

**Prochaine JA les 29 et 30
mai. La limite des 10 km
devrait être levée...**

Station légère de Thierry F6HLD en "évaluation de point haut" ici en JN13LP.

SOMMAIRE

1)	Infos hyper par Dom F6DRO	2
2)	Bruit reçu par une antenne et conception d'antennes faible bruit dans les bandes VHF à SHF par Michel F6DZK	9
3)	GPSDO. Une référence 10 MHz GPS bon marché par Paul F8CJS	18
4)	Cohabitation d'une PLL DF9NP et d'un transverter 10 GHz / 432 MHz BVA par Michel F6BVA	21
5)	Journées d'activité hyper 24 GHz et plus des 27 et 28 mars 2021 par Jean-Paul F5AYE.....	24

Edition et page 1 Jean-Paul PILLER f5aye@wanadoo.fr	Infos Hyper Dominique Dehays f6dro@wanadoo.fr	Balises Michel RESPAUT f6htj@aol.com
Toplist, meilleures liaisons 'F' Eric MOUTET f1ghb@cegetel.net	Balisethon Yoann SOPHIS f4dru@yahoo.com	1200 et 2300 MHz J.P MAILLIER-GASTE f1dbe95@gmail.com
CR JA Gilles GALLET f5jgy f5jgy@wanadoo.fr et Jean-Paul PILLER f5aye f5aye@wanadoo.fr		
Tous les bulletins HYPER (sauf ceux de l'année en cours) sont sur http://www.revue-hyper.fr/		

Infos hyper par Dom F6DRO

Balises

De Guy F2CT :

J'ai reçu de l'ANFR l'attribution de l'indicatif F5ZUS pour la balise sur 432,464MHz. Elle est actuellement en test sur charge et est raccordée depuis le 19 avril à une antenne Yagi 6 éléments orientée au QTF 30°. Sa PIRE sera de 5 W en conformité avec la réglementation. Elle sera installée définitivement courant mai sur un site à 350 m ASL. Merci à Jacques F6AJW et Michel F6HTJ pour leur contribution et pour vos rapports d'écoute.

De Michel F6HTJ :

L'antenne panneau (9 dBi NE) de la balise CW/Opera 1296,895 MHz du Neulos JN12LL a été remplacée par l'antenne à fentes (12 dBi omni) d'origine (fabrication F1FIH / F1AAM en 1995).

Merci de m'indiquer si vous notez une différence : f6htj@aol.com.

Balises du 66 en service : 144,476 / 432,420 / 1296,895
2320,834 / 5760,823 MHz



De Dom F6DRO :

Le vent d'Autan est de retour et fort, les antennes sont donc une fois de plus au sol.

Je travaille au labo sur la balise 23 cm du 80, le câblage du PLVCXO et le réglage du "tirage" du quartz pour la (+/- 2 kHz). Maintenant calcul des registres afin d'obtenir au plus près 1296,980 au final puis modification du fichier hex en fonction, programmation du PIC, vérification du verrouillage et mesure des éventuels "spurs" sur 1296.

Hélas la led "lock" ne s'allume pas et effectivement l'oscillateur n'est pas accroché sur la fréquence prévue. J'ai plusieurs fois vérifié ma programmation, puis examiné à la binoculaire le câblage en cas d'erreur : rien d'anormal. Essai du PIC sur un autre PLVCXO afin de vérifier qu'il est bien programmé, pas de problème.

La situation s'aggravait. J'ai donc reprogrammé le PIC afin d'obtenir le 10 MHz divisé sur la sortie MUXOUT : rien... puis la sortie oscillateur divisé : rien ! Vérification sur l'autre PLVCXO : pas de problème pour voir ces deux signaux.

Conclusion : l'ADF du PLVCXO est défectueux et c'est la deuxième fois que cela arrive (F5NZZ a eu le même problème).

C'est là qu'on ne regrette pas l'achat de la station air chaud qui permet de le dessouder sans arracher les pistes ultra fines. J'ai retrouvé un 4110 et nous verrons si le mal est réparé.

Résumé des achats en Chine des composants PLVCXO : j'ai eu des 16F628 défectueux et des ADF 4110 HS, je ressens une vive douleur...

Finalisation de la manipulation par tout ou rien de la balise du 80.

Cette balise consiste en :

- un PLVCXO sur 108,xxx (F6DRO)
- un RF key switch d'après F6ETI (PCB F6ETI).
- un keyer IK0WRB (PCB F6ETI).
- un multi par 12 (F6DRO)
- un filtre passe bande interdigité (F6DRO)

Elle comprendra un ampli de puissance et un 10 MHz lesquels sont déjà dans le 80.

J'ai constaté qu'avec le 2,2 uF d'origine sur l'entrée de modulation du RF keyswitch, il y avait néanmoins des "key clicks". Ça me paraît assez normal, car contrairement à Philippe F6ETI, j'attaque une chaîne de multiplicateurs et même si on arrondi un peu les fronts du signal d'entrée, la chaîne qui suit est en "non linéaire" et l'arrondissement obtenu n'est pas parfaitement répercuté, l'examen du signal 1296 en "zero span" le confirme. Il n'y a pas de "key clicks" sur la bande, mais sur la fréquence 1296 MHz, on entend les claquements sur la modulation.

J'ai pris deux mesures complémentaires :

1) Réduction de la tension de modulation appliquée au mélangeur de modulation ; 2 V suffisent au lieu de 5 V. Moins de tension sur la modulation donne moins de puissance sur les clicks.

2) Filtrage beaucoup plus conséquent (2ème ordre). Et là, les claquements sur la porteuse ne sont plus là.

En contrôle local, avec un S/N de 80 dB je ne trouve pas de "spurs" autour de la QRG mais je vais néanmoins rajouter un filtre à quartz sur le 108 MHz pour assurer.

Je remercie au passage F1YI, F6FAX et F6ETI.

EME

De Hervé F5HRY :

Je vis dans un environnement urbain dense, avec un petit jardin de moins de 300 m². Comme il n'est pas possible d'installer une grosse antenne, l'EME est un challenge. Mon but, avant de quitter ce QTH, est de réaliser au moins un QSO sur chaque bande autorisée (en mode humain) entre 144 MHz et 10 GHz.

Depuis le dernier week end de concours REF/DUBUS EME, je suis parvenu à réaliser un premier QSO en 10 GHz après environ un an de travail acharné. La station comporte une parabole offset de 180 cm, un amplificateur de 28 W et un préamplificateur en guide de 0,8 dB de NF. Ma fenêtre de trafic est très limitée (+/-4h suivant la déclinaison), j'ai du blocage par des arbres, la maison et la monture. Pas d'autre choix.

C'était l'apogée, j'ai pu entendre certains signaux minuscules qui m'ont rendu heureux. J'ai pu contacter OK1KIR #1, F2CT #2, PA3DZL #3, OK1DFC #4, SA6BUN #5 and OZ1LPR #6. CWNR : SP2HMR (fort), OK1CA, SP6JLW (très fort), IW2FZR #7, SM6CKU # 8, UR5LX #9, PA0BAT #10, ES5PC #11, et quelques autres signaux faibles.

En dehors de ce bonheur, je dois confesser que je suis très triste de la tournure que prend l'EME. Les bandes 144 et 432 MHz sont déjà mortes pour les modes humains, c'est en cours pour le 23 cm et même les bandes supérieures prennent ce chemin. Ceci n'est pas une controverse entre MGM et MMM mais, quand on considère que l'EME ne devrait pas être un échange entre deux machines, vous restez seuls avec vos propres échos. Ces modes, bien sûr

beaucoup plus performants que la CW ont cassé mon jouet, probablement pour toujours. Je suis venu à l'EME grâce à la magie d'entendre des signaux réfléchis par la Lune et je le quitterai car incapable d'entendre quoi que ce soit.

De Guy F2CT :

Après deux années consacrées à sa construction et à son optimisation, la station est enfin opérationnelle depuis le 10 avril avec un premier QSO terrestre avec mon ami Jack F6AJW malgré la polarisation verticale de mon côté.

La difficulté majeure concerne l'asservissement du système de poursuite automatique dans les deux axes AZ et EL.

Les premières mesures de bruit solaire sont encourageantes.

Malgré la pluie intense, j'ai mesuré 16,8 dB de bruit solaire entre 5 et 25° d'élévation. L'angle d'ouverture mesuré dans les deux axes est de 0,56°.

Dès que la Lune sera en meilleure position par rapport au soleil, je procéderai à une série de mesures en espérant les deux dB.

Je tiens à remercier tous les amis qui m'ont aidé et sans lesquels ce projet n'aurait pu aboutir : Pierre-François F5BQP, Philippe F6DPH, Robert F1BOH, Jean-Marie F6ETU, Laurent F6HPP (SK), Jean-Jacques F1EHN, Charlie G3WDG, Alex HB9DRI, Hannes OE5JFL, Vincent F1OPA, Jean-François F1LVO, Goran AD6IW, Jack F6AJW, Michel F6BVA et bien sûr mon épouse Corine et mon voisin Jean-Luc.

La parabole de
Guy F2CT



Projets en cours chez nos lecteurs

De Jean-Louis F1HNF :

Avec André F1PYR, le 29 mars vers 11 h, test station 122 GHz VK3CV après pré-pointage en 47 GHz à 2,63 km. T° 10°C et H= 77%.

Trajets toujours au-dessus de la Loire ce qui n'est peut-être pas bon ?

Nos équipements :

Parabole Alcatel de 48 cm et transverter 122 GHz VK3CV (le mien avec un cornet F6DRO/F8BTP). 599 après ajustement de la position de mon transverter 122 GHz avec du scotch et cales en bois - C'est extrêmement pointu - quelques millimètres en hauteur et par rapport au point focal) !

Deuxième test à 8,8 km :

Toujours après pré-pointage en 47 GHz : 549 pour moi et 589 pour André mais son zéro est décalé...

Comme j'ai monté le balun quadrature combineur I/Q, il y a moins de souffle.

