

# **Présentation du Nano-VNA**

**Par Michel F4HZZ**

**8 février 2020**

**Un nano VNA, ça vaut le coût !**

**Ce petit analyseur de réseau vectoriel est une révolution dans le monde amateur. Pour un coût de plus modiques, de 35 à 100€ selon les versions, il bénéficie d'un rapport capacités/prix exceptionnel ! A approvisionner d'urgence pour la partie labo du shack.**

## **Préambule de l'auteur F4HZZ**

Je ne suis malheureusement pas de culture scientifique, mais juste un amateur passionné et curieux. Après deux ans de licence je n'ai pas, loin s'en faut, la prétention d'être un expert. En revanche, j'ai la chance d'en connaître ! Je tiens ici à remercier l'ami Jean-Roger F6EGK pour le partage de son savoir, la qualité de ses qso techniques... et sa grande patience de fin pédagogue envers moi !

Pour cette présentation faite dans le cadre de la réunion mensuelle du REF25, je me permets donc, à la demande du radio-club, de vous partager mes retours d'expériences et d'informations sur cet exceptionnel outil à portée de toutes les bourses. Des erreurs techniques y figurent peut-être, et je vous prie par avance de m'en excuser. J'ai encore tout à apprendre ! 73

## **Nano-VNA, un projet collaboratif « open source »**

L'idée de départ du nano vna H (également appelé historique car précurseur) repose sur un projet « open source » partagé en ligne par divers développeurs et codeurs, porté par un certain « edy555 » qui a fédéré le projet et mis en ligne l'ensemble des travaux (détails ici : <https://github.com/ttrftech/NanoVNA>)

Comme toute bonne idée, elle a été vite reprise à des fins plus mercantiles, notamment par l'om chinois BH5BUH qui a décliné la version « commerciale » via le modèle F plus QRO (connecteurs sma

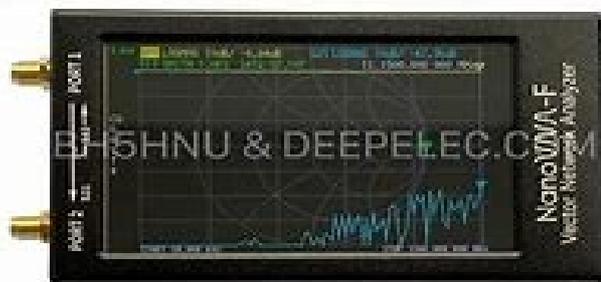
montés sur boîtier alu, grosse batterie, écran plus grand). Tous les détails ici : <http://deepelec.com/>

Et bien entendu, les chiffres de vente ont amené d'autres fabricants chinois à plagier le nano vna historique, en moindre qualité, notamment au niveau des blindages (parfois inexistant sur les copies ce qui pose de réels soucis de fonctionnement à hautes fréquences bien sûr).

Attention donc à bien commander la bonne version



measurable frequency up to 1.5GHz



## Principes de fonctionnement

Comme son nom l'indique, un VNA, en français Analyseur de réseaux vectoriels (rappel de la définition du vecteur : une droite qui a une longueur, une direction et un sens) est capable de caractériser des impédances complexes. Et d'analyser des mesures sur une plage de fréquence de 50khz à 1ghz, voire 1,5ghz pour la version F (à jour de son dernier firmware). Sans entrer dans les détails des nombres

complexes (réel + imaginaire, module et argument... les matheux apprécieront mais les débutants comme moi regretteront de n'avoir pas suivi avec assez d'assiduité les cours de trigo!), voici une synthèse très vulgarisée du fonctionnement du biniou.

### Les ports S11 et S21 ? Non, S1.1 et S2.1 !

Le S signifie « scattering parameters », traduit par paramètres de diffusion en français.

**S1.1** exprime le coefficient de réflexion de l'élément mesuré (antenne par exemple). Il effectue une mesure du port sur lui-même, en « return loss (exprimé en dB) » souvent noté Gamma ou en SWR (ros)

**S1.1** caractérise donc une impédance, une adaptation d'impédance...

**S2.1** exprime la relation entre un signal à l'entrée d'un quadripôle et sa sortie. Il effectue la mesure du port 2 au travers (thru) du port 1,

**S2.1 s'exprime en dB** et caractérise un gain s'il est positif ou une atténuation (valeur négative). Voir plus loin exemples de manip.

