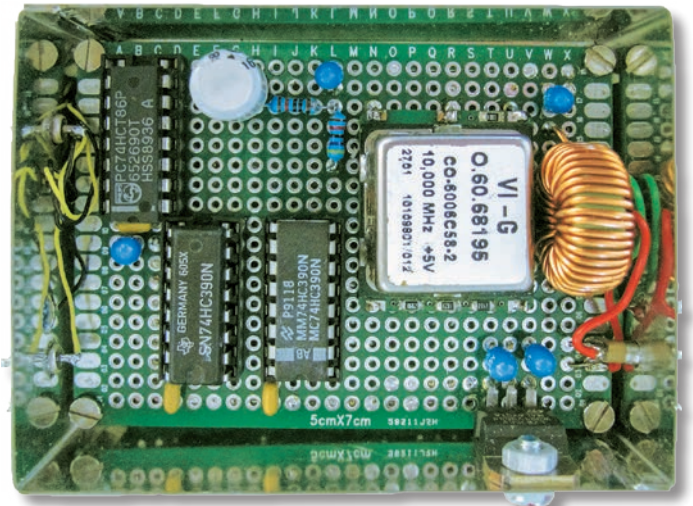


Module met NEO-M8N / Module avec le NEO-M8N

Verder ondersteunt de NEO-M8N de GNSS (Global Navigation Satellite System)-gedachte, waarin GLONASS satellieten ook worden meegenomen in de berekeningen. GLONASS is de Russische tegenhanger van het Amerikaanse GPS. Als je de NMEA-data van dit IC bekijkt, zie je data die begint met GP, GL en GN. GP-data is van GPS, en GL-data is van GLONASS. De GN(GNSS)-data wordt gemaakt uit een combinatie van GPS en GLONASS data. De GN-data is daardoor nauwkeuriger en sneller beschikbaar dan de data van enkel GPS of GLONASS.

De Arduinosoftware is heel eenvoudig geschikt te maken voor deze ontvanger. De GPRMC en GPGLL-strings die door GPS gebruikt worden heten nu GNRMC en GNGGA. Deze aanpassing in het programma 'GPS-display' aanbrengen is alles wat nodig is. De resultaten op het display verschijnen

des multiples de 10 MHz, ces signaux parasites sont atténués d'au moins 60dB. Il semblerait qu'il soit possible d'améliorer encore cette situation par un meilleur découplage des lignes d'alimentation. Il est probable qu'un circuit imprimé bien conçu réduira encore ces signaux parasites.



De frequentiereferentie opgebouwd op gaatjesprint

L'étalon de fréquence construit sur un circuit imprimé à pastilles trouées

## Epilogue

Cet article décrit mes expériences. Il y a bien sûr beaucoup de variations, adaptations et améliorations possibles. Une de ces améliorations peut être l'utilisation d'un module de réception GPS/GNSS NEO-M8N. Ce module comprend un TCXO interne et une impulsion de temps en sortie qui peut être configurée pour 10 MHz. Un essai avec cet IC a cependant montré que l'impulsion de 10 MHz à la sortie du récepteur, contient beaucoup de jitter. La cause en est que cette fréquence est obtenue à partir de l'horloge interne de l'IC au moyen d'un diviseur de fréquence par N. Il est donc nécessaire d'effectuer un nettoyage au moyen d'un PLL, et la différence avec un PLL qui verrouille une source via 1, 10 ou 100 kHz, n'est donc pas très grande. Si l'on choisit 100 kHz comme source de référence, deux diviseurs par 10 ne sont plus nécessaires et, par conséquent, il y aura un 74HC390 en moins à souder sur le circuit imprimé. On pourrait aussi essayer de comparer, sans diviseur, dans un détecteur de phase, l'impulsion de temps à 10 MHz du NEO-M8N et le 10 MHz de l'OCXO et, alors, atténuer le jitter au moyen d'un filtre de boucle efficace. Un beau défi à relever ?

De plus, le NEO-M8N supporte le protocole GNSS (Global Navigation Satellite System) dans lequel les satellites GLONASS sont aussi pris en compte. GLONASS est le pendant russe du système américain GPS. Si l'on examine les données NMEA fournies par cet IC, on voit des données commençant par GP, GL et GN. Les données GP viennent du GPS et les données GL du GLONASS. Les données GN (GNSS) sont une combinaison de données GPS et GLONASS. De ce fait, les données GN sont plus précises et plus rapidement disponibles que les données provenant uniquement du GPS ou du GLONASS.