Troisième test à 14,6 km : conditions : 20°C et H=39 %.

Toujours la même procédure ; reports : 549 pour moi (avec mes ficelles !) et 559 pour André.

Au vu des signaux, je pense qu'il était possible d'aller beaucoup plus loin mais il me faut résoudre avant le problème de la bonne position du transverter VK3CV.

Les superbes conditions atmosphériques étaient bien là ; magnifique journée très excitante.

Et si c'était un petit record de France sur cette QRG ?

La station 122 GHz de
Jean-Louis F1HNF



Optimisation de la position
du 122 GHz sur le plateau
grâce au soleil. Cela sent
assez rapidement le roussi...



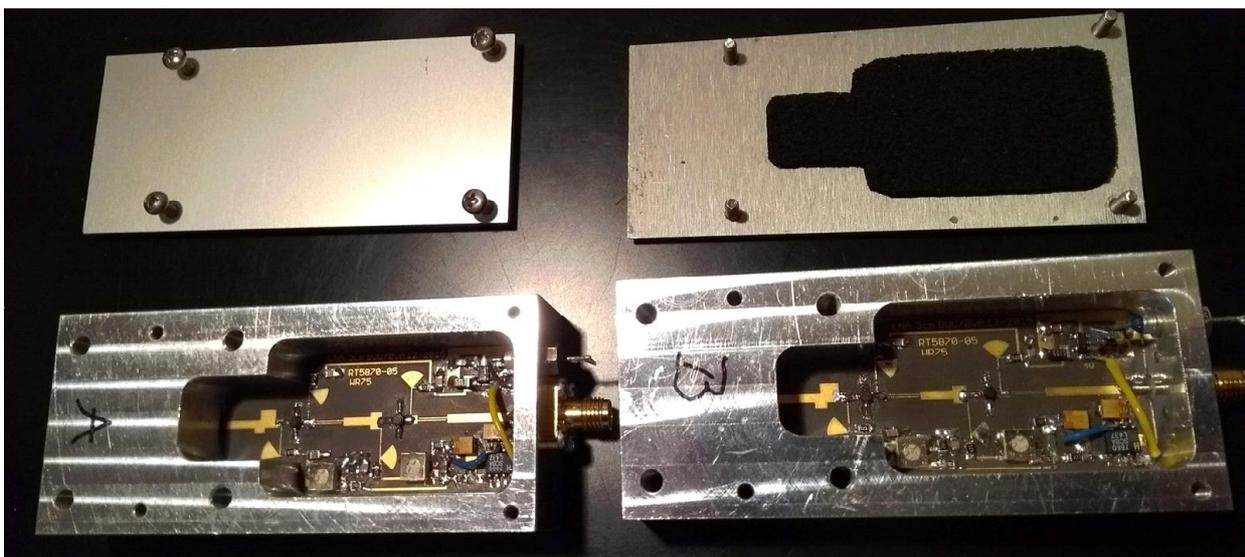
De Patrice F4CKC :

Activité de cet hiver : montage de deux exemplaires de préamplis 10 GHz en guide WR75 du type F6BVA/F5BUU.

N'ayant pas l'expérience du collage des circuits imprimés, Jean-Claude F5BUU m'a gentiment proposé de les coller (après les avoir précisément découpés) au fond des boîtiers en alu. Il en a profité pour me fabriquer et m'offrir des couvercles adaptés ; un grand merci. En parallèle, j'ai approvisionné des SMA de qualité et quelques NE3210 sur Ebay en Chine (a priori, plus disponibles chez RS, Digikey ou Mouser). Ce fut une erreur, une fois assemblé tous les composants, certains NE3210 n'ont simplement pas fonctionné et après en avoir remplacé quelques uns (pas simple sur ce substrat sans abîmer les pistes), j'en ai trouvé qui semblaient utilisables (tensions et courants corrects). Comme je ne suis pas équipé en mesure gain/NF, j'ai envoyé les montages à Marcel F5DQK qui s'est proposé de les mesurer. Et là, les chiffres étaient catastrophiques (NF respectivement de 3 et 6 dB). Le problème ne pouvant a priori provenir que des NE3210 de mauvaise qualité, Guy F2CT m'en a donné 4 issus d'une ancienne commande chez Mouser (un grand merci). Et enfin, Marcel, après pas mal d'efforts pour retirer et remplacer les FET défectueux sans abîmer le circuit, a obtenu des valeurs plutôt conformes en gain/NF. De mon côté, une fois récupéré les préamplis, j'ai effectué une mesure ciel/sol avec un transverter BVA 10 GHz/432, transition et switch en WR75, un cornet SQG avec sa cale d'adaptation et mon "noise-meter" maison (j'avais mesuré mon préampli DB6NT WR75 quelques semaines auparavant dans des conditions identiques pour référence). Voici les résultats :

	Gain (dB)	NF	Y Ciel/Sol
Préampli A	19	0,84	6,4 à 6,7
Préampli B	23,5	0,82	7 à 7,4
Référence DB6NT 102S WR75	/	/	6,5 à 6,7

Conclusions : ça fonctionne (c'est même "riche" pour de la tropo d'après moi) et merci aux amis pour le développement, les réalisations/commandes groupées et coups de mains, dépannages et composants offerts en tous genres, etc. Un des deux préamplis complète ma seconde station 10 GHz destinée au fixe (pour le prochain QRA j'espère) et l'autre reste en rechange pour le moment.



Les deux préamplis

Trafic

De Francis F6BHI :

A l'occasion de la Journée d'Activité Hyper, j'avais prévu une "discrète participation". Résidant désormais à une distance compatible avec toutes les mesures de confinements, face à un point haut, vierge épidémiologiquement, enfin théoriquement, j'ai cherché à me fondre au sein des rassemblements à effectifs pléthoriques qui émeuvent les médias en continu et pas encore les fréquences chères aux OM.

Vite, je m'esquive...

Le 144 n'étant pas encore sous assistance respiratoire (quoique), son petit frère, le 432, illuminant les étagères à poussières, luttant malgré leur emphysème (vite un petit coup de ventilation), l'EME étant prêt à se dissocier pour libérer le 1296, je me suis dit "- chouette sans pile up - on pourra faire des QSO".

Pour le plaisir, les 10 et 24 exhumés du garde meuble en avaient sollicité leur retrait tout en respectant 2,5 m de distanciation avec une voie de service. Le barnum qui les accompagne malgré son impatience même en mode furtif, n'a pas eu l'autorisation de s'affirmer hors du huis clos qui lui est imposé avant un futur (respect des taux d'incidence) retour au QRA.

144 (20 W + 9 él)	11 QSO	max : 708 km
432 (20 W + 19 él)	2	708
1296 (10 W + 67 él)	4	595
10 GHz (4 W + son cornet)	2	96
24 GHz (400 mW + son cornet)	1	74

Les balises 1296 : F5ZAN (159 km reçue 54), F5ZBT (290 km, 52), F1ZAK (209 km, 57).

Un grand moment : les deux QSO sur 10 GHz avec F6CXO qui inaugure un nouveau transverter, le second QSO en 24 (nouveau transverter également) qui retient sa modulation (trop confinée) alors que sa balise est très forte.

Pour les hyper, la caisse à outils (micro balises, marqueurs) de l'éternel néophyte s'était trop bien isolée voire cachée, d'où les calages laborieux qui auront bénéficié de la patience des correspondants.

Heureux invité : le soleil... qui n'aura pas manqué d'illuminer les afficheurs !

Heureux, les nombreux randonneurs qui se sont renseignés (à distance de sécurité) "c'est quoi que vous faites ?" sic.

Superbe QSO visu avec DL4PH de passage, comme les retrouvailles des amis corréziens et de Bernard F5DE.



Stations 10 et 24 GHz équipées uniquement d'un cornet

De Christian F1VL :

JA 24 GHz et au-delà mais propagation en berne ; j'ai contacté F6DPH sur 24 GHz. Pour tout savoir allez sur : <https://youtu.be/ZosMbbnvKZc>. Merci à ceux qui ont essayé.

Le 22/04, les essais en Q65 continuent journalièrement avec Jean F1RJ. Notre but n'étant pas le QSO en Q65 mais son utilisation pour trouver les bons moments pour passer en SSB.

Sur 1296 QSO presque journalier en SSB grâce aux avions. Très très souvent, pour un bon opérateur en CW, le contact serait possible (en moyenne une fois par jour). Nous avons 100 et 50 W.

Sur 3 cm (10 W des deux côtés), souvent QSO entre machines en Q65 et nettement moins souvent en SSB ; seulement un QSO tous les deux jours environ...

Nous essayons deux fois par jour. Tout ceci nous permet de constater que la tropo n'est pas encore présente...

De Dom F6DRO :

Quand le vent, quasiment omniprésent, me le permet, je trafique un peu en 23 cm. QSO Maurice F6DKW et Salvo DK3SE généralement très facilement en AS CW.

De Marc F6DWG :

Le 30/03, une première sortie de l'année en portable juste à côté de chez moi (1 km) pour des essais avec Guy F2CT qui m'avait vanté les possibilités de trafic hyper à grande distance via "l'aircraft scatter" avec l'assistance du logiciel "Airscout" permettant de déterminer les horaires où les avions sont positionnés de façon idéale pour établir une liaison sur les bandes hyper.

Guy transmettait les minutes paires en CW ; après quelques minutes j'ai pu recevoir sa CW.

Liaison IN93GJ à JN19AJ de 719 km. D'après Guy il y avait quatre gros avions au bon endroit et la liaison a pu se faire en SSB durant plusieurs minutes avec des pointes à 57 pour lui. Je connais l'AS depuis longtemps et j'espère que je pourrais contacter Guy depuis chez moi bien que mon dégagement soit nettement moins bon ! D'autres essais sont prévus prochainement. Le 5/04, premier QSO en 24 GHz avec ON5TA.

De Michel F1FIH :

Une petite sortie pour effacer la "Bérézina" de la dernière JA.