Ils ne sont pas utilisés ici mais les paramètres S1.2 et S2.2 existent aussi

**S1.2** mesure l'isolation (résiduelle entre les ports 1 et 2)

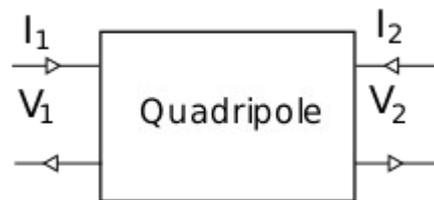
**S2.2** mesure l'impédance en sortie

**Les mesures de « return loss » (affaiblissement de réflexion) en dB offre une bien plus grande dynamique de mesure** (puisque dynamique logarithmique et non linéaire) que le SWR. **Plus la valeur est négative meilleure est l'adaptation.**

Cette dynamique est précieuse pour mettre au points de filtres de bande par exemple (mise en évidence des pôles)

**Le tableau ci-dessous montre clairement les relations mises en jeu entre les différents paramètres**

NanoVNA	P directe	100 W	100 W	100 W	100 W	100 W	100 W	100 W	100 W
	$\Gamma$ (module)	0,01	0,05	0,10	0,25	0,40	0,50	0,70	0,99
SWR	ROS	1,02	1,11	1,22	1,67	2,33	3,00	5,67	199,00
	TOS	1%	5%	10%	25%	40%	50%	70%	99%
LOGMAG	Return Loss	-40,0 dB	-26,0 dB	-20,0 dB	-12,0 dB	-8,0 dB	-6,0 dB	-3,1 dB	-0,1 dB
	P réfléchie	0,01 W	0,25 W	1,00 W	6,25 W	16,00 W	25,00 W	49,00 W	98,01 W



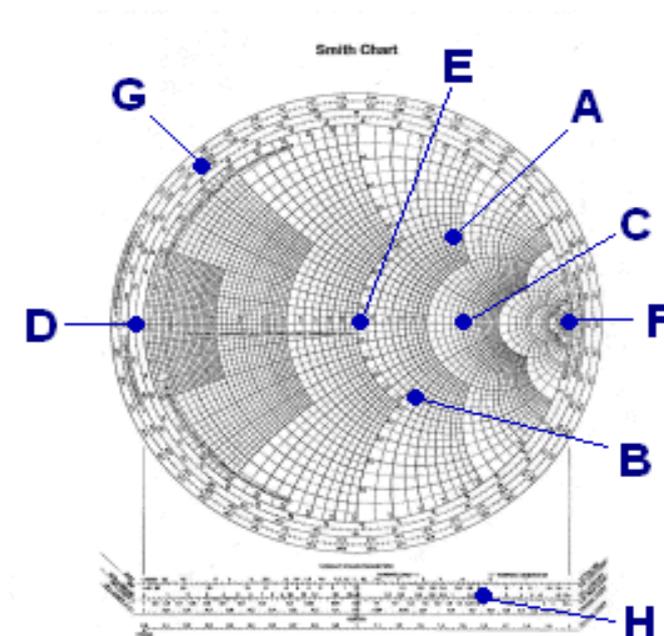
### Illustration quadripôle

Pour comprendre les relations en jeu, se replonger dans les équations matricielles !

$V_1 = S_{1.1} \times i_1 + V_2 \times S_{1.2}$  (où on voit bien que  $S_{1.1}$  correspond à une impédance)

$V_2 = S_{2.2} \times i_2 + V_1 \times S_{2.1}$

### l'abaque de Smith



Habituellement l'abaque de Smith se présente sous la forme d'un graphe circulaire et d'un ensemble d'échelles (repère H). Il n'est pas nécessaire d'en connaître tous les détails pour pouvoir en comprendre le fonctionnement de base.

Au premier coup d'oeil on distingue :

- A : aire des réactances inductives (moitié supérieure du cercle)
- B : aire des réactances capacitives (moitié inférieure du cercle)
- C : axe des réactances nulles (ou résistances pures)
- D : origine de l'axe C, résistance nulle
- E : centre du cercle correspondant à l'impédance  $Z=1+j0$
- F : extrémité de l'axe C, résistance (et réactances) infinies
- G : échelle des angles de déphasage et longueurs de lignes
- H : ensemble d'échelles facilitant les calculs de pertes, ROS...

### **Les différences de comportement entre les versions**

Le nano H historiques est performant de 50khz à 1 000 mhz (après mise à jour firmware)

Le nano F monte jusqu'à 1,5 Ghz en exploitant intelligemment les harmoniques 3 et 5 de sa puce interne (voir synoptique plus loin).

Plusieurs mises à jour (la dernière le 4/02)

Le nano gheko contrefait est parfois bon parfois très mauvais selon les composants mis en œuvre et les blindages (ou leur absence !)

### **Les logiciels gratuits et open source également**

Le logiciel « **Nano VNA saver** » est parfait

En revanche il peut induire de sensibles erreurs avec la version F (calibration déconnante systématique) tant que la MAJ du vna n'est pas faite, assortie d'un « clearconfig » et d'une recalibration tactile de l'écran.