Le software Arduino est très simple à élaborer pour ce récepteur. Les chaînes GPRMC et GPGLL utilisées par le GPS sont maintenant désignées par GNRMC et GNGGA. Pour tenir compte de ce changement, il suffit d'adapter le programme "GPS-display". Les résultats apparaissent rapidement sur l'afficheur, la hauteur est plus précise et le nombre de satellites utilisés pour les calculs est maintenant presque toujours de 12. Quelques mesures au HDOP montrent aussi que le positionnement horizontal est plus précis.

Quelques remarques sur le software Arduino :

- Etant donné que je ne suis pas un programmeur professionnel, le programme que j'ai écrit est certainement améliorable sur un certain nombre de points. L'emploi de la bibliothèque TinyGPS est probablement une de ces améliorations, et certainement une simplification. Cette bibliothèque n'est pas utilisée ici parce que je voulais apprendre par moi-même

sneller, de hoogte is nauwkeuriger en het aantal satellieten dat in de berekeningen gebruikt wordt, is nu bijna altijd twaalf. Enkele metingen aan de HDOP bevestigen ook dat de plaatsbepaling nauwkeuriger is.

Enkele opmerkingen over de Arduinosoftware:

- Daar ik geen professionele programmeerachtergrond heb maar het programmeren zelf heb aangeleerd, is het vanzelfsprekend dat het programma op een aantal punten verbeterd kan worden. Het gebruik van de TinyGPS-bibliotheek is mogelijk zo'n verbetering en zeker een vereenvoudiging. Deze bibliotheek is nu niet gebruikt omdat ik zelf wilde leren hoe je GPS-strings kunt verwerken, en de software is nu ook voor beginners beter toegankelijk.
- Ook kan overwogen worden in plaats van de hardware-UART van de Arduino de SoftwareSerial-bibliotheek te gebruiken. Dat maakt het experimenteren eenvoudiger: de ontvanger hoeft niet telkens losgekoppeld te worden bij het laden van nieuwe software.
- De HDOP-weergave op het GPS-display is weinig genuanceerd; dat kwam doordat de Jupiter-ontvanger niet veel interessants daarover laat zien. Bij de modules met het NEO IC is dat beter, en nog interessanter is het als deze NEO ook GLONASS in de berekeningen meeneemt. Een HDOP-weergave met cijfers achter de komma is dan een logische verbetering.
- Voor experimenten met verbindingen boven de 24 GHz, waarbij een heel nauwkeurige plaatsindicatie noodzakelijk is, kan een QTH-locator met acht karakters overwogen worden.
- Hoewel ik geen fouten in de dataontvangst heb kunnen ontdekken, is het wel zo netjes de nu nog niet gebruikte regelchecksums van de NMEA-data te gaan benutten.
- Op degenen die nog niet erg veel met de Arduino gedaan hebben zal het vreemd overkomen dat er programmastatements gebruikt worden die niet in de Arduinoreferentie zijn opgenomen. Afhankelijk van de gebruikte processor kent de Arduino nog wat extra instructies. Wie daar meer van wil weten, kijkt maar eens op de AVR Libc homepage <http://www.nongnu.org/avr-libc/>.

De gepubliceerde schakeling van de 10 MHz-frequentiereferentie maakt gebruik van asynchrone logica en is opgebouwd met componenten die al een aantal decennia hier in het bakje lagen. De referentie werkt prima en is geschikt voor veel amateurexperimenten. De schakeling levert wel een nogal grillig uitgangssignaal. Sommige PLL's wensen een net, sinusvormig referentiesignaal toegevoerd te krijgen. Dat kan bereikt worden door flink te filteren met 10BASE-T-filters uit oude Ethernet-netwerkkasten, bijvoorbeeld de FB2022.

Een net uitgangssignaal kan ook worden bereikt door een lineaire bufferversterker direct achter de OCXO te plaatsen en dus van een digitale buffer af te zien. De afkorting OCXO is trouwens niet helemaal juist. VCOCXO, Voltage Controlled Oven Controlled Xtal Oscillator, of VCTCXO, Voltage Controlled Temperature Compensated Xtal Oscillator, zou beter zijn, maar die lange afkortingen kom je bijna niet tegen in artikelen.

Verder kan een soort lock indicator met een led of een meter worden bedacht door met opamps een schakeling te maken die aangeeft of de regeltenspanning niet te veel afwijkt van de spanning die nodig is om de OCXO op precies 10 MHz te houden.