Sur 3 cm QSO en SSB F2CT IN93GJ avec des pointes à 53, F6HTJ JN12KQ un bon 59 malgré une absorption particulière due à une forêt de pins dans sa direction. Très bon QSO avec F6DKW JN18CS avec sur la fin des pointes à 57.

Sur 6 cm QSO en SSB F6HTJ JN12KQ avec des pointes à 57 mais aussi sur 13 cm (55). Sur 23 cm F6HTJ (59) et F6DKW JN18CS 51/52 ; curieusement cela fonctionnait mieux sur 3 cm que sur 23 cm... comme quoi les jours se suivent mais ne se ressemblent pas... En fin d'après-midi sur 3 cm avec Hervé F5HRY nous avons couru après les avions sans résultats, ils allaient plus vite que nous !

Bruit reçu par une antenne et conception d'antennes faible bruit dans les bandes VHF à SHF par Michel F6DZK

1ère Partie (de 4)

Résumé

La température de bruit d'une antenne est un facteur de mérite important dans l'étude des systèmes d'antennes utilisés en EME, communications satellitaires, radio astronomie, télédétection radiométriques et station au sol par exemple.

Les chercheurs des communautés DSN (Deep Space Network) et "Radiometric Remote Sensing" ont décrit et modélisé l'influence de l'atmosphère et de l'environnement sur une antenne. Des expressions permettant le calcul de la température de bruit d'une antenne, prenant en compte la polarisation et l'humidité du sol, peuvent être établies à partir de leurs travaux.

Un facteur de mérite (FDM) calculé à partir des diagrammes de rayonnement d'une antenne et du bruit ramené par l'environnement est introduit et utilisé avec des exemples numériques dans nos bandes VHF, UHF et SHF. Une antenne peut être optimisée en bruit en utilisant ce FDM comme critère.

Les sources de bruit artificiel (man-made noise) ne sont pas considérées dans cet article (sauf aux paragraphes 4.2 et 4.3).

1. Introduction

Les contributions au bruit total reçu par une antenne peuvent être mises en perspective en considérant les performances en bruit de la station complète.

La température de bruit disponible au port d'antenne peut être définie par :

$$T_{\text{SYS}} = T'_A + T_{\text{REC}} \quad (1)$$

Avec,

T'_A la température de bruit disponible de l'antenne (en prenant en compte ses pertes ohmiques),

T_{REC} la température de bruit du récepteur (au port de l'antenne) qui est souvent inférieure à 20K (soit 0,3 dB de facteur de bruit).

Il est souvent intéressant de considérer des antennes sans pertes avec une température de bruit T_A définie par :

$$T'_A = \eta_{\text{rad}} T_A + (1 - \eta_{\text{rad}}) T_{\text{ph}} \quad (2)$$

Avec,

T_A la température de bruit de l'antenne (considérée sans pertes),

T_{ph} la température physique de l'antenne (autour de 290K en général),

η_{rad} le rendement de l'antenne.

La perte de l'antenne peut donc être modélisée par un atténuateur résistif (figure 1) à la température physique T_{ph} avec une atténuation en dB de : $-10\log(\eta_{rad})$.

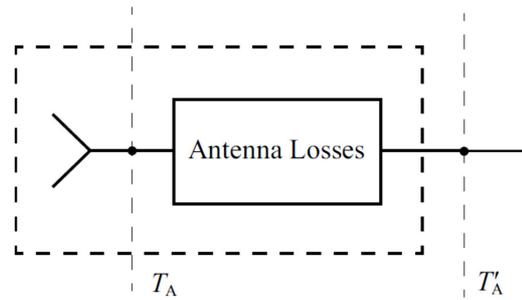


Figure 1 : Plans de référence pour les températures d'antenne avant et après les pertes [11].

Il est donc souhaitable de maintenir la température d'antenne, T'_A , à moins de 20K pour bénéficier au mieux des performances en bruit des LNA actuels. Ce n'est toutefois intéressant et possible qu'en hyperfréquences et à des élévations importantes.

Cet article va traiter des calculs de T_A et de G/T_A , G étant le gain isotropique d'une antenne.

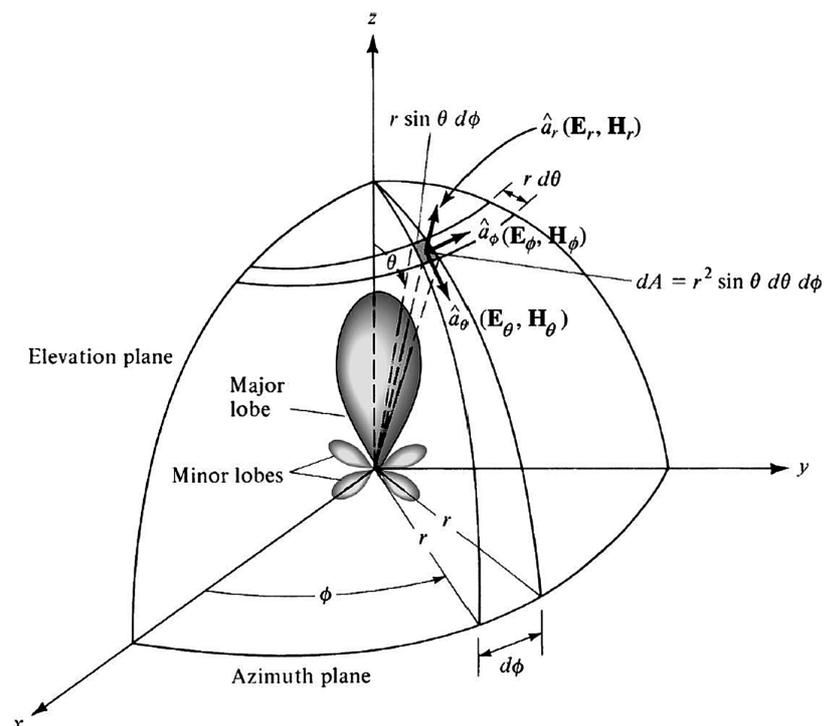
Le paragraphe 2 couvre les sources de bruit externes à l'antenne, c'est-à-dire les bruits provenant de l'atmosphère, du sol et des sources cosmiques dans les bandes VHF, UHF et SHF.

Les sources de bruit artificiel (man-made noise) ne sont pas considérées dans cet article (sauf aux paragraphes 4.2 et 4.3). Une bonne description de ces sources de bruit est donnée dans la référence [6] par DG7YBN.

Le paragraphe 3 explique les caractéristiques des antennes de réception, principalement leurs diagrammes de rayonnement ainsi que les calculs de T_A et de G/T_A .

Le paragraphe 4 présente des exemples numériques à 144, 432, 1296 et 10368 MHz utilisant les modèles décrits aux paragraphes précédents.

La convention des coordonnées sphériques utilisée dans les paragraphes suivants est celle décrite sur figure ci-contre



2. Source de bruit reçues par une antenne

$T_b(\theta, \varphi)$ est la distribution de bruit due à l'environnement autour de l'antenne (appelée aussi brillance) dans les coordonnées sphériques de la figure 2 avec les angles φ and θ représentant respectivement l'azimut et le zénith ; voir aussi les références [1], [2], [3], [4] et [5].

$T_b(\theta, \varphi)$ représente l'énergie du bruit incident sur l'antenne, venant de l'azimut et du zénith (θ, φ), voir en figure 3.

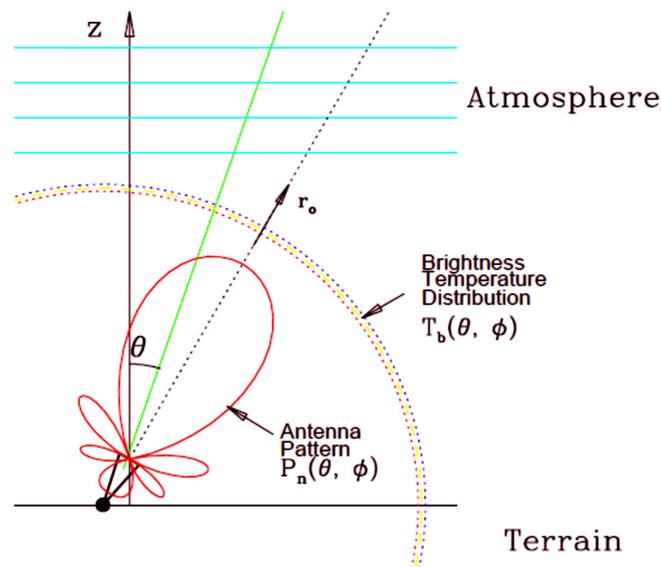


Figure 3 : Energie du bruit incident sur une antenne provenant de son environnement, d'après [1]

- Sources de bruit provenant du ciel (paragraphe 2.1)
 - Emission des gaz de l'atmosphère
 - Température apparente du bruit de fond du cosmos traversant l'atmosphère
- Sources de bruit provenant du sol (paragraphe 2.2)
 - Bruit thermique du sol
 - Bruit du ciel réfléchi par le sol

$T_b(\theta, \varphi)$ représente donc la somme de ces contributions :

$$T_b(\theta, \varphi) = T_b^{\text{sky}}(\theta_{\text{sky}}, \varphi) + T_b^{\text{ground}}(\theta_{\text{ground}}, \varphi) \quad (3)$$

Avec,

$$0 < \theta_{\text{sky}} < \pi/2 \quad \pi/2 < \theta_{\text{ground}} < \pi \quad 0 < \varphi < 2\pi$$

Avec donc, θ_{sky} pointant vers le ciel, θ_{ground} pointant vers le sol, pour tout azimut ϕ (figure 2).

Un modèle simple basé sur un bruit de ciel constant (T_b^{sky}) et un bruit de sol constant (T_b^{ground}) a été utilisé par notre communauté radio amateur, surtout par les concepteurs d'antennes Yagi utilisant le programme NEC2 et ses dérivés à des fréquences allant de 50 MHz à 1296 MHz, voir par exemple notes [7] et [14].

