

Manual Utilisation

NanoVNA V2_2 - S-A-A-2

Firmware 20201013

Traduction et add-on F4IIZ – 2022

<https://f4iiz.eu5.org/documentation.php>

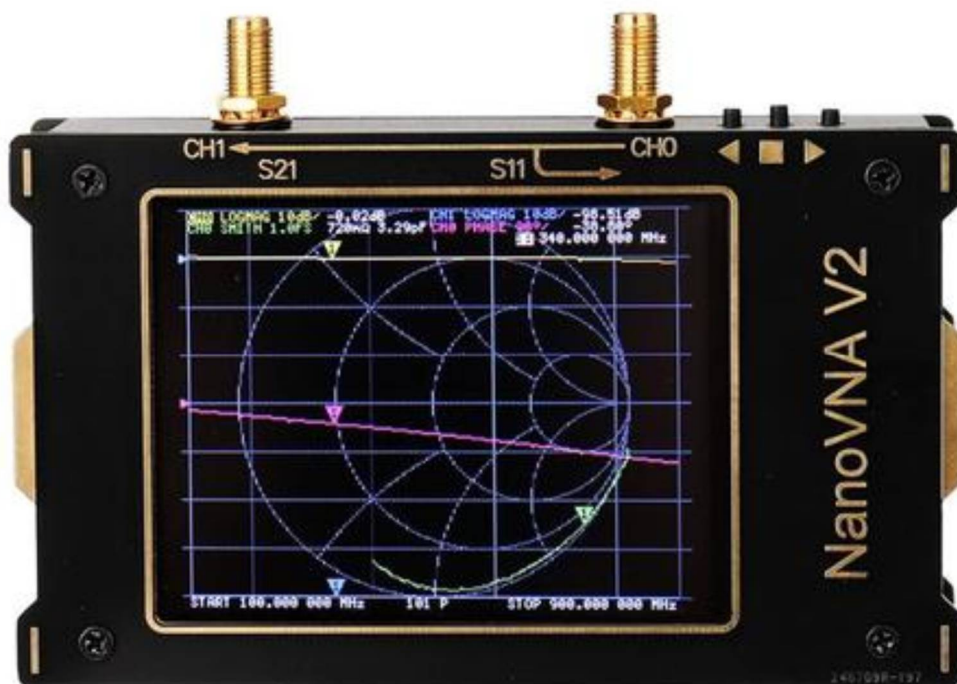


Table des matières

1.	Introduction	3
1.1.	Infos	3
1.2.	Relation avec le NanoVNA V1	3
1.3.	Spécifications	3
1.4.	Principes de base de VNA	4
1.5.	Menu	4
2.	Interface utilisateur	5
2.1.	Boutons poussoir	5
2.2.	Ecran principal	5
2.3.	Menu écran	6
2.4.	Clavier écran	7
2.5.	Réglages de l'appareil.....	8
	Étalonnage et test de l'écran tactile	8
	Enregistrement des paramètres de l'appareil	8
	Afficher les infos de version	9
	Mode de mise à jour du micrologiciel	9
3.	Effectuer des mesures.....	9
3.1.	Réglage de la plage de fréquence de mesure	9
	Réglage de la fréquence de démarrage et de la fréquence d'arrêt	9
	Réglage de la fréquence centrale et de la largeur de fréquence	10
	Menu STIMULUS → CFG SWEEP →.....	10
	Arrêter temporairement la mesure	10
3.2.	Calibrage	10
3.3.	Affichage des traces	12
	Format des traces	13
	Position de référence.....	13
	Trace canaux	13
	Mesures moyennées	14
3.4.	Marqueurs	14
	Réglage des fréquences à partir de marqueur(s)	14
3.5.	Fonctionnement dans le domaine temporel	14
	Passe-bande dans le domaine temporel	15
	Impulsion passe-bas dans le domaine temporel.....	15
	Passe-bas dans le domaine temporel	16
	Fenêtre du domaine temporel.....	17
	Réglage du facteur de vitesse dans le domaine temporel.....	17
3.6.	Rappel du calibrage et des paramètres.....	17
3.7.	Mise à jour du firmware.....	19
4.	Architecture matérielle.....	19
	Générateurs de signaux	20
	Un coupleur directionnel	20
	Récepteur	20
5.	Exemple d'utilisation.....	21
5.1.	Antenne artificielle SWR et impédance.....	21
5.2.	Antenne UHF PROCOM 8 éléments	22
5.3.	TDR.....	22

1. Introduction

1.1. Infos

Ce manuel d'utilisation décrit l'utilisation et le fonctionnement de base du NanoVNA V2 (S-A-A-2) avec le firmware 20201013.

