### Conférence ARAM95 du 10 juin 2022 : Le nanoVNA (ANALYSEUR DE RESEAU VECTORIEL) par Patrick HOUDEYER F2QH



# **BUT DE LA CONFERENCE**

- Cette présentation est une première approche du nanoVNA. Elle comporte un rappel sur les premières versions disponibles
- sur le marché depuis 2019.
- Les illustrations comprennent des vues des différents composants, tels que la connectique, les circuits d'extension, ainsi que des photos d'écran des principaux modes de réglage et de mesure.
- Il est fait volontairement abstraction de notions mathématiques, notamment sur les paramètres S et les quadripôles.
- Les dernières diapositives intitulées « POUR ALLER PLUS LOIN » indiquent des sites remarquables, en français et en anglais, pour les radioamateurs désirant approfondir le sujet.

# **PREMIERES VERSIONS**



Premier NanoVNA par le chinois HUGEN (2019) Livré sans coffret et parfois sans batterie. Inspiré du japonais Tomohiro Takahashi (EDDY555) qui développa en open source son projet sur le Github. Gamme de fréquences 50khz à 900Mhz. Le projet est en open source sur le GITHUB.



Premiers clones chinois par HUGEN : NanoVNA-H NanoVNA-H2 et NanoVNA-H4 Ces deux versions diffèrent essentiellement par la dimension de l'écran (respectivement 2,8" et 3,95"). Ils sont équipés d'un boîtier fermé et d'une batterie de 650mAh pour le H et de 1950 mAh pour le H4. 3 plages de mesure: 70dB (50kHz-300MHz),60dB (300MHz-900MHz), 40dB(0.9GHz-1.5GHz)

# **VERSIONS RECENTES**



Version de DEEPELEC (BH5HNU) en boîtier métal, Écran IPS TFT de 4,3" de 800 x 480 pixels, gamme de fréquences 50kHz à 1500kHz, batterie de 5000mA.



Versions NanoVna-V2-2 ET V2 Plus Gamme de fréquence 50IHz-3GHz, 50kHz-4,4GHz dans la version V2 Plus4 Attention aux clones qui peuvent comporter des problèmes de fonctionnement, Production officielle : HCXQS

# Le TOP : NanoVNA-V2 SAA-2N



Gamme de fréquences : 50kHz à 3GHz Connectique N Boîtier métal 1 NanoVNA V2 SAA-2N (fiche N) ou S-A-A-2 (SMA) 1 batterie incluse, 1 kit de calibration fiche N ou SMA selon le modèle 1 charge fictive 50Ω, 1 circuit ouvert, 1 court-circuit), 1 câble d'alimentation Micro-USB, 2 câbles N Mâle RG142 de 50cm, 1 adaptateur N Mâle - N femelle, 1 étui de rangement. Manuel en anglais à télécharger

# Le TOP : NanoVNA-V2 SAA-2N



Gamme de fréquences : 50kHz à 3GHz Connectique N Boîtier métal 1 NanoVNA V2 SAA-2N (fiche N) ou S-A-A-2 (SMA) 1 batterie incluse, 1 kit de calibration fiche N ou SMA selon le modèle 1 charge fictive 50Ω, 1 circuit ouvert, 1 court-circuit), 1 câble d'alimentation Micro-USB, 2 câbles N Mâle RG142 de 50cm, 1 adaptateur N Mâle - N femelle, 1 étui de rangement. Manuel en anglais à télécharger

# IL Y EN A ENCORE :



LE VNA LITE : Bande couverte de 50khz à 6Ghz Une version 3Ghz existe également Nombreux constructeurs chinois

Le VNA LIBRE En boîtier entièrement métallique Sortie en USB vers ordinateur

Etc.. etc...

# Des prix incroyables :

- La première version de Hugen était proposée entre 28 et 39€ sur les sites chinois, début 2019
- Les version en boîtier (NanoVNA-H) autour de 35 à 40€ dans le second semestre 2019
- La version Nano VNA-H4 (écran 4") est proposée entre 70 et 100€
- Les versions avec connecteurs N et 6Ghz peuvent atteindre de 130 à 240€ selon les modèles et les fabrications

# Finalement, le NanoVNA c'est :

- Un fréquencemètre
- Un générateur HF
- Un réflectomètre
- Un impédancemètre
- Un selfmètre de précision
- Un capacimètre
- Un millivoltmètre
- Un voltmètre vectoriel
- Un analyseur d'amplitude, fréquence, phase au travers d'un réseau de différents composants (selfs, condensateurs, résistances, filtres, etc..)