Note : T_b^{ground} ne représente pas la température physique du sol, qui est indiquée par T_{ground} (autour de 290K).

A partir du diagramme de rayonnement d'une antenne (en 3D), il est possible de calculer le rapport G/T_A en fonction de l'élévation avec un programme tel que Tant ou sa version plus récente pour Windows par F5FOD/DG7YBN [7] avec modèle supposant T_b^{sky} et T_b^{ground} constants, G étant le gain de l'antenne.

Une feuille de calcul a également été développée par AC6LA [15].

Avec ANTC, le logiciel de OM6AA [8], T_b^{sky} et T_b^{ground} peuvent dépendre des angles θ et ϕ (zénith et azimut). ANTC peut lire les fichiers des diagrammes de rayonnement en provenance de logiciel de calculs (EM 3D) tels que Feko ou CST ou bien des fichiers issus de mesures en format texte.

DG7YBN fournit une bonne liste de références de ces outils dans [6].

Le bruit artificiel (man-made noise) peut être modélisé en augmentant arbitrairement T_b^{sky} et/ou T_b^{ground} (voir par exemple les tables de VE7BQH en référence [14], dans lesquelles des valeurs typiques de bruit sont données pour des environnements ruraux, résidentiels et citadins). Les paragraphes 4.2 et 4.3 donnent des exemples numériques à 144 et 432 MHz.

Dans les paragraphes suivants 2.1 et 2.2, un modèle des sources de bruit venant du ciel et du sol est décrit.

2.1 Sources de bruit venant du ciel (T_b^{sky})

Ce paragraphe couvre les sources de bruit provenant du ciel (sans effet de sol). Leur contribution est notée T_b^{sky} .

Des phénomènes naturels tels que le rayonnement de notre galaxie ou le rayonnement thermique de l'atmosphère terrestre produisent des températures de ciel beaucoup plus grandes que 10K pour certains pointages d'antennes, surtout dans les bandes VHF et UHF.

Considérons par exemple la figure 4 montrant le bruit du ciel dans les bandes UHF et SHF. La ligne en pointillés à gauche représente le bruit maximum obtenu en pointant l'antenne vers le centre de notre galaxie.

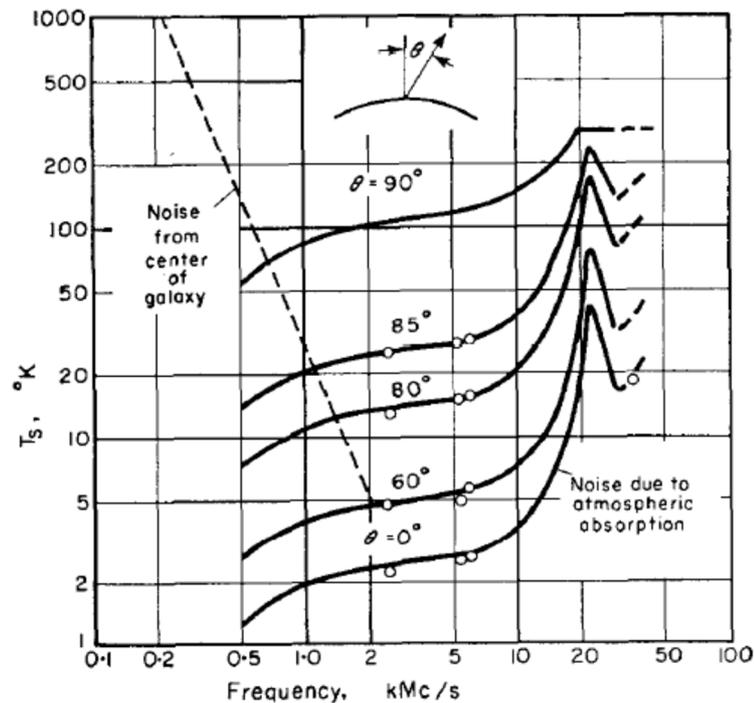


Figure 4 : Température du ciel (sans le bruit de fond cosmique de 2,7K) par temps sec [3]

Cette température de bruit est très basse (inférieure à 3K) aux ondes centimétriques quand l'antenne est pointée au zénith ($\theta = 0^\circ$), alors que quand elle approche l'horizon ($\theta = 90^\circ$), le niveau de bruit augmente considérablement. La gamme de fréquence 2-8 GHz, limitée à gauche par le bruit galactique et à droite par l'accroissement de bruit dû à l'oxygène et à la vapeur d'eau, est une fenêtre sur le ciel à faible bruit.

Les sources de bruit suivantes ne sont pas incluses en figure 4 :

- La température du fond cosmologique consistant en la radiation du fond cosmique aux radiofréquences (CMB en anglais), avec $T_{\text{CMB}} = 2,7\text{K}$. Ce rayonnement est une réminiscence de la formation de l'univers.
- Les rayonnements extra-terrestres peuvent être de nature thermique ou non-thermique et peuvent couvrir un continuum de fréquences ou bien avoir un spectre de raies discrètes. Ces sources de bruit peuvent provenir du soleil, de la lune, de planètes ou bien d'autres galaxies.

Les rayonnements extra-terrestres seront négligés dans les paragraphes suivants car ces sources ne sont que ponctuellement rencontrées. Le rayonnement de fond à 2,7K (CMB) sera toutefois considéré.

Les interactions entre la matière et les rayonnements électro-magnétiques impliquent deux processus, l'extinction (atténuation de la puissance) et l'émission. Quand un rayonnement traversant un milieu voit son intensité se réduire à cause de l'absorption par le milieu, le processus est appelé extinction. Quand le milieu ajoute de l'énergie, le processus est appelé émission. Les deux processus ont en principe lieu simultanément lors de ces interactions.

Le processus d'émission est décrit au paragraphe 2.1.1 et celui d'absorption au paragraphe 2.1.2.

2.1.1 L'émission des gaz dans l'atmosphère

Les courbes de températures du ciel de la figure 4 sont obtenues en considérant le rayonnement thermique causé par un phénomène d'absorption dû à l'oxygène et la vapeur d'eau dans une atmosphère en période d'été. L'oxygène est le contributeur principal sauf aux fréquences proches de 22 GHz où la vapeur d'eau occasionne des raies importantes d'absorption. L'oxygène possède une résonance de type dipôle magnétique à 60 GHz. Cet effet entraîne une absorption dans la bande 1 à 10 GHz qui est pratiquement indépendante de la fréquence mais très fortement dépendante de l'élévation de l'antenne.

La vapeur d'eau cause deux phénomènes d'absorption :

- Une résonance de type dipôle électrique à 22,5 GHz. A des fréquences autour de 22 GHz, une antenne pointée à l'horizon capte un bruit équivalent à la température physique de l'atmosphère, 290K.
- Une absorption de la vapeur d'eau en infrarouge a aussi une influence dans la bande 1-10GHz. Les données de la figure 4 supposent un temps sec.

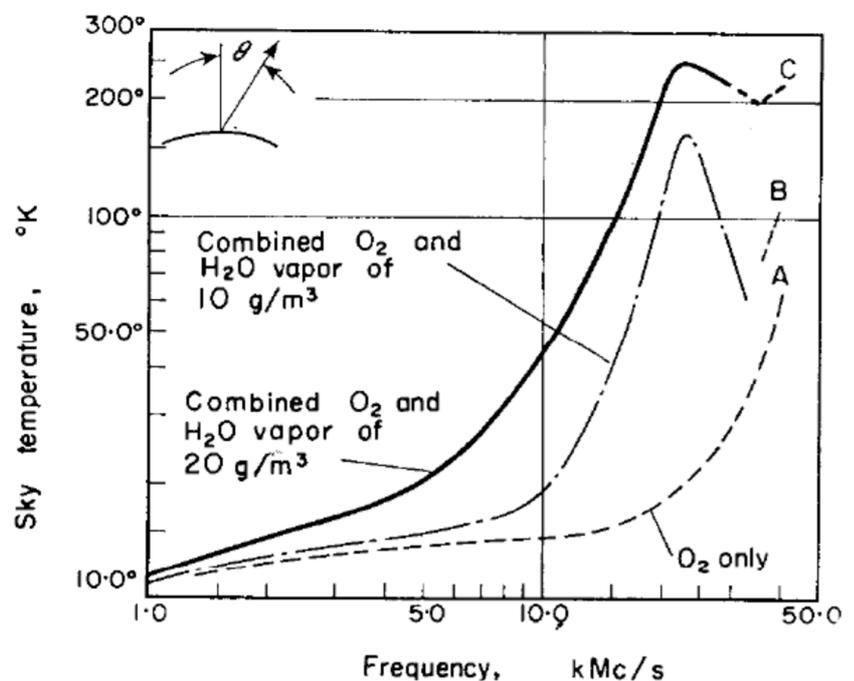
Les coefficients d'absorption de la vapeur d'eau étant fonction de la densité de la vapeur d'eau dépendent des conditions météorologiques, des saisons et de la localisation géographique.

En figure 5, trois courbes A, B et C obtenues avec des visées proches du zénith ($\theta = 80^\circ$) illustrent ce phénomène. La courbe A suppose une atmosphère sèche, la courbe B une atmosphère typique d'été (humidité de 10 g/m^3 au niveau de la mer), la courbe C une atmosphère très humide (humidité de 20 g/m^3 au niveau de la mer, décroissante avec l'altitude). Naturellement, la différence de bruit entre les courbes A et C augmente avec la fréquence, au fur et à mesure qu'elle approche celle de la résonance de la vapeur d'eau.

Dans la suite, un temps très sec sera supposé (courbe A).

Le rayonnement de l'atmosphère n'est pas polarisé (polarisation aléatoire) et donc aucune distinction ne sera faite entre les polarisations verticale et horizontale (ou plus généralement, une polarisation et sa polarisation croisée c'est-à-dire une polarisation qui est orthogonale). Les observations depuis le sol supposent souvent un modèle simplifié de couches planes de l'atmosphère telles que montrées en figure 3 avec θ étant l'angle d'observation par rapport au zénith.