Lien vers le projet global : <https://github.com/nanovna-v2>

1.2. Relation avec le NanoVNA V1

Le matériel NanoVNA V2 n'est pas basé sur le NanoVNA. Pour plus de détails, voir **Chapitre 4 – Architecture matérielle**.

Le micrologiciel NanoVNA V2 est basé sur le micrologiciel NanoVNA de ttrfttech. Le code de l'interface utilisateur est conservé en grande partie intact (avec portage vers C++ 11) tandis que l'infrastructure de bas niveau et le code de traitement du signal sont réécrits.

L'interface USB est similaire au NanoVNA en ce sens qu'elle transmet les commandes via un port série virtuel. Cependant, une grande partie de la logique de balayage et de transfert de données est retravaillée afin de prendre en charge des taux de balayage plus rapides et d'éviter la corruption des données. Voir le document logiciel et annexes pour plus d'informations.

1.3. Spécifications

Gamme de fréquence	50kHz - 3GHz
Résolution de fréquence	0,01 MHz
Plage dynamique du système (calibrée)	70 dB $f < 1,5$ GHz 60 dB $f > 1,5$ GHz
Bruit de fond S11 (calibré)	-50 dB $f < 1.5$ GHz -40dB $f > 1,5$ GHz
Points de balayage	10 à 1024 avec le logiciel PC 10-201 en mode autonome
Alimentation	USB, 4.6V – 5.5V
Courant d'alimentation	500mA typ, sans charge
Courant batterie en charge	1,2 A typ en charge
Capacité de la batterie	3200mAh
Température ambiante de fonctionnement	0°C - 45°C (données usine)
Température ambiante en charge	10°C - 45°C (données usine)

1.4. Principes de base de VNA

Un analyseur de réseau vectoriel VNA (Vector Network Analyzer) mesure la puissance réfléchiée et transmise en fonction de la fréquence d'un **DUT** sur une plage de fréquences déterminée.

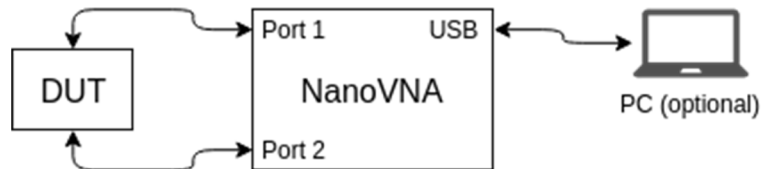
DUT signifie Device Under Test ou en français périphérique en test.

Le NanoVNA V2 mesure les éléments suivants :

- Coefficient de réflexion : S11
- Coefficient de transmission : S21

Les éléments suivants qui peuvent être calculés à partir de ceux-ci peuvent être affichés :

- Perte de retour
- Perte d'insertion
- Impédance complexe
- Résistance
- Réactance
- ROS etc ...