# *LE NANOVNA = COUTEAU SUISSE DU RADIOAMATEUR*

- FREQUENCE
- ETALEMENT D'UN SIGNAL SUR UNE PLAGE DE FREQUENCES DONNEE
- INFOS SUR LES DONNEES SUR LA PHASE D'UN SIGNAL TRAVERSANT UN COMPOSANT OU UN ENSEMBLE DE COMPOSANTS (DUT)
- MESURES D'IMPEDANCE, RESONANCE, PHASE, BANDE PASSANTE, INDUCTANCE, CAPACITANCE, REACTANCES (imaginaires et réelles)
- AMPLÍTUDE
- DANS LE CAS D'UNE ANTENNE :
  - RESONANCE,
  - IMPEDANCE,
  - PHASE
  - REGIMES HARMONIQUES,
  - BANDE PASSANTE.

*NOTA : DUT = DEVICE UNDER TEST En français : dispositif en cours de mesure* 

## LES DEUX NanoVNA chez F2QH :

NanoVNA-H (2019) Suite à différents Bugs, remplacé par Le NanoVNA-H4

NanoVNA H4 (avril 2022), écran de 4" au lieu de 2,8", choix du nombre de points de mesure de 51 à 401 pts



### VERSION ETUDIEE : Le NanoVNA-H4



# NanoVNA-H (version de base) : Commandes



### La connectique de base fournie :



# **TERMINAISONS SMA**



Charge 50 ohms « SMA LOAD 50 ohms »



Bouchon de court-circuit : « SMA SHORT »



Bouchon circuit ouvert : « SMA OPEN » (il n'y a pas d'aiguille de contact centrale)

### Les cordons USB

 0	
- CO- C	

#### **CORDON USB-C**

Ce cordon est symétrique, le sens d'insertion n'a donc pas d'importance. On peut l'utiliser pour relier le NanoVna à un ordinateur comportant un connecteur USB-C, ou un Smartphone.



#### CORDON USB-C vers USB type A

Ce cordon comporte un connecteur USB-C côté NanoVNA et un connecteur USB type A. Il peut être utilisé pour relier le NanoVNA à un PC ne comportant pas de connecteur USB-C On peut l'utiliser également sur un chargeur 5V de téléphone. On peut également interposer un prolongateur USB, pour Effectuer des mesures d'une antenne distante.

# LES CORDONS DE MESURE SMA-SMA



Le coffret contient deux cordons SMA mâle-mâle permettant d'effectuer des mesures sur différents DUT (Device Under Test) ou différentes types de calibration

Raccord SMA femelle-femelle : Il permet de relier deux cordons SMA ci-dessus

# Autres adaptateurs (non fournis)



#### 2 x CORDONS ADAPTATEURS :

- SMA mâle
- BNC femelle



- 2 x CORDONS ADAPTATEURS :
- SMA mâle
- SO239-F (dit UHF)

# **CONNECTEURS ADAPTATEURS**



#### 2 X CONNECTEURS ADAPTATEURS :

- SMA mâle
- BNC femelle



#### 2 x CONNECTEURS ADAPTATEURS :

- SMA mâle
- SO239 femelle (dit UHF)

# **TERMINAISONS**



#### CHARGE BNC 50 OHMS

Cette charge est citée pour exemple.Il sera sans doute nécessaire de confectionner Soi-même une terminaison BNC « SHORT» ainsi qu'une terminaison « OPEN » (respectivement court-circuit et ouvert).

Il en sera de même pour la connectique PL259/SO239 dite UHF.

Pour la connectique « N » des modèles existent dans le commerce.

# KITS DE TEST (dits de démonstration)



Ce kit permet de se familiariser avec les différentes possibilités du NanoVNA. Néanmoins, la fragilité du circuit imprimé limite le nombre de mesures dans le temps.