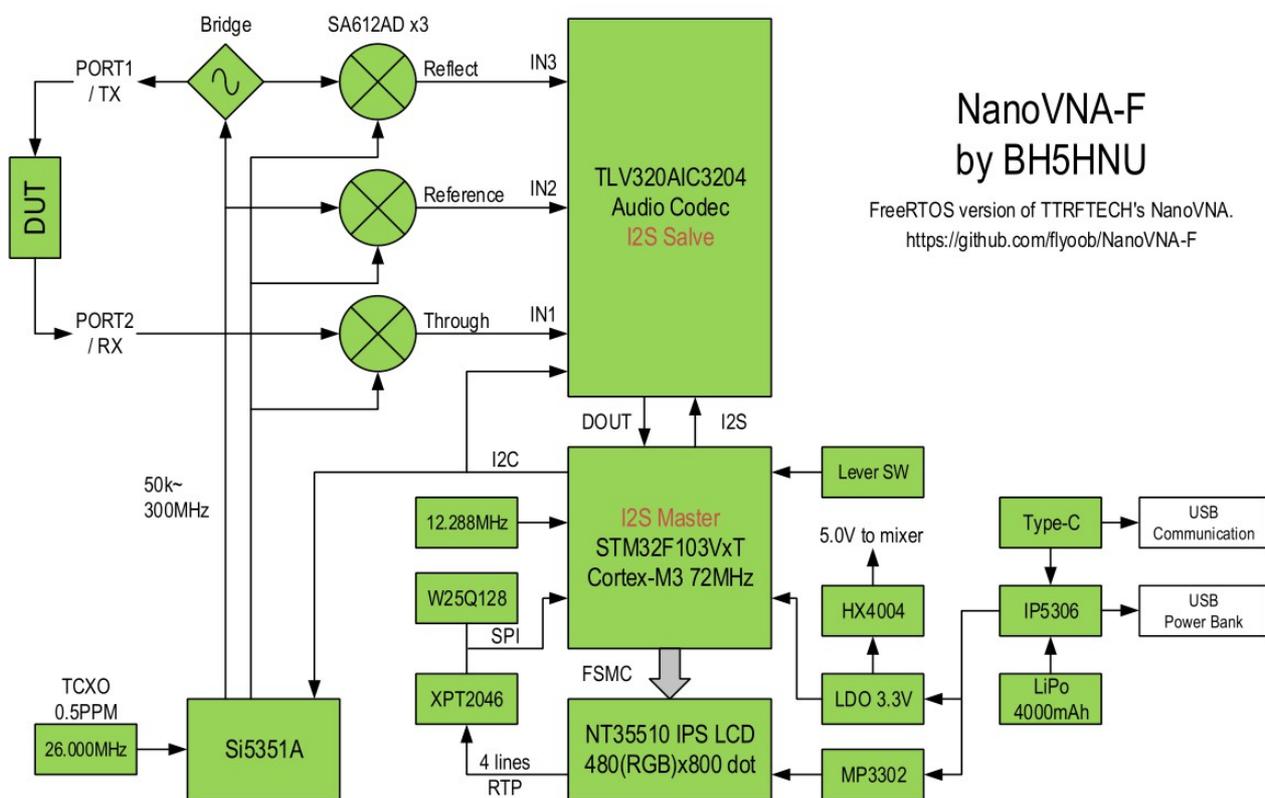
**Les logiciels « nano vna Sharp »** et son clone (arrêté suite à souci de droits d'auteur du créateur de sharp) « **nano vna Partner** » fonctionnent aussi avec le F mais au prix de quelques bugs d'import de données.

En dehors d'une manipulation aisée, ces logiciels proposent tous

d'enregistrer les fichiers de mesures au format S1p ou S2p afin de les retravailler ou de les manipuler sous excel par exemple pour tracer des courbes de tendance.

## Comment ça marche ? Etude du schéma blocs

La grande ingéniosité du nano-vna réside dans l'utilisation de composants courants « poussés » à la limite, et parfois même au-delà, de leurs spécifications ! La puce Si5351A (synthétiseur générateur de fréquences) en est le plus bel exemple. Garantie jusqu'à un peu moins de 300mhz par son fabricant (allez jeter un œil au datasheet), elle est ici exploitée sur sa fondamentale mais aussi sur des harmoniques 3 (donc 900mhz) et 5 (1500 mhz) ! Les signaux en sortie de pont HF sont ensuite mélangés à une fréquence de référence calée à +1k, +3k et +5k, ce qui donne donc des signaux BF traités par la puce Audio Codec. Tout le talent des développeurs réside dans le traitement des signaux numériques (Dout) effectué par le micro-contrôleur STM32F103VxT.



## Quelques manipulations sympatiques

### Caractérisation d'un préampli UHF Daiwa RX430



### Mesures d'un filtre passe bas Kenwood LF30A



## Calcul du coefficient de vitesse d'un coax

### Câble bnc-bnc 1m de long

Calibration et S11 en mode Réactance (trace bleue par exemple)

Trouver le point le plus proche de Zéro et noter la fréquence à laquelle il se situe

Sachant qu'une ligne ouverte  $\frac{1}{4}$  d'onde présente une réactance nulle, on calcule la longueur d'onde puis la longueur de  $\lambda/4$

**Exemple :** Réactance 0 ohm à 48,0002 mhz, longueur du  $\frac{1}{4}$  d'onde =  $300\,000/48\,002/4 = 1,56\text{m}$  (longueur électrique)

longueur réelle mécanique du coax ouvert = 1m

on divise la longueur mécanique par la longueur électrique ( $1/1,56$ ) = 0,64 de coefficient de vitesse !