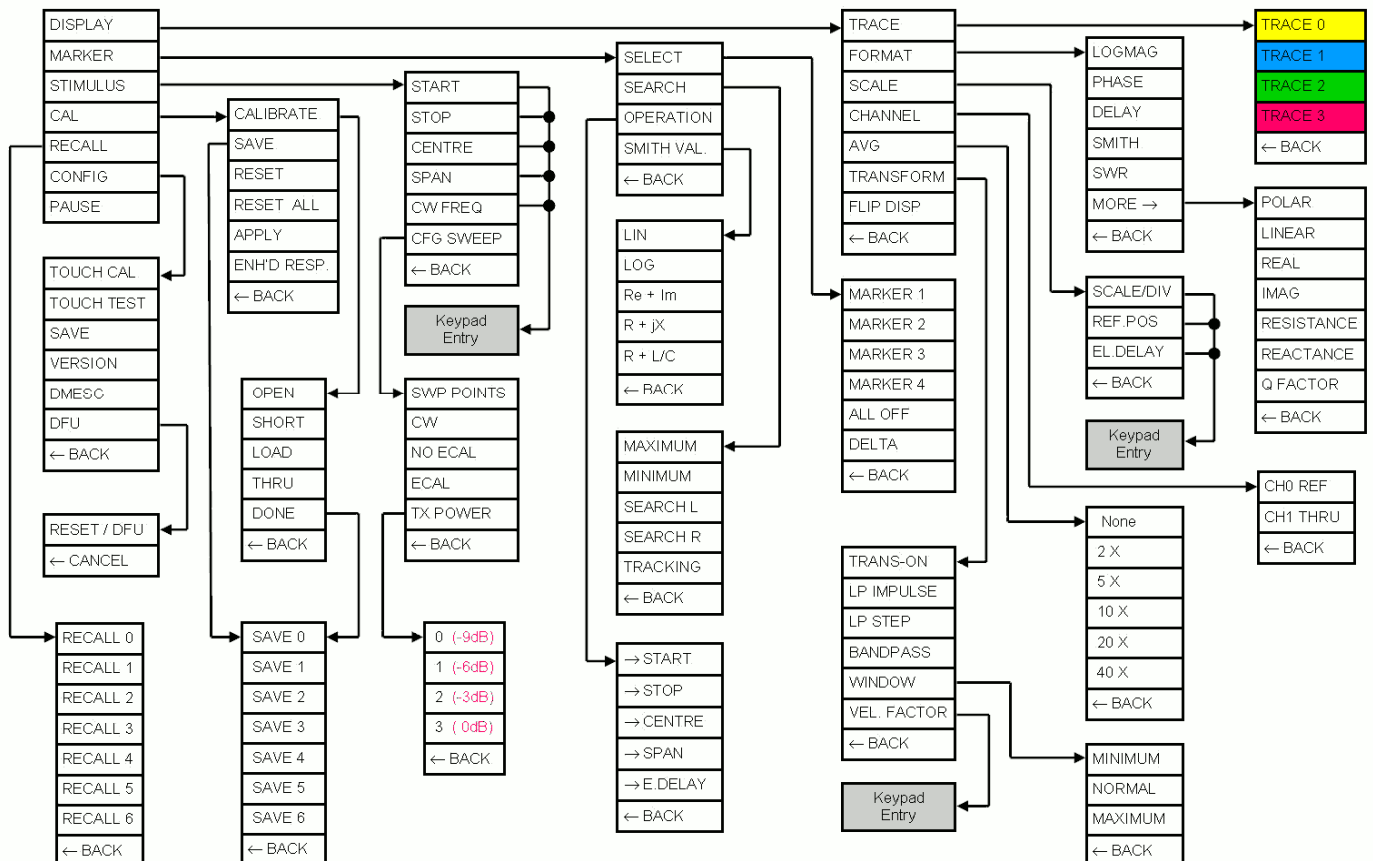


Via son logiciel pour ordinateur, il est possible de sauvegarder les données au format **S1P/S2P** et de les utiliser dans d'autres outils dédiés à l'analyse comme **LTSpice**, **Qucs**, **Excel Zplots** etc....

Avant toute mesure, le VNA doit être calibré. Voir la section **3.2. Calibrage** pour plus de détails.

1.5. Menu

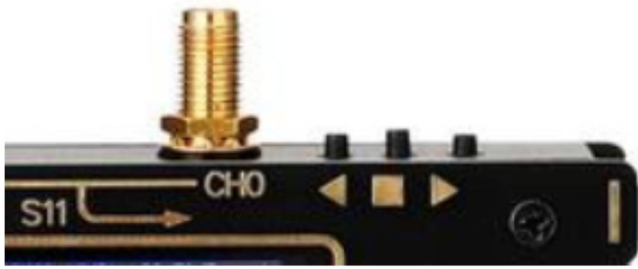
NanoVNA V2 (S-A-A-2) menu system (FW 20201013)