D'autres produits sont proposés Sur Internet, certains d'entre eux Étant fournis avec la connectique

### CARACTERISTIQUES du NanoVNA-H4 :

- Boîtier ABS: 75mm x 133mm x 18mm (hors saillies)
- Fréquence de mesure: 10KHz -1.5GHz
- Sortie RF: 0dbm (± 2dbm)
- Plage de mesure: 70dB (50kHz-300MHz), 60dB (300M-900MHz), 40dB(0.9G-1.5GHz)
- Il peut y avoir des erreurs causées par la transformation non linéaire de l'onde fondamentale lors de l'utilisation de la mesure harmonique.
- Port SWR: < 1.1
- Écran: 3.95 pouces TFT (320x480)
- Interface USB: mode de communication USB type -C
- Puissance: USB 5V 200mA, batterie 1950mAh intégrée, courant de charge maximal 1A
- Nombre de points de numérisation: 101 (fixe)
- Suivi de l'affichage: 4, marquage: 4, réglage de sauvegarde: 5
- Tolérance de fréquence:<2.5ppm</li>
- Stabilité de fréquence:<0.5ppm</li>

#### STRUCTURE DES MENUS : SCHEMA FOURNI AVEC L'APPAREIL Mais différences constatées avec la réalité



#### SCHEMA REFAIT CONFORMEMENT A LA REALITE



# **POUR COMMENCER (en autonome)**

- S'assurer que la batterie est bien chargée.
   Sinon utiliser le cordon USB-C/USB-A et brancher ce dernier sur un port USB d'un PC ou d'un chargeur 5v de téléphone.
- La petite led rouge située près de la prise USB-C du NanoVNA clignote
- Pendant la charge, le NanoVNA peut être utilisé. Enclencher l'interrupteur et la petite led bleue près de l'interrupteur clignote, l'écran du NanoVNA s'éclaire et laisse apparaître plusieurs courbes de couleurs

### ECRAN D'ACCUEIL



# LIRE L'ECRAN



- 1 et 2 : gamme de frequences (1=start 2=stop)
- 3 : Affichage du marqueur pour chaque trace.
  - Faire glisser le marqueur à l'aide d'un sticker ou de la manette
- 4 : statut d'étalonnage (codes C0 à C4 – DRSX Détails dans documentation)
- 5 : Position de référence de la trace correspondante. DISPLAY/SCALE/REF position
- 6 : Statut du marqueur
- 7 : Statut du marqueur et valeur du marqueur actif, ex : CH0 = réflexion
  - CH0 = Logmag 10dB/0,02dB Echelle : 10dB
- 8 : Etat de la batterie

# UTILISATION DU NanoVNA Charger la batterie

- Deux possibilités : connexion à la prise USB d'un PC ou à partir d'un bloc chargeur 5V
- Une icône batterie en haut de l'écran indique l'état de la charge : rouge=déchargé, vert en charge ou chargé.
- Le voyant Led rouge clignotant indique la charge en cours, l'interrupteur étant sur off.
  Le voyant bleu clignote lors de la mise en
  - service de l'appareil.

# 3 façons de cliquer :







### AVEC LE DOIGT

AVEC UN STYLET :

AVEC LA MOLETTE : Navigation +/- et validation par pression

### AVANT TOUT : CHOIX DE LA GAMME DE FREQUENCE DE TRAVAIL



SUR L'ECRAN D'ACCUEIL : Cliquer n'importe où sur l'écran pour faire apparaître le Menu racine

### LE MENU PRINCIPAL APPARAÎT : Cliquer sur « STIMULUS »

# DEFINIR LA GAMME DE TRAVAIL : CHOIX DE LA FREQUENCE BASSE



CLIQUER SUR START : Pour faire apparaître le clavier numérique

ENTRER LA FREQUENCE DE DEPART : Par exemple, si on souhaite couvrir la gamme De travail de 100 Mhz à 500 Mhz, Entrer 100 puis M (pour les Mégahertz) Valider par la flèche