Figure 5: Température du ciel par temps très sec, moyen et très humide avec $\theta = 80^\circ$ [3]



La température du ciel (brillance) mesurée du sol est donnée par :

$$T_b^{\text{sky}}(\theta) = \frac{1}{\cos(\theta)} \int_0^\infty \kappa_a(s) T(s) e^{-\frac{\tau(0,s)}{\cos(\theta)}} ds \quad (4)$$

Avec $T(s)$ la température de l'atmosphère à la distance "s" le long de la ligne de visée de l'antenne (θ, φ) .

$\kappa_a(s)$ le coefficient d'absorption atmosphérique à une distance "s" le long de la ligne de visée de l'antenne (θ, φ) .

τ la profondeur optique ou opacité du milieu.

$$\tau(0, s) = \int_0^s \kappa_a(r) dr$$

Cette approximation n'est valable que si l'angle par rapport au zénith θ est inférieur à 75° . Des corrections, prenant en compte la rotondité de la terre, peuvent être introduites pour des angles supérieurs à 75° (voir fin du paragraphe 2.1.3).

A une fréquence donnée, les profils atmosphériques (températures, pressions et densités) à travers l'atmosphère (en fonction de l'altitude z) sont en principe nécessaires pour calculer le coefficient d'absorption atmosphérique $\kappa_a(z)$ et l'opacité au zénith τ (paragraphe 2.1.3).

2.1.2 La température apparente du fond cosmique passant à travers l'atmosphère

L'énergie venant de l'espace arrivant sur une antenne s'est propagée à travers l'atmosphère (voir figure 3). Une atténuation se produit dans l'atmosphère de la terre, elle est due aux gaz (principalement la vapeur d'eau et l'oxygène), au brouillard, aux gouttelettes des nuages et aux précipitations.

Un phénomène de dispersion (en volume) se produit également quand la longueur d'onde est proche des dimensions des gouttelettes. Cela se produit autour de 10 GHz (rain scatter).

Dans la suite, ce phénomène de dispersion en volume dû aux nuages sera ignoré.

Le rayonnement cosmique T_{bo} peut se décomposer en 2 facteurs :

$$T_{bo} = T_{\text{CMB}} + T_{\text{gal}} \quad (5)$$

Avec,

$T_{\text{CMB}} = 2,7\text{K}$ le fond cosmique (CMB)

T_{gal} le rayonnement galactique (surtout du type synchrotron), qui suit une loi spectrale de la forme,

$$T_{\text{gal}} = T_{g0} (v_0/v)^\beta \quad (6)$$

Son amplitude dépend de la direction car les rayonnements provenant de notre galaxie ne sont pas uniformes. T_{gal} est maximum en direction du centre de la galaxie et minimum en direction du pôle de la galaxie.

La température de base T_{g0} et l'indice spectral β sont fonction de la direction d'observation du ciel. A 408 MHz, T_{g0} varie de 3K à 507K en direction du centre galactique et β varie de 2,5 en direction du centre galactique à 3,2 dans une région proche du plan galactique. Il est possible de considérer une valeur moyenne de $\beta = 2,75$ avec $T_{g0} = 20K$ et $\nu_0 = 408$ MHz. Des résultats assez précis de la contribution du bruit galactique aux fréquences supérieures à 10 MHz peuvent ainsi être obtenus.

En dessous de 1 GHz, la contribution T_{gal} n'est pas négligeable (figure 6).

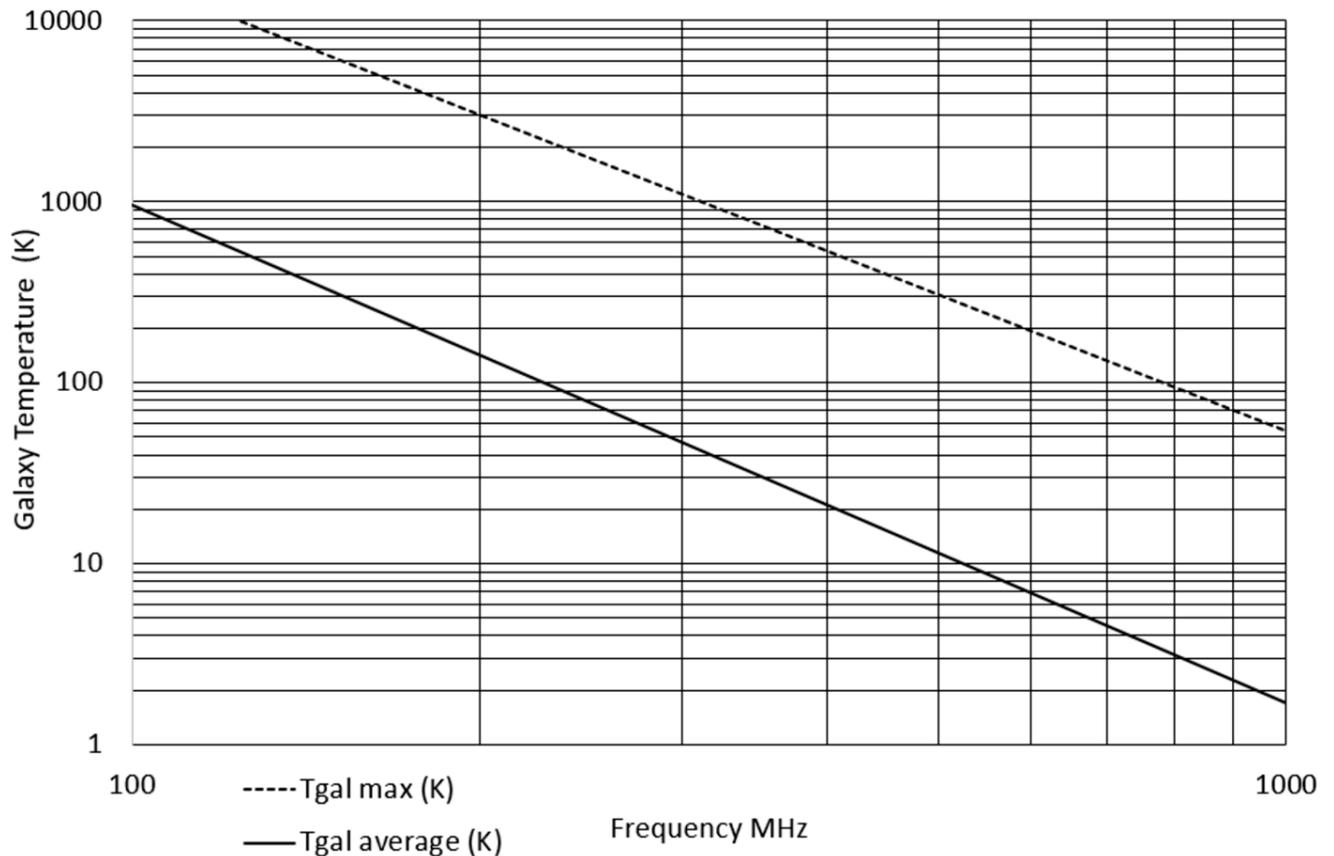


Figure 6 : Température galactique moyenne et maximum selon la formule (6)

Les calculs seront effectués en considérant les valeurs moyennes de température galactique (trait plein en figure 6).

L'atténuation dans l'atmosphère dépend de la distance parcourue par le rayonnement à travers l'atmosphère.

Un modèle simplifié de couches planes de l'atmosphère de la figure 3 est souvent utilisé pour les observations depuis le sol (θ étant l'angle d'observation par rapport au zénith). La température du ciel mesurée depuis le sol est donnée par :

$$T_b^{sky}(\theta) = T_{b0} e^{-\frac{\tau(0,\infty)}{\cos(\theta)}} \quad (7)$$

Avec t étant l'opacité au zénith.

$$\tau(0, \infty) = \int_0^\infty \kappa_a(r) dr$$

$\kappa_a(r)$ est le coefficient d'absorption atmosphérique à la distance "r" le long de la ligne de visée de l'antenne (θ, φ). Cette approximation n'est valable que pour un angle par rapport au zénith θ inférieur à 75° . Des corrections, prenant en compte la rotondité de la terre, peuvent être introduites pour des angles supérieurs à 75° (fin du paragraphe 2.1.3).

A une fréquence donnée, les profils atmosphériques (en température, pression et densité) à travers l'atmosphère (en fonction de l'altitude z) sont en principe nécessaires pour calculer le coefficient d'absorption atmosphérique $\kappa_a(z)$ et l'opacité au zénith τ (voir paragraphe 2.1.3).

Et pour rester dans la tradition de HURK INFO (revue SHF des années 80), comme les Shadoks le disaient :



Dans un mois, la 2^{ème} partie ...

Références

- [1] German Cortes Medellin, Antenna Noise Temperature Calculation, SKA memo 95
- [2] Fawwaz T. Ulaby David G. Long, Microwave Radar and Radiometric Remote Sensing, 2014
- [3] D;C Hogg, a study of the sources of noise in centimeter wave antennas, 1962
- [4] Tom Y. Otoshi, Noise Temperature Theory and Applications for Deep Space Communications Antenna Systems, 2008
- [5] W.L. Flock, E K. Smith, Natural Radio Noise-A Mini-Review, 1984
- [6] Hartmut Klüver, DG7YBN, Update to Sky and Earth Brightness for VHF/UHF Amateur Radio Bands, Dubus 2/2019
- [7] Jean-Pierre Waymel F5FOD and Hartmut Klüver DG7YBN, Antenna G/T calculators with open-source code, Dubus Technik 16, pages 285, 314, 339, and 355
- [8] Rastislav Galuscak, OM6AA, Antenna noise temperature software tools, Dubus Technik 9, page 363 and http://om6aa.eu/Antenna_Noise_Temperature_Calculator.pdf
- [9] Gaëtan Horlin, ON4KHG, Ground Gain in Theory and Practice, Dubus Technik 11
- [10] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, 4th edition, 2016
- [11] K F. Warnick, R. Maaskant, M. V. Ivashina, D.B. Davidson, B.D. Jeffs, Phased Arrays for Radio Astronomy, Remote Sensing and Satellite Communications, 2018
- [12] Brian V Cake, KF2YN, On the reduction of side-lobes in end-fire antenna arrays and Yagis, Dubus Technik 10, page 63.
- [14] VE7BQH tables, <http://www.bigskyspaces.com/w7gj/VE7BQH%20Charts.xls>
- [15] AC6LA, XLGTa - Antenna Gain/Temperature and Other 3D Metrics, <https://www.ac6la.com/xlgt.html>
- [16] DSN Telecommunications Link Design Handbook, <http://deepspace.jpl.nasa.gov/dsndocs/810-005/>
- [17] Recommendation ITU-R P.676-10, Attenuation by atmospheric gases

GPSDO. Une référence 10 MHz GPS bon marché par Paul F8CJS

Avoir une référence 10 MHz pilotée GPS est une sécurité dans un labo ou piloter son ou ses OL (oscillateur local).