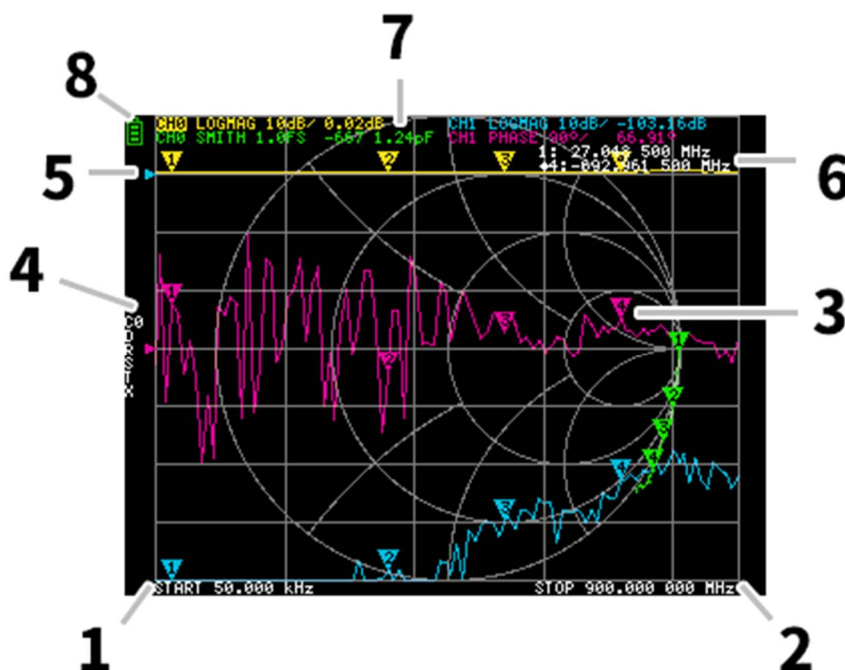
2. Interface utilisateur

2.1. Boutons poussoir

3 boutons sur le haut du VNA : **LEFT**, **ENTER**, **RIGHT** (Gauche, Entrée, Droite) permettent aussi d'utiliser les menus.



2.2. Ecran principal



Fréquence **START** (1) Fréquence **STOP** (2)

La fréquence de début de balayage **START** et la fréquence de fin **STOP** sont affichées en bas de l'écran.

Marqueurs (3)

La position du marqueur pour chaque trace est affichée sous la forme d'un petit triangle numéroté. Le marqueur sélectionné peut être déplacé vers n'importe lequel des points mesurés des manières suivantes :

- Faites glisser un marqueur sur l'écran tactile – mieux vaut utiliser un stylet pour cela.
- Appuyez sur les boutons poussoir **GAUCHE** ou **DROITE** et maintenez-les enfoncés.

Statuts de calibration (4)

Affiche le numéro de mémoire enregistré du calibrage utilisé et la correction d'erreur appliquée.

- C0 – C6 : Indique le numéro des données de calibrage chargées.
- D : Indique que le modèle d'erreur à 3 termes du port 1 est appliqué.

Position de référence (5)

Indique la position de référence de la trace correspondante.

Vous pouvez changer la position avec : **DISPLAY** → **SCALE** → **REFERENCE POSITION**

Statuts des marqueurs (6)

Le marqueur actif sélectionné et un marqueur précédemment actif sont affichés en haut à droite.

Statuts des traces (7)

L'état de chaque format de trace et la valeur correspondant au marqueur actif sont affichés.

Par exemple, si l'écran affiche : **CH0 LOGMAG 10dB/ 0.02dB**, lisez-le comme suit :

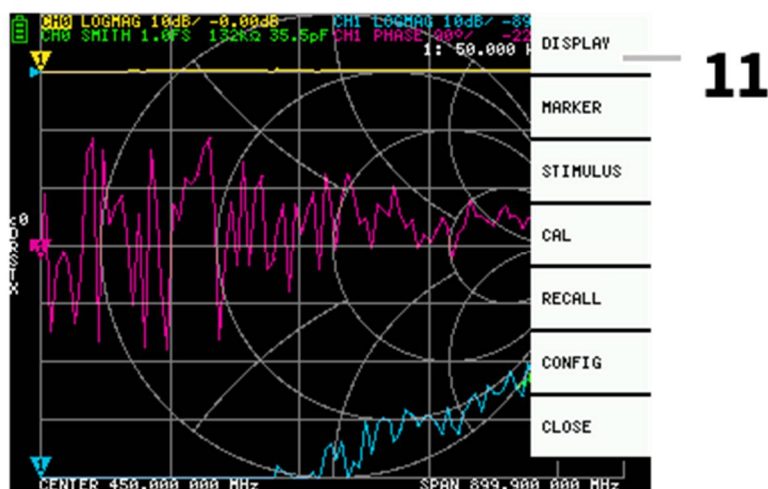
- Canal CH0 (réflexion)
- Format LOGMAG
- L'échelle est de 10dB
- La valeur actuelle est de 0,02 dB

Pour les traces actives, le nom du canal est mis en surbrillance.