### SELECTIONNER LA FREQUENCE HAUTE



# APPUYER SUR LA TOUCHE STOP (fréquence haute)



ENTRER LA FREQUENCE : Dans le cas de cet exemple, Entrer 500 puis M pour 500 Mhz

# LA VALEUR DES FREQUENCES VA S'AFFICHER EN BAS DE L'ECRAN



LA FREQUENCE DE DEPART START DE 100 Mhz

En bas et à gauche de l'écran

LA FREQUENCE D'ARRIVEE : STOP DE 500 Mhz

En bas et à droite de l'écran

# **INDISPENSABLE : LA CALIBRATION**

- La calibration est indispensable en fonction de chaque type de mesure
- LE DUT : Device Under Test = Elément à mesurer : Le DUT peut être connecté directement et uniquement au port CH0 (S11) s'il est doté d'un connecteur SMA mâle, c'est le cas de certaines antennes de pocket. sinon prévoir un adaptateur ou un câble (exemple : SMA-M vers BNC-F ou SO239 F
- Un DUT tel qu'un filtre, un élément RLC, etc..sera connecté entre les ports CH0 et CH1(S2). Il sera relié par deux câbles SMA ou un câble SMA + un adaptateur direct SMA
- L'influence des connecteurs, des câbles, des modules de tests (borniers pinces crocodiles, etc..) est très importante on parle de « PLAN DE REFERENCE »

### Nous utilisons les 3 terminaisons :



## **CALIBRATION**


## CALIBRATION : MENU PRINCIPAL Cliquer sur DISPLAY



# CONSEIL : FAIRE UN RESET

10 LOGNAG 10dB/ 0.04dB	▶M1: 456.000 000	CALIBRATE
		POWER
		SRVE
		RESET
		← BACK
		and the second s

#### **Commencer** *la calibration* :



# CALIBRATION POUR CHAQUE BOUCHON :

Visser la charge ouverte « OPEN » sur CH0
Sélectionner la touche OPEN



#### PROCEDER DE MÊME SUCCESSIVEMENT POUR LES TERMINAISONS DE COURT-CIRCUIT (SHORT) ET 50 OHMS (LOAD)



S 10 M - 4.6550

> HLI:

> HLI:

> HLI:

> S 3000T

> S 300T

> S 300T

> S 30T

BRANCHER LE BOUCHON DE COURT-CIRCUIT « SHORT »

Confirmer par la touche SHORT

BRANCHER LE BOUCHON DE CHARGE DE 50 OHMS « LOAD »

Confirmer par la touche LOAD

# **ISOLN ET THROUGH**

- On peut s'arrêter là dans le cas où la mesure ne nécessite que le port CH0 : cas d'une antenne par exemple.
- Si le mesure implique les ports CH0 et CH21 (DUT filtre ou composant RLC), il va falloir relier ces deux ports.

On a besoin d'un ou deux câbles (fournis).

 Dans le cas des deux câbles utiliser le raccord SMA-F / SMA-F

# ALORS CONTINUONS :



EXEMPLE AVEC UN SEUL CÂBLE SMA-M / SMA-M

#### EXEMPLE AVEC DEUX CÂBLES SMA-M / SMA-M + RACCORD SMA-FF

#### MESURE DE L'ISOLATION ENTRE LES DEUX POINTS DE MESURE CH0 et CH1

 Laisser les ports CH0 et CH1 hors connexion

 Dans le cas où la mesure du DUT nécessiterait un câble ou un adaptateur, on branchera celui-ci sur CH0, l'autre extrémité étant laissée libre.

#### MESURE DE L'ISOLATION ENTRE LES DEUX POINTS DE MESURE CH0 et CH1

 Laisser les ports CH0 et CH1 hors connexion

 Dans le cas où la mesure du DUT nécessiterait un câble ou un adaptateur, on branchera celui-ci sur CH0, l'autre extrémité étant laissée libre.