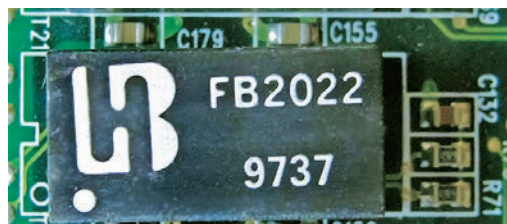
In de gepubliceerde schakeling is een 74AC86 toegepast (AC staat Advanced high-speed CMOS); een 74HCT86 doet het op die plaats ook goed.

Wie een 10 MHz-referentiesignaal wenst met nog hogere stabiliteit moet uit een ander vaatje tappen en beginnen met het op de kop tikken van een heel goede 10 MHz-bron. Het gebruik van PLL-technieken om op de microgolven voor smalbandcommunicatie een stabiele en nauwkeurige frequentie op te wekken is 'common practice'. Bijna altijd wordt een stabiele 10 MHz-bron als uitgangspunt gebruikt. Bij een 10 GHz-transverter voor smalbandtechnieken bijvoorbeeld wordt een kristaloscillator van 106,500 MHz in fase vergrendeld aan een 10 MHz-bron. De frequentie van de kristaloscillator wordt voor het verkrijgen van een middenfrequentie van 144 MHz met 96 vermenigvuldigd. Dat betekent dat een verloop van 25 Hz van de kristaloscillator resulteert in een afwijking van 2,4 kHz op 10 GHz. Het vergrendelen van de kristaloscillator aan een zeer stabiele bron is dus zinvol.

comment on peut manipuler les chaînes GPS, et le software est de ce fait aussi plus accessible aux débutants.

- On peut aussi envisager d'utiliser la bibliothèque SoftwareSerial au lieu de l'UART de l'Arduino. Cela rend les expériences plus simples : il ne faut pas déconnecter le récepteur chaque fois que l'on veut charger un nouveau programme.
- L'affichage du HDOP sur l'afficheur du GPS est peu nuancé ; cela est dû au fait que le récepteur Jupiter ne donne pas grand-chose d'intéressant là-dessus. Les modules avec le CI NEO sont plus intéressants à ce sujet, et encore plus si ce NEO prend aussi le GLONASS en compte dans les calculs. Un affichage du HDOP avec des chiffres après la virgule est alors une amélioration logique.
- Pour des expériences avec des liaisons au-dessus de 24 GHz, pour lesquelles une localisation très précise est nécessaire, un QTH-locator avec 8 caractères peut être envisagé.
- Bien que je n'aie pu découvrir aucune faute dans la réception des données, il est peut-être intéressant d'exploiter la somme de contrôle des données NMEA.
- Ceux qui n'ont pas encore beaucoup expérimenté avec l'Arduino seront peut-être étonnés de constater que l'on utilise des instructions qui ne font pas partie du référentiel Arduino. Indépendamment du processeur utilisé, l'Arduino reconnaît encore quelques instructions supplémentaires. Plus d'informations à ce sujet sur l'AVR Libc home page <http://www.nongnu.org/avr-libc/>.

Le schéma de la référence de fréquence à 10 MHz qui est publié, fait usage de la logique asynchrone et a été construit avec des composants que je possédais depuis plusieurs décennies. Le montage fonctionne parfaitement et convient pour de nombreuses expériences d'amateurs. Le signal de sortie est assez capricieux. Certains PLL exigent un signal de référence parfaitement sinusoïdal. On peut y arriver en utilisant un filtre 10BASE-T, comme le FB2022 par exemple, provenant des anciennes armoires de réseau Ethernet.



**FB2022 10BASE-T-filter in een netwerkkast**  
*Filtere FB2022 10BASE-T dans un boîtier de raccordement*

Un signal de sortie propre peut aussi être obtenu en plaçant un ampli tampon linéaire derrière l'OCXO et donc en se passant d'un buffer digital. L'abréviation OCXO n'est d'ailleurs pas tout à fait juste. VCOCXO, Voltage Controlled Oven Controlled Xtal Oscillator, ou VCTCXO, Voltage Controlled Temperature Compensated Xtal Oscillator, seraient préférables, mais on ne rencontre pratiquement pas ces longues abréviations dans les articles.