Statuts de la batterie (8)

Ceci n'est pas affiché sur le NanoVNA V2. Le pourcentage de batterie est indiqué par les 4 LED rouges le long en bas de l'appareil 25, 50, 75, 100%.

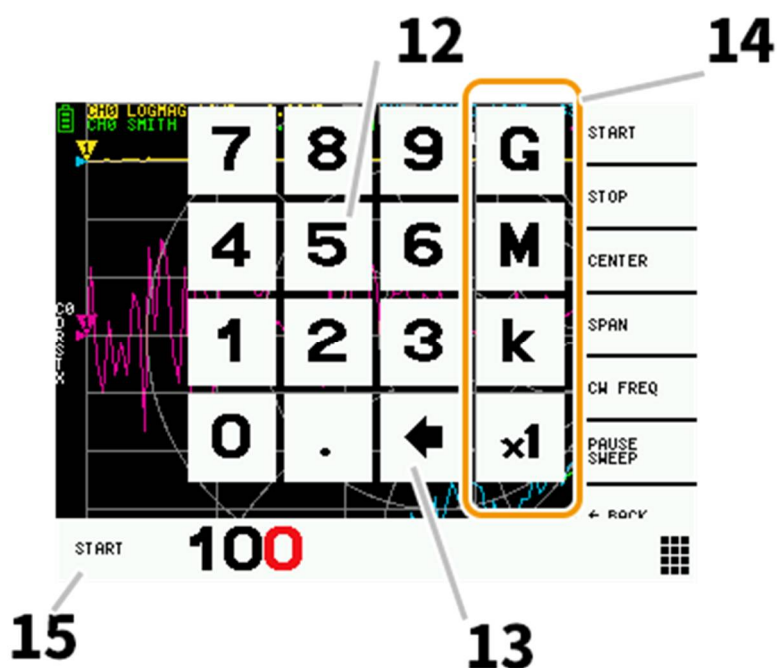
2.3. Menu écran



Le menu peut être ouvert par les opérations suivantes :

- Lorsqu'un emplacement autre qu'un marqueur sur l'écran tactile est touché.
- Lorsque le bouton poussoir **ENTER** est enfoncée.

2.4. Clavier écran



Le clavier apparaît lorsque des données doivent être entrées.

Clavier numérique (12)

Appuyez sur un numéro pour entrer un caractère.

Touche corriger (13)

Supprimer un caractère. Si aucun caractère n'est saisi, la saisie est annulée et l'état précédent est restauré.

Touche 'Unité' (14)

Multiplie l'entrée actuelle par l'unité **G**iga **M**éga **K**ilo appropriée et valide l'entrée.

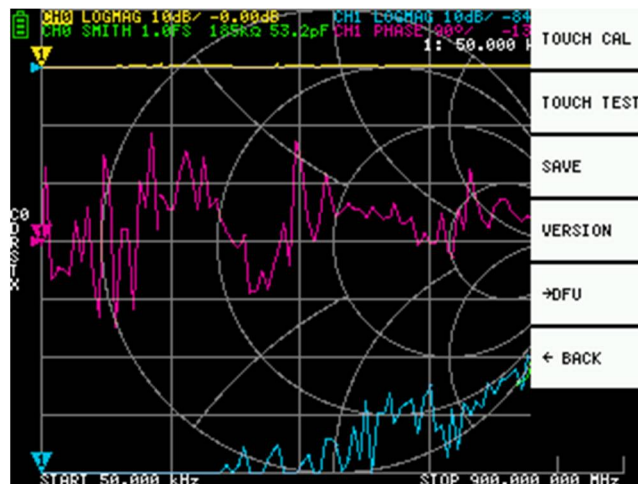
x 1, la valeur saisie est définie telle quelle.

Zone de saisie (15)

Le nom de l'élément à saisir et le numéro saisi s'affichent.