Après pas mal de recherches, je me suis intéressé au montage de G3RUH et de N1JEZ qui utilisent non pas la sortie 1 pps, mais la sortie 10 kHz d'un GPS.

https://drive.google.com/file/d/1rYKFbaeCL-Ey7lo0YR12JRKS_U9lmNV6/view?usp=sharing

Jacques F6AJW m'a donné un CI de G3RUH, ce qui simplifie le montage, mais il n'y a rien de dramatique à le faire sur une platine perforée !

Trouver un GPS qui "sort" le 10 kHz n'est pas évident... on ne trouve plus que des GPS avec la sortie 1 pps !

La solution a déjà été trouvée par F1CJN, qui a écrit un programme afin de reprogrammer un GPS peu coûteux type NEO-7M ou NEO-6M, grâce à un Arduino Nano qui permet d'utiliser la fréquence de la LED 1 pps... Voir le site du radio-club F6KBF :

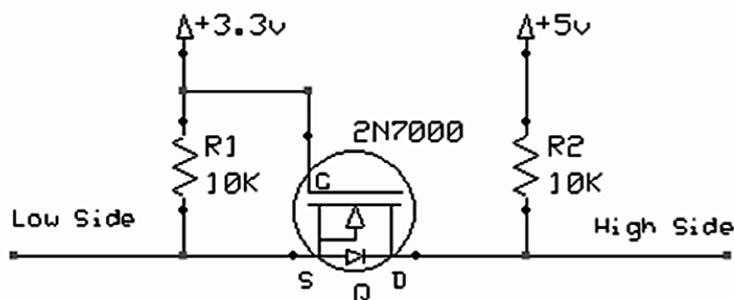
<http://f6kbf.free.fr/hyper.html>

Jacques F6AJW m'a mis en relation avec Patrick F4HSP qui a modifié le programme de F1CJN, afin de l'adapter au NEO-M8 encore plus sensible. Il utilise les trames "GPS", ainsi que les autres compatibles NMEA des constellations Glonass, Galileo... (Voir les liens sur ces programmes en fin d'article).

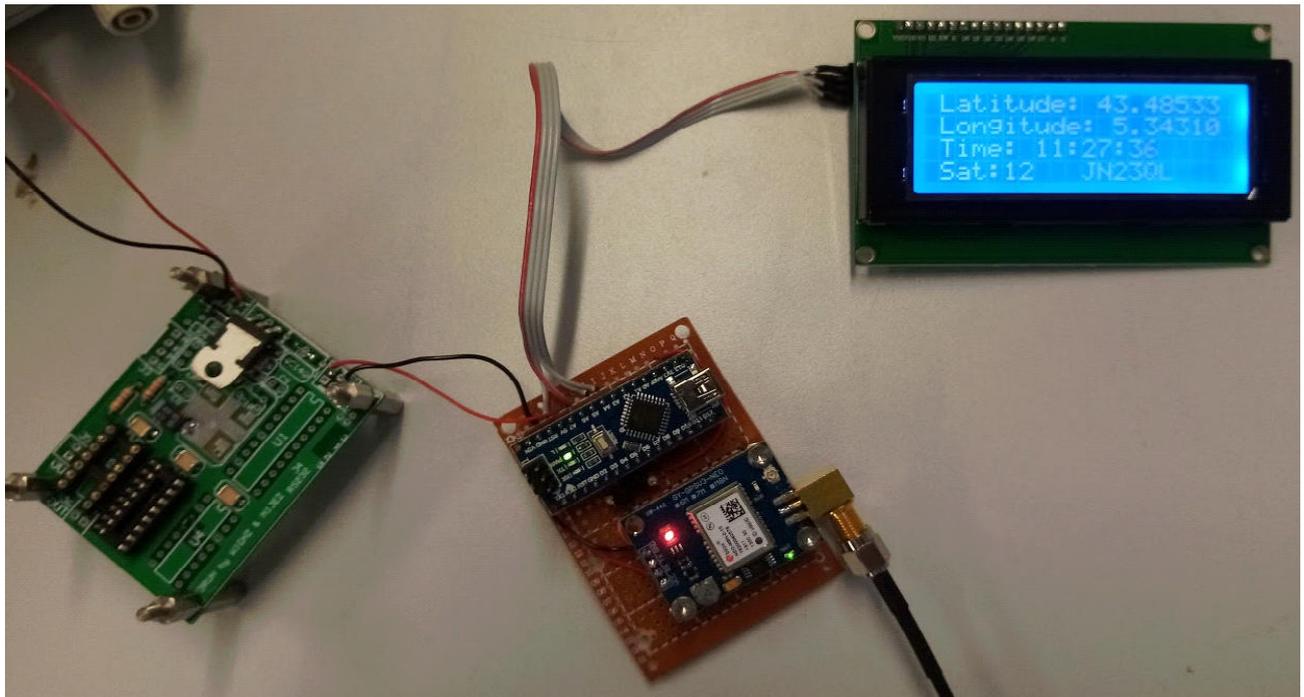
Et pourquoi ne pas tenter de fabriquer la référence en fréquence avec un 100 kHz de référence à la place du 10 kHz ?

Je n'ai pas monté le deuxième 74HC390 sur la platine G3RUH (U4) et ai fait un pont entre les broches 4 et 3, afin d'amener le 100 kHz vers la boucle d'asservissement.

Sur les conseils de Patrick, j'ai réalisé deux convertisseurs de niveau pour l'entrée / sortie de l'Arduino 5 V vers le GPS 3,3V (RX / TX). Le pont de résistances de la sortie TX de l'Arduino vers le 3,3 V RX du GPS (schéma de F1CJN) fonctionne très bien, mais j'ai voulu fiabiliser le système... enfin j'espère!



Première mise sous tension pour voir si l'Arduino Nano et le GPS NEO-M8N fonctionnent. Vérification de la fréquence reprogrammée avec un oscilloscope sur la résistance de la LED 1 pps : elle est bien à 100 kHz.



La deuxième mise sous tension avec les composants montés sur la platine G3RUH ne fonctionne pas. Après recherche, les niveaux sont trop faibles sur le 100 kHz et sur le 10 MHz de l'OCXO...

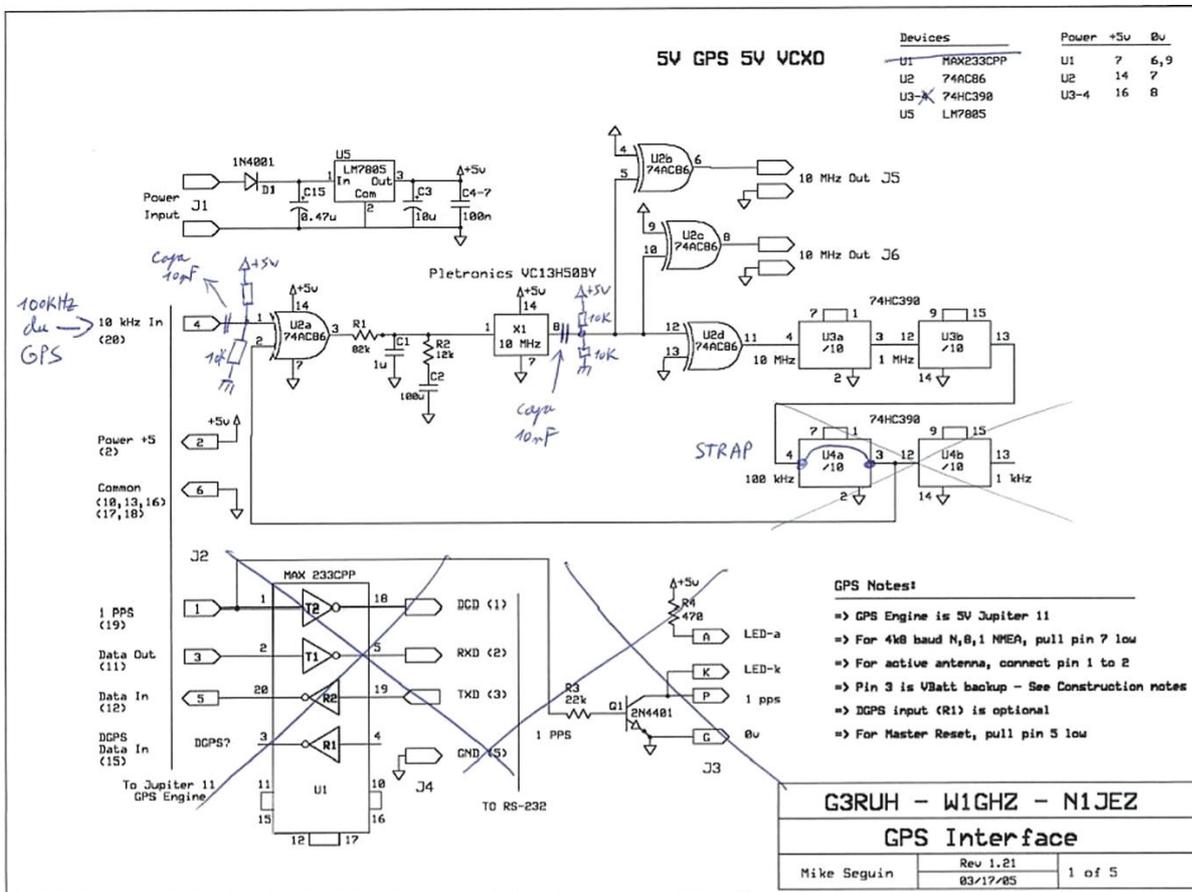
Le seuil haut du 74AC86 n'est pas atteint par le 10 MHz et le 100 kHz.