Par ailleurs, on peut imaginer une sorte de témoin de verrouillage avec une LED ou un indicateur à aiguille, commandé par un circuit à AOps et indiquant que la tension de réglage n'est pas très éloignée de la tension nécessaire pour maintenir l'OCXO exactement sur 10 MHz.

Dans le schéma publié, on utilise un 74AC86 (AC pour Advanced high-speed CMOS) ; un 74HCT86 convient tout aussi bien.

Si l'on veut un signal de référence à 10 MHz avec une stabilité encore plus grande, il faut alors utiliser une très bonne source à 10 MHz.

L'emploi des techniques PLL est courant pour obtenir dans le domaine des communications en micro ondes à bande étroite, une fréquence précise et stable. On utilise presque toujours une source à 10 MHz stable comme point de sortie. Par exemple, dans le cas d'un transverter 10 GHz pour techniques à bande étroite, un oscillateur à quartz 106,500 MHz est verrouillé en phase sur un signal de référence à 10 MHz. Pour obtenir une fréquence intermédiaire de 144 MHz, la fréquence de l'oscillateur à quartz est multipliée par 96. Ce qui signifie qu'une dérive de 25 Hz de l'oscillateur à quartz donne lieu à un écart de 2,4 kHz sur 10 GHz. Le verrouillage de l'oscillateur à quartz sur une source très stable a donc du sens.

De u-blox GPS/GNSS ontvangers zijn op eBay gekocht omdat deze veel goedkoper zijn dan ze als particulier van u-blox te betrekken. Maar wees alert bij het kopen op eBay van NEO GPS/GNSS modules want er zijn Chinese 'klone' versies die moeilijk te onderscheiden zijn van de originele en die niet volledig volgens de specificaties functioneren!

Het is de moeite waard om de site van u-blox te bezoeken en de grote hoeveelheid informatie over GPS, GNSS en cetera te bekijken.

Op mijn webpagina <http://on4cdu.net/arduino-en-gps-data/> zijn de Arduino-programma's, extra foto's en info te vinden.

**Hans Wagemans ON4CDU** [on4cdu@uba.be](mailto:on4cdu@uba.be)

Les récepteurs u-blox GPS/GNSS ont été achetés sur eBay car ils sont alors meilleur marché que si on les achète chez u-blox en tant que particulier. Mais faites attention si vous achetez sur ebay des modules NEO GPS/GNSS, car il y a des clones chinois difficiles à distinguer des originaux et qui ne satisfont pas complètement aux spécifications !

Cela vaut la peine de visiter le site de u-blox, on y trouvera une grande quantité d'informations sur le GPS, le GNSS, etc.

On trouvera les programmes Arduino, des photos et des infos supplémentaires, sur ma page web <http://on4cdu.net/arduino-en-gps-data/>.

**Hans Wagemans ON4CDU** [on4cdu@uba.be](mailto:on4cdu@uba.be)

## TV-hoogspanningstransfo's en hun toepassingen voor de radioamateur

door ON5FM Guy – vertaald door ON4PBS Patrick

Bij velen van ons slingeren er oude tv's of pc-schermen, hele of half afgetakelde, rond op zolder, in de garage of in de kelder... tot je een opruimbui krijgt. Er zit wel een en ander bruikbaar in zoals hoogspanningscondensatoren, weerstanden, relais... Ter info: hoogspanningsweerstand zijn bijna altijd blauw gekleurd.

Maar er is nog een onderdeel dat voor ons wel zijn nut kan hebben: de kern van de HS-Transformator. Op de bijgaande foto zie je hoe die transformator, in een van de latere uitvoeringen, er ongeveer uitziet...

Nog een herkenningsteken is een kabel met aan het uiteinde een soort zuignap die op de zijkant van de kathodestraalbuis kon bevestigd worden. Verder heeft de transfo een vrij speciale vorm en meestal ook twee potmeters op de zijkant.

Veelal, en zeker bij de recente modellen, heeft de transfo een groot aantal aansluitpinnen onderaan, waardoor het geen lolletje is om dat los te solderen. Dan maar met de grove middelen, want uiteindelijk is het alleen de rechthoekige en haakse ferrietkern die ons interesseert. Dus, maar toch met enige voorzichtigheid, met een waterpomptang en een stevige schroevendraaier kan je het ding van de print loswrikken. Op de foto zie je de ferrietkern bovenaan en aangeduid met een pijl.