# **ISOLN et THROUGH**



SPAN 498.890

bac48888Hz 181p

0 000 161-

LES CONNECTEURS SMA CH0 ET CH1 ETANT NON CONNECTES :

APPUYER SUR LA TOUCHE « ISOLN »

LES CONNECTEURS SMA CH0 ET CH1 ETANT RELIES :

APPUYER SUR LA TOUCHE « THROUGH»

# LA CALIBRATION EST TERMINEE







APPUYER SUR « BACK » = RETOUR

# LA CALIBRATION EST TERMINEE







APPUYER SUR « BACK » = RETOUR

# Vérification de l'étalonnage : Utilisation du diagramme de Smith





A PARTIR DU MENU DISPLAY,

SELECTIONNER « FORMAT »

#### PUIS SELECTIONNER « SMITH »

#### BRANCHER SUCCESSIVEMENT LES TERMINAISONS « OPEN / SHORT/LOAD » Exemple : avec bouchon open=marqueur à droite



#### **POUR LES CHARGES « SHORT » et «LOAD »**



**BOUCHON COURT-CIRCUIT « SHORT »** 

MARQUEUR JAUNE A GAUCHE

CHARGE 50 OHMS « LOAD » : MARQUEUR JAUNE AU CENTRE

#### La calibration est maintenant terminée

Nous pouvons procéder à une phase de mesures

Avant cela, nous pouvons mettre la calibration en mémoire, pour éviter de la refaire à chaque nouvelle mesure de ce type

# **MISE EN MEMOIRE**

- Pour éviter de refaire la calibration après chaque type de mesure, il est possible d'enregistrer plusieurs types de calibration dans 5 Mémoires M0 à M4
   Le rappel des mémoires s'effectue par les touches RECALL0 à RECALL4
   Par exemple : M0 réservée à la gamme VHF/UHF avec connecteurs SMA, M1 avec
  - câble SMA/BNC ou SO239, M2 bandes HF, M3 mesure de DUT avec 2 câbles SMA, etc..

#### **MISE EN MEMOIRE DES CALIBRATIONS**



Après chaque calibration, on peut enregistrer les données de celle-ci dans 5 mémoires différentes M0 à M4.

On pourra rappeler celles-ci afin d'éviter de refaire la calibration à chaque fois

Par contre il faut noter quels types de connexions ont été utilisés.

#### **RAPPEL DES CALIBRATIONS EN MEMOIRE**

dB/ -63 1	ōdB	Сно	SWR 250m/8 ▶M1: 442.4	.9943 00 000 I	DISPLAY	
					MARKER	
					STIMULUS	
			-		CALIBRATE	
					RECALL	
					CONFIG	

#### **RAPPELER LA CALIBRATION (ex M0)**



## **EXEMPLE MESURE D'UNE ANTENNE DE YAESU FT817ND**

- L'antenne est équipée en BNC
- Il faut donc brancher un adaptateur SMA/BNC directement dur le port CH0
- On peut aussi interposer un câble SMA-M vers BNC-F
- Il faut aussi faire la calibration avec des connecteurs BNC car si on utilise celle avec les connecteurs SMA, la mesure sera fausse.

#### Antenne ressort sur FT817ND avec adaptateur SMA/BNC



# **MESURE DE SWR**





#### SELECTIONNER SWR

#### SELECTIONNER LA TRACE

#### **SELECTION DES TRACES :**



On sélectionne le menu TRACE

#### Selection de la trace : Couleurs des menus=couleur des traces





#### EN PRATIQUE : MESURE D'ANTENNE DEPUIS LA STATION PLANS DE REFERENCE PREF 01 à PREF03

Si la calibration est effectuée directement sur le connecteur CH0 du NanoVNA :

En PREF 01 : Mesure uniquement de l'antenne

En PREF 02 : On mesure l'antenne + le Balun

EN PREF 03 : Mesure de l'antenne + Balun + Câble

Si on souhaite mesurer uniquement l'antenne depuis la station, on procède à la calibration en plaçant les Bouchons en PREF01. Ainsi l'ensemble balun+câble n'influe pas sur la mesure.

ATTENTION : En aucun cas connecter l'émetteur de la station au NanoVNA qui serait transformé en fumée !