Patrick F4HSP me donne la solution miracle en moins de 5 minutes... il suffit de mettre le potentiel des deux entrées du 74AC86 à $V_{cc}/2$.

La tension étant relevée à 2,5 V, les oscillations du 100 kHz et du 10 MHz viendront passer sans problème les seuils de basculement du niveau haut ($V_{iH} = 3,85$ V) et du niveau bas ($V_{iL} = 1,65$ V).

En plaçant deux résistances de 10 k (15 k dans mon cas), la première entre le +5 V et l'entrée du 74AC86 (broche 1) et la deuxième entre l'entrée du 74AC86 (toujours sur la broche 1) et la masse, plus de soucis ! Idem en sortie de l'OCXO.

Attention à bien mettre une capacité de 10 nF afin de protéger du continu la sortie de l'OCXO et une autre capacité de 10 nF où l'on récupère le 100 kHz sur la platine GPS (3,3V de la LED 1 pps). Voir schéma ci-dessous.



L'interface GPS de G3RUH-W1GHZ- N1JEZ modifiée

Récapitulatif du matériel et programme nécessaires :

- votre OCXO 10 MHz ou les références données par G3RUH
- un GPS NEO-M8N
- une antenne GPS (alimentation en 3,3V)
- un 74AC86 et un 74HC398 achetés chez www.distri-compo.com (frais de port 2,90 euros ; livraison très rapide)
- quelques résistances, capacités, diodes et un 7805.

Le dossier de F1CJN pour NEO-6 ou NEO-7

https://drive.google.com/drive/folders/1C3KODP_wBFuLFP4K8xk9IDQWziD5tbH0?usp=sharing

Le programme pour le NEO-M8N.ino de F4HSP à compiler avec les fichiers d'origine de F1CJN

https://drive.google.com/file/d/1sdd15GnyfWIk_dp9Q7c61EkMbs6e-qIv/view?usp=sharing

Article sur le site de Paul F8CJS :

<https://sites.google.com/site/f8cjsradioamateur/techniques/gpsdo-une-r%C3%A9f%C3%A9rence-10mhz-gps-low-cost>

Le GPSDO 10 MHz
terminé



Cohabitation d'une PLL DF9NP et d'un transverter 10 GHz / 432 MHz BVA par Michel F6BVA

Il y a quelques semaines, nos amis F5AYE et Thierry F6HLD m'ont signalé un défaut observé sur plusieurs de leurs réalisations...

Avec une PLL DF9NP implantée dans le boîtier Schubert du transverter 3 cm F6BVA, le spectre proche de la porteuse est fortement affecté par de nombreux signaux parasites. Vérification faite sur plusieurs stations disponibles, il s'avéra que sur certaines d'entre elles, le défaut signalé par nos amis était bien présent.

Dès l'ouverture des couvercles, je remarquai une forte influence de ceux-ci. Grosse influence également de la position des fils de câblage dans le boîtier Schubert. En remplaçant la PLL DF9NP par un générateur externe, tous ces phénomènes disparaissaient.

Cette PLL mesurée seule, en dehors du transverter, paraissait parfaitement propre.

Aucun doute, il y avait une inter-action néfaste de l'un sur l'autre.

Jean-Paul et Thierry (F5AYE, F6HLD) ne s'y sont pas trompés, ils ont résolu radicalement ce problème en montant cette PLL DF9NP dans un boîtier Schubert extérieur au transverter.

Bien qu'efficace, cette solution ne me convenait pas. L'espace dans ma station bi-bande étant très limité, je n'aurais jamais pu ajouter un boîtier Schubert supplémentaire, et je suppose que je ne suis pas le seul dans ce cas !

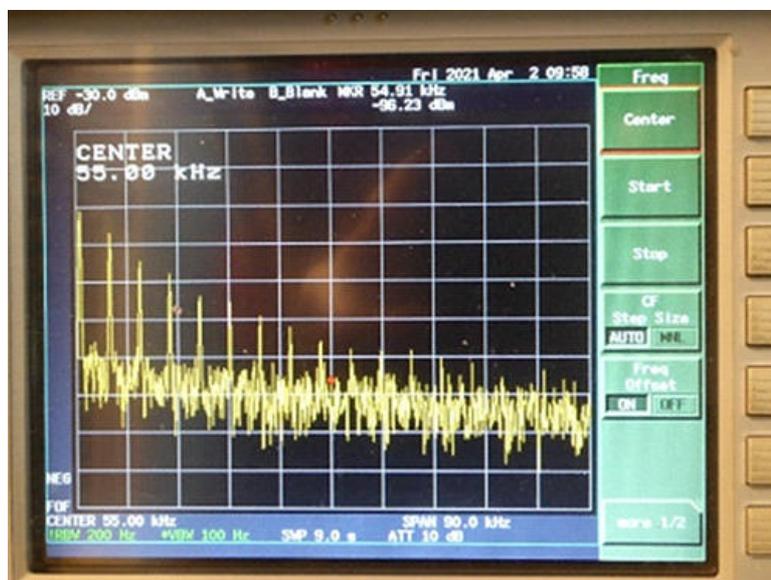
La chasse aux raies parasites était ouverte !

La fréquence de répétition de ces raies faisait penser à un mauvais filtrage de la source de tension négative de polarisation générée par l'ICL7660.

Un contrôle à l'oscilloscope ne montrait rien !

Une nouvelle mesure, cette fois à l'analyseur de spectre, montrait clairement le problème.

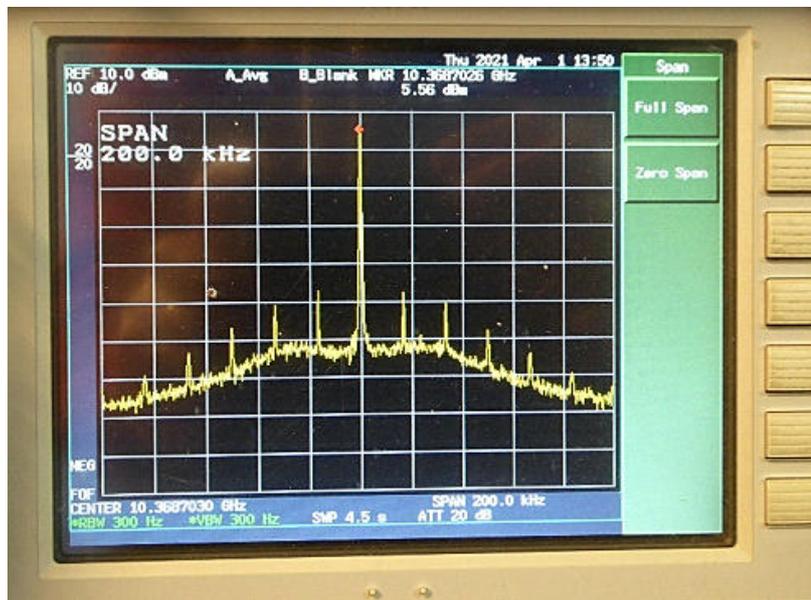
Analyseur en parallèle sur C15 via un DC-block.
Fréquence analysée : 10 kHz à 100 kHz. Filtrés de mesures Fi 200 Hz, vidéo 100 Hz



Ayant constaté que le fil de câblage reliant la sortie de l'ICL 7660 vers les résistances R24, 21, 28, 30 était très sensible à toute manipulation, il est remplacé avantageusement par un câble blindé (coaxial) .

Je vous invite à en faire de même sur vos transverters.

Spectre en sortie du transverter après cette première modification. Cette vue n'est pas exhaustive, elle dépend essentiellement de l'ESR et de la valeur des condensateurs utilisés.

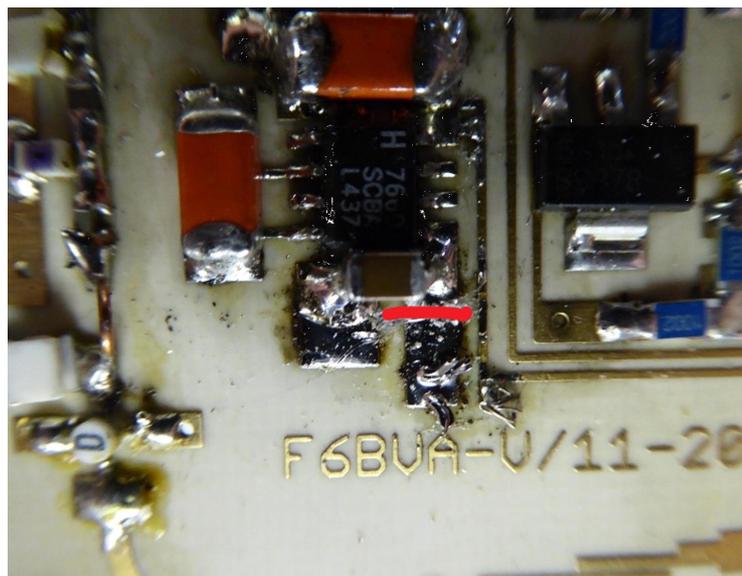


Reste à améliorer le filtrage du -5V.