2.5. Réglages de l'appareil

Le menu **CONFIG** contient les paramètres généraux de l'appareil :



Étalonnage et test de l'écran tactile

L'écran tactile LCD peut être calibré à l'aide de **CONFIG** → **TOUCH CAL** s'il existe une grande différence entre la position de prise réelle à l'écran et la position de prise reconnue.

REMARQUE : Veillez à enregistrer les paramètres avec **CONFIG** → **SAVE**.



Vous pouvez ensuite tester la précision du suivi du stylet de l'écran tactile LCD en sélectionnant **CONFIG** → **TOUCH TEST**.

Une ligne est tracée en faisant glisser le stylet le long de l'écran tactile. Lorsqu'il est relâché de l'écran tactile, il revient au menu. Répétez et enregistrez l'étalonnage de l'écran tactile si le suivi est incorrect.

La commande **DISPLAY** → **FLIP DISPLAY** permet de faire pivoter de 180° l'affichage sur l'écran.

Enregistrement des paramètres de l'appareil

Sélectionnez **CONFIG** → **SAVE** pour enregistrer les paramètres généraux de l'instrument. Les paramètres généraux de l'appareil sont des données qui incluent les informations suivantes :

- Informations sur l'étalonnage de l'écran tactile
- Couleur de la grille
- Couleur des traces

La commande **CONFIG** → **SAVE** ne s'applique pas aux paramètres de calibrage.

Afficher les infos de version

Select **CONFIG** → **VERSION** affiche la version hardware, le numéro de série, et la version du firmware, le type de carte

CONFIG → **DMESG** affiche le n° de série, les résultats de calibrage écran

Mode de mise à jour du micrologiciel

CONFIG → **DFU** et **ENTER** permet de passer en mode DFU.

Sélectionnez **RESET AND ENTER DFU** pour réinitialiser l'appareil et passer en mode DFU (Device Firmware Update). Dans ce mode, le firmware peut être mis à jour via USB.

Le mode DFU peut également être sélectionné en maintenant le bouton-poussoir **LEFT** enfoncé pendant que l'appareil est allumé.

Le firmware peut être mis à jour avec l'application **PC NanoVNA-QT**.

Note : A la date de traduction (05/2022) la dernière version pour le V2_2 est la **20201013**

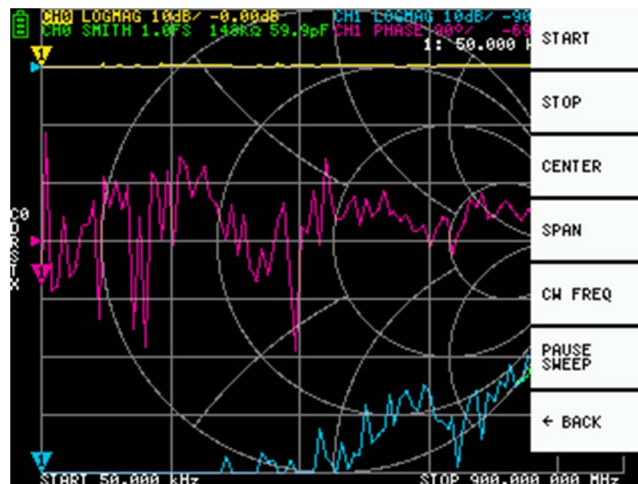
3. Effectuer des mesures

La séquence de mesure de base est :

1. Réglez la plage de fréquences à mesurer et choisissez un nombre de points de mesure.
2. Effectuez le calibrage (et enregistrez !)
3. Connectez le dispositif à tester (DUT) et mesurez.

3.1. Réglage de la plage de fréquence de mesure

STIMULUS →



Il existe trois méthodes de paramètres de plage de mesure :

- Réglage de la fréquence de début et de la fréquence de fin de balayage **START** et **STOP**
- Réglage de la fréquence centrale **CENTER** et de la largeur de bande **SPAN**
- Le mode **CW FREQ** avec un span nul

Réglage de la fréquence de démarrage et de la fréquence d'arrêt

Le choix de ces 2 valeurs sera aussi la plage traitée par la fonction 'calibrage'.

Sélectionnez **STIMULUS** → **START** puis **STIMULUS** → **STOP** et saisir les valeurs souhaitées.