## UTILISATION AVEC ORDINATEUR : NanoVNA saver



#### UTILISATION AVEC SMARTPHONE : Attention : image saisie sur Internet, mais dans mon cas çà ne fonctionne pas !



APPLICATION NanoVNA Téléchargeable sur Playstore pour Android

Avec câble USB-C vers Micro-USB ou USB-C (selon connectique du smartphone)

≡	NanoVN	4	u	STOP [2/5]	
START/STOP			CENTER/SPAN		
Start 0.05		MHz 90	) 0.000016	MHz	
СНО	SMITH CHIL	LOGMAB	CHI LOGM	AG	
0d8-	SMITH	FREQ		TDR	
10d8					
20dB					
-30dB					
40dB		1	. MA	the	
-50dB	and the second	AM	M	. 4	
60dB	Star.		det	WALAH	
70dB		MAN		LALL.	
80d8	Constant Street	and south the south	t same same	and a state of the	

# Pour que çà fonctionne il faut un cordon adaptateur OTG : «On The Go»



#### C'est quoi l'OTG ?

En effet, un simple cordon micro-USB ou USB-c vers USB classique ne convient pas, car le NanoVNA sera vu comme un périphérique statique.

Il faut connecter sur le port du smartphone ANDROID un adaptateur OTG puis un cordon USB vers USB-C vers le NanoVNA.

USB OTG signifie USB On-The-Go. Un câble USB OTG permet de connecter un smartphone ou une tablette à d'autres appareils (souris, clé USB, disque externe, clavier, manette, etc...) Ce câble possède un connecteur micro-USB ou USB-C côté téléphone ou tablette, une connexion USB-A de l'autre. Si on utilise un câble USB standard pour connecter un téléphone à un ordinateur, le téléphone est le périphérique de stockage et l'ordinateur le périphérique principal. Avec un câble OTG, le smartphone est l'appareil principal.

# Maintenant çà fonctionne !



#### **MESURE DE DUT ENTRE CH0 ET CH1**



# **Plaque d'extension pour Cl**



## **MESURE AVEC PLAQUE D'EXTENSION**



#### MESURE DE DUT AVEC PLAQUE D'EXTENSION MULTIPLE



#### **MESURE DE FILTRE**



#### **MESURE D'INDUCTANCE**


### POUR ALLER PLUS LOIN PARMI MES LIENS PRÉFÉRÉS EN FRANÇAIS :

#### **Patrick CHENE :**

Bien qu'il ne soit pas titulaire d'un indicatif radioamateur, Patrick CHENE est un OM passionné et curieux dans les domaines les plus variés. Je le remercie pour m'avoir donné l'autorisation de vous communiquer le lien vers son site et plus particulièrement vers son document .pdf traitant des radiofréquences et donc du nanoVNA .

#### PATRICK CHENE : LIEN VERS RADIOFREQUENCES

#### **F4HZZ Marcel**

Marcel possède une solide expérience sur le nanoVNA. Il m'a communiqué de précieux conseils dont je vous retransmets celui-ci : Lorsque l'on procède à des mesures sur des antennes ouvertes, on risque de détruire le nanoVNA à cause des décharges statiques. Décharge préalable indispensable. Je vous transmets le lien vers son site :

#### PAR F4HZZ : "Un nanoVNA çà vaut le coût !"

#### **F6FCO Jean-Claude**

Voici un document fort agréable à parcourir et surtout très complet sur le nanoVNA. Jean-Claude a tout dit dans son exposé. Voici le lien vers son exposé :

#### PAR F6FCO : Aventures avec un NanoVNA

## De très bons liens But in English :

Par Gunthard KRAUS DG8GB : Manuel de prise en main du NanoVNA première version 50Khz à 900Mhz :

PART 1 - NanoVNA Version de base - 50Khz à 900 Mhz

Par Gunthard KRAUS DG8GB : Part 2 – versions H2/H4 couvrant de 50khz à 1,5Ghz :

PART2 : Versions H2/H4 - 50Khz à 1,5 Ghz

Par Martin Svaco 9A2JK : Absolute Beginner's Guide :

PAR 9A2JK : ABSOLUTE BEGINNER'S GUIDE

### **MERCI DE VOTRE ATTENTION**

# A VOS QUESTIONS... Si je peux y répondre !..

**CONTACT :** CLIQUEZ ICI VERS LE FORMULAIRE DE MON SITE