### Recuperatie van de ferrietkern

De kern is samengesteld uit twee delen in de vorm van een "C", maar rechthoekig in plaats van rond. Een van de "benen" van zo'n rechthoekige C is rond in tegenstelling tot de andere die allen haaks zijn. Een stalen draad houdt de twee hoekige C-vormen samen tot een gesloten rechthoek. Heel zelden kan men, na verwijdering van die stalen draad, de twee hoekige C-vormen van elkaar verwijderen. Liefst niet de punt van een schroevendraaier ertussen wringen want de ferrietkern zal zo goed als zeker breken.

Indien nodig de ingegoten spoel met een metaalzaagje doorzagen. Wellicht wordt dit moeilijk na enkele zaagtrekken. Rustig blijven is de boodschap. Wrijf het zaagblad in met paraffineolie, vaseline of met siliconenolie. Bij gebrek aan een van deze, doe je het desnoods met gewone machineolie. Indien de ferrietkern toch breekt kan je die altijd terug aaneen lijmen met cyanoacrylaatlijm (secondelijm) zonder enige invloed op de eigenschappen van de ferrietkern.

### Eigenschappen van de rechthoekige gesloten kern

De "permeabiliteit" van het materiaal van deze kernen ligt tussen 250 en 700. Bij een ferrietkern "mix 61" van Amidon is dat 125 en bij een "mix 43" is het 850. Onze "oude" HST-kern ligt dus ergens tussenin. Gezien de twee hogervermelde "mix"-en zich zeer goed lenen voor gebruik in HF-gebied, is er geen enkele reden dat dit niet zou kunnen met het materiaal van onze HS-transformator. En... onze experimenten gaven hiervan het klinkend bewijs.

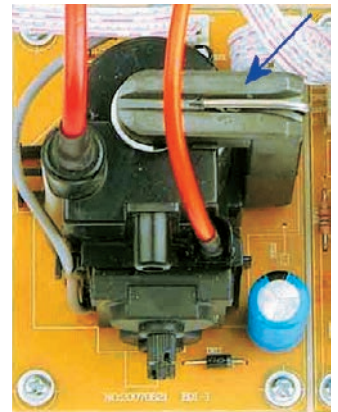
## Les transformateurs THT et leurs utilisations OM

par ON5FM Guy

Nous avons tous une vieille TV ou un ancien moniteur PC qui traîne dans une cave ou un grenier. Il y a bien entendu beaucoup de composants à récupérer, comme des résistances et des condensateurs haute-tension. Pour info : les résistances haute-tension sont, traditionnellement, de couleur bleue.

Mais il y a un composant particulièrement utile pour nous : la carcasse d'un transformateur THT ! Regardez la photo pour voir à quoi ça ressemble.

La première chose qui doit attirer votre attention pour le repérer est un câble terminé par une ventouse collée sur le flanc du tube cathodique. Ensuite, sa forme étrange, avec, souvent, deux boutons de réglage sur le côté. Il est muni d'une multitude de broches en dessous ; ce qui le rend difficile à dessouder. Alors, employez une méthode barbare : avec une pince de plombier (ou pince multi-cran) et vous arrachez purement et simplement le transfo hors du circuit imprimé en faisant attention au rectangle de ferrite. Sur notre photo, il se trouve en haut de la photo et est repéré par une flèche bleue.



### Récupération de la ferrite

Cet élément est composé de deux pièces en forme de "C" ou de demi-rectangle avec une branche qui est ronde et le reste de section carrée. Un fil d'acier maintient les deux pièces en place. Il est rare qu'on puisse extraire les deux "C" directement, en enlevant le fil de serrage. N'essayez pas de faire levier avec un tournevis, la ferrite cassera immédiatement !

Coupez le bobinage avec son plastique à la scie à métaux si nécessaire. Au bout d'un moment, vous aurez des difficultés à faire avancer la scie ; il faudra graisser avec de l'huile de paraffine ou de vaseline. Ou, encore, de l'huile de silicone. A défaut, prenez de l'huile de moteur. Si vous cassez la ferrite, vous pourrez la recoller à la cyanolite (super-glue) ; cela n'aura aucun effet sur les propriétés de la ferrite.

### Caractéristiques de ce "tore carré"

La perméabilité de ce matériau varie de 250 à 700. La perméabilité de la ferrite mix 61 de Amidon est de 125. Celle du mix 43 est de 850. Elle se situe donc dans une valeur intermédiaire. Comme ces deux mix conviennent au mieux pour la HF, il n'y a pas de raison qu'il n'en soit pas de même avec celle-ci. Et l'expérimentation prouve qu'il en est ainsi.