Réglage de la fréquence centrale et de la largeur de fréquence

Sélectionnez **STIMULUS** → **CENTER** pour choisir la fréquence centrale de mesure et **STIMULUS** → **SPAN** pour définir la largeur de bande balayée.

SPAN égal à zéro

CW FREQ est un mode dans lequel une fréquence choisie est envoyée en continu sans balayage de fréquence. Il n'y aura qu'un seul point de mesure.

Sélectionnez et réglez **STIMULUS** → **CW FREQ**, la fréquence fixe sera alors demandée.

Menu **STIMULUS** → **CFG SWEEP** →

Nombre de points de mesure

La commande **STIMULUS** → **CFG SWEEP** → **SWEEP POINTS** permet de choisir nombre de point de mesure utilisé dans la plage de fréquence de balayage choisie entre **10 et 201** Plus le nombre de points augmente, plus la précision de mesure augment mais plus le temps de balayage sera long. La valeur choisie apparait en bas au milieu de l'écran.

Pour des mesures rapides **101** et un bon compromis. Pour des mesures plus précises, **201** (je n'utilise que cette valeur) permet de conserver une vitesse de balayage correcte (4s) en ayant la meilleure précision possible.

Noter que cette valeur sera aussi celle utilisée **en calibrage**, je vous conseille de passer en mode 201 pts avant de calibrer.

En mode **USB-PC** il est possible d'aller jusqu'à 1024 pts.

CW : Le port 0 effectue une compensation de température périodique de la charge ECAL. Cela n'affecte pas son utilisation prévue en tant VNA, mais lorsqu'il est utilisé en tant que générateur de signal, il y a une interruption dans la sortie du signal lorsque la compensation cette opération est en en cours d'exécution. En mode CW, ECAL est désactivé.

No ECAL :

ECAL : Mode normal utilisant la charge interne.

ADF4350 TX POWER : non utilisable sur le V2.2 (3 niveaux de puissance de sortie pour applications spécifiques, 3 par défaut.)

Arrêter temporairement la mesure

Lorsque l'élément de menu principal **PAUSE SWEEP** est actif , la mesure est temporairement arrêtée.

3.2. Calibrage

Tout système ou composant d'un système qui sera connecté sur le connecteur CH0 ou/et CH1 sera vu comme un DUT par le VNA. Cela comprend les cordons, les connecteurs etc...

Il est important de comprendre que tous ces éléments viennent perturber la mesure. Donc si vous souhaitez faire une mesure exacte d'une antenne par exemple, vous devrez faire le calibrage avec les cordons en place sur le VNA. Dans le cas contraire, le mesures seront le résultat de la somme de 'antenne+cordons', ce sera souvent le cas pour les mesures faites 'sortie du Tx'.

Le calibrage doit être fait pour la plage de fréquence utilisée, et vos mesures devront être comprise dans cette plage. Par exemple vous pouvez faire des mesures 143-146MHz avec un étalonnage 140-150MHz.

Ne pas oublier aussi que plus l'écart de fréquence sera élevé (START-STOP), plus la précision baissera pour un même nombre de points sélectionnés.

Lorsque le calibrage est activé, le côté gauche de l'écran doit afficher « **Cx** » (0 à 6).

Le calibrage va consister à comparer dans la plage de fréquence choisie, les mesures lues par VNA avec des bouchons de référence dont la valeur est connue.

Vous devez disposer de 3 bouchons SMA, d'un adaptateur SMA femelle/femelle et de 2 cordons SMA male.

LOAD est une résistance HF de 50 Ohms, **OPEN** un bouchon sans contact central et **SHORT** est un bouchon 'court-circuit' 0 Ohms.



Les connecteurs SMA du VNA subiront une certaine usure. Afin d'augmenter leur durée de vie je vous conseille l'usage d'adaptateurs SMA M/F fixes qui seront peu coûteux à changer lorsqu'ils seront usés.



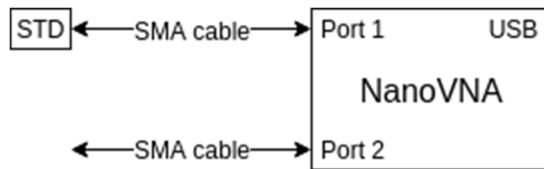
Il vous faudra aussi probablement assez rapidement des adaptateurs SMA vers N, BNC, SO239 etc...