Ne disposant pas forcément de capacités à très faible ESR, j'ai remplacé l'unique condensateur de filtrage sur la sortie de l'ICL 7660 (C15) par une cellule en Pi : C/R/C. Dans ces conditions, deux condensateurs céramique de 10 μ F/10 volts, ainsi qu'une résistance de 470 ohms en format 0805 sont nécessaires.

La modification en 3 images :

La première ici : couper au cutter la piste de sortie du -5V, puis souder le premier 10 μ F contre le boîtier de l'ICL 7660



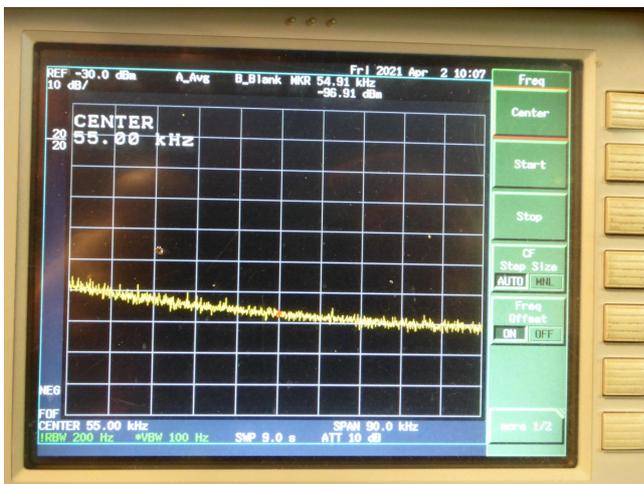
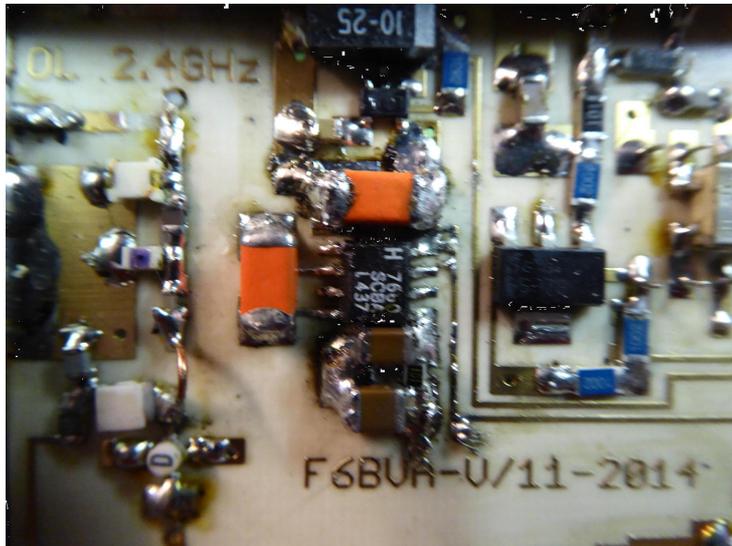
La seconde image : Souder la résistance de 470 ohms sur la coupure de piste effectuée précédemment.



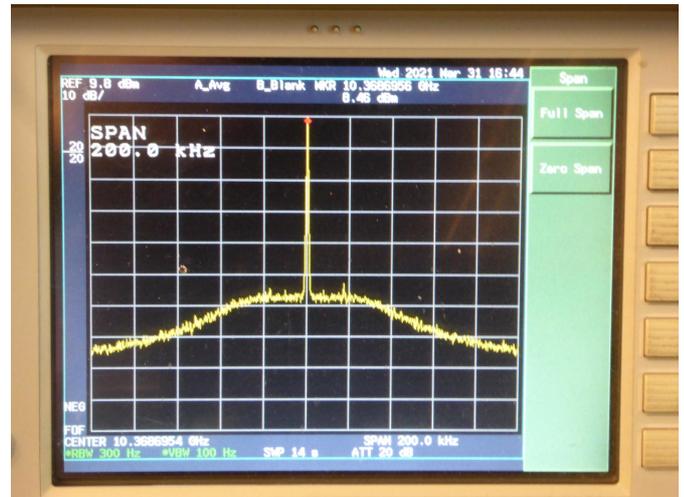
Souder le condensateur supplémentaire de 10 μ F/10 volts.

La tension de sortie de cette cellule de filtrage sera maintenant de -4 volt au lieu de -5 volt.

Cela demandera peut-être une légère retouche des réglages des courants de repos. Aucune reprise des réglages nécessaire dans mon cas.



Le -4 volt après modifications

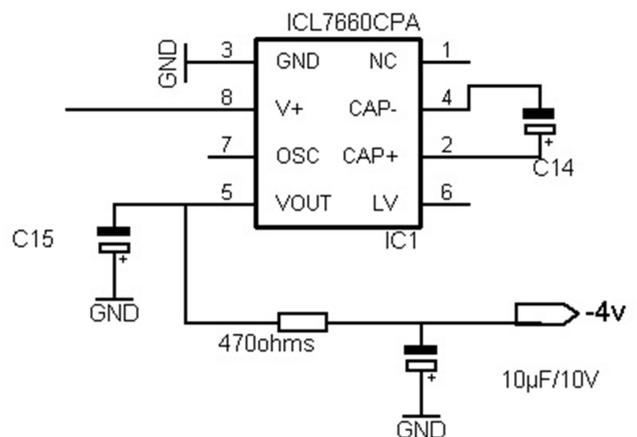


Le spectre proche en sortie transverter modifié.

Ces deux dernières images sont à comparer avec les deux premières.

Le plateau dû au bruit de phase de notre PLL est toujours aussi élevé... mais, il n'y a quasiment plus de raies parasites.

Ajouter une 470 ohms/0805 et un condensateur de 10 μ F/10 volts



Mes sincères remerciements à F5NZZ pour le temps passé en lambda testeur.

Un grand merci à Maurice F6DKW pour ses conseils et sa relecture du document.

Bonnes modifications et à bientôt sur l'air

Journées d'activité hyper 24 GHz et plus des 27 et 28 mars 2021 par Jean-Paul F5AYE

De Jean-Louis F1HNF :

Pour une fois, JA exceptionnelle par le WX. Un peu frisquet dans la campagne vers 9 h (environ 3/4° C) puis WX très agréable.

Propagation très au-dessous de tout, très peu de correspondants dans le grand Ouest.

Néanmoins, j'ai passé une bonne matinée et j'ai refait mon stock de vitamine D avec le soleil.

De Dom F6DRO :

Jamais vu une propagation aussi mauvaise, un seul QSO 24 : F5BUU. En 10 GHz, balise de Bordeaux microscopique, balise du 04 inaudible ; les stations habituellement reçues très fort étaient dans le souffle (F1FIH/F2CT). JA à oublier.

De Michel F1FIH :

S'il fallait donner un nom à cette JA nous l'appellerions "Bérézina"...

Un seul QSO 24 GHz avec Jean-Pierre F1AAM curieusement plus fort sur 24 que sur 10 !

Échec avec Jean-Yves F5NZZ/P juste deviné ; à notre décharge, le relief ne s'y prêtait pas ni pour lui ni pour moi.

Échecs avec Paul F1BOC/P mais là encore une forêt de pins à traverser dans sa direction ;

il fallait se résoudre à explorer les autres bandes : sur 5,7 GHz QSO F5NZZ/P, F1BOC/P

et sur 10 GHz QSO F5NZZ, F1AAM et F6DRO avec un signal anormalement bas par rapport à l'accoutumée.

Sur 1296 MHz QSO F5NZZ ; il n'y a pas que des déceptions sur cette même bande, heureux d'avoir retrouvé F6DKW, "c'est mauvais vers le sud" disait-il sans se tromper !

Merci aux participants en particulier à ceux qui ont fait l'effort de sortir même si ce n'était qu'au fond du jardin.

De Guy F2CT :

JA 24 GHz. Effectivement les conditions sur 10 GHz étaient très en-dessous de la "normale".

Test négatif avec Dominique F6DRO à 249 km mais le signal 10 GHz était à - 40 dB du signal habituel ! En revanche avec Philippe F6DPH à 226 km, le signal sur 10 GHz était à 70 dB au-dessus du bruit et 40 dB sur 24 GHz sans déformation ou vibration. Donc QSO facile en SSB.

Test avec Jack F6AJW distant de 14 km par réflexion sur une tour hertzienne avec des signaux à S9. Dommage que Jack n'ait pu concrétiser avec Philippe malgré un calage précis sur ma QRG ; à noter que le signal 24 GHz de Philippe était encore à 10 dB/bruit alors qu'il s'était tourné vers Jack avec un décalage de + 3°.

Dans l'après-midi QSO avec Jean-Noël F6APE à 444 km mais la CW était indispensable. Quelques bribes de signaux 10 GHz via notre avion préféré avec Maurice F6DKW sans avoir pu concrétiser. Sur HF avait lieu le WPX et sur 10 et 24 GHz un week-end d'activité EME, donc tout le monde pouvait communiquer. A noter les premiers QSO EME sur 24 GHz en Q65...

De Jean-Noël F6APE :

Malgré le peu de temps et propagation nulle à distance, voici mes maigres fichiers.

Pour le 24 un QSO local avec Jean-Louis F1HNF et une tentative sans succès avec Philippe F6DPH. Cela m'a permis de valider ma station qui était au garage depuis des mois et des mois...

24 GHz 04/2021	DX km	POINTS	QSO	Dept	Dept.	13	49	64	49	31	17
					Locator	F1AAM	F1HNF/P	F6AJW	F6APE	F6CXO	F6DPH
F2CT	225	478	2	64	IN93GJ			X			X
F1VL/P	169	338	1	17	JN04SF						X
F6BHI/P	74	148	1	11	JN13FK					X	
F1FIH/P	57	114	1	30	JN23FR	X					
F6APE	39	78	1	49	IN97PI		X				
F1HNF/P	39	78	1	49	IN97UD				X		

1^{re} JA d'été 2021, 24 GHz et +

WX : beau

Participation : bonne pour une JA 24 GHz et +

Propagation : mauvaise

- 24 GHz : 10 stations F.

73 Jean-Paul F5AYE