La procédure d'étalonnage est la suivante. Pour simplifier j'ai coloré mes bouchons au marqueur : Rouge pour SHORT, vert pour OPEN et bleu pour LOAD.

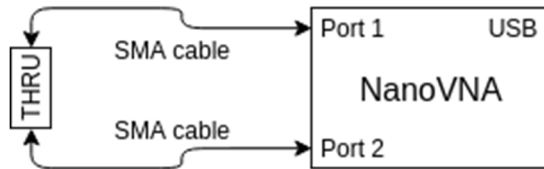
1. Sélectionner la plage de fréquence pour le calibrage **STIMULUS** → **START** → **STOP** et le nombre de points de mesures **SWEEP POINTS** (201 conseillé)
2. Réinitialisez l'état d'étalonnage actuel. Sélectionnez le point de menu **CAL** → **RESET** puis → **CALIBRATE**. (cela ne semble pas obligatoire ?)
3. Connectez un câble coaxial SMA au port 1.
4. (Facultatif) Connectez un câble coaxial SMA au port 2.
5. Connectez le bouchon **OPEN** au câble du port 1 et cliquez sur → **OPEN**. Attendez que l'élément de menu passe en surbrillance.
6. Connectez le bouchon **SHORT** au port 1 et cliquez sur → **SHORT**. Attendez que l'élément de menu passe en surbrillance.
7. Connectez le bouchon **LOAD** (charge 50 Ohms) au port 1 et cliquez sur → **LOAD**. Attendez que l'élément de menu soit mis en surbrillance.

L'étape suivante (facultative) permet de calibrer CH1. Si vous souhaitez la sauter, passer au point 8.

8. (Facultatif) Connectez l'adaptateur F/F **THRU** entre les extrémités des câbles du port 1 et du port 2, puis cliquez sur → **THRU**.
9. Cliquez sur → **DONE** pour terminer le calibrage.
10. Choisissez le numéro mémoire (0 à 6) et enregistrez, par exemple. → **SAUVE 0**.



Mesurer avec un d'étalonnage standard S O L



Mesure avec un étalonnage complète S O L T

Le type d'étalonnage effectué apparaîtra à gauche de l'écran.

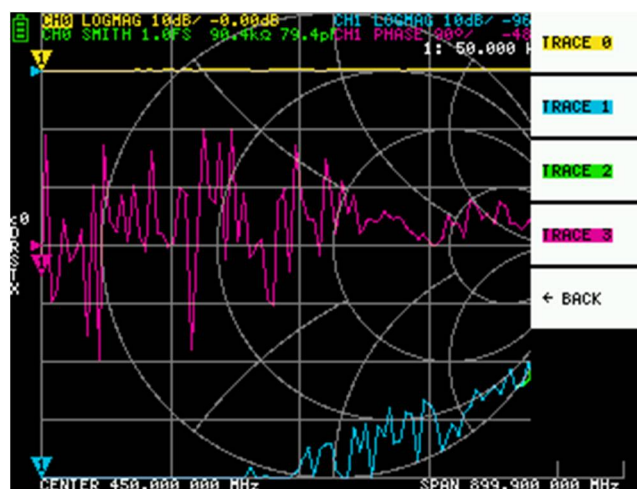
L'ordre de mesure n'a pas d'importance. Mettre en place un bouchon, puis cliquez sur l'éléments du menu d'étalonnage correspondant **OPEN, SHORT, LOAD, THRU** pour effectuer la mesure. Une fois terminé, l'élément de menu correspondant sera mis en surbrillance et vous pourrez passer au bouchon d'étalonnage suivant.

Pour des mesures rapides sans avoir à refaire le calibrage, il est possible d'utiliser les 7 mémoires **C0-C6** pour se créer des plages de mesures. Par exemple faire un étalonnage de 140-150MHz pour les antennes VHF.

Via son logiciel pour ordinateur, il est possible d'augmenter jusqu'à 1024 le nombre de points de mesure et de sauvegarder autant de d'étalonnage que vous voulez.

Attention : les 7 sauvegardes d'étalonnage C0 à C6 du NanoVNA V2 ne servent qu'en **mode autonome** et celle faite par le logiciel PC et sauvés sur le PC qu'en mode '**connecté**'.

3.3. Affichage des traces



Jusqu'à quatre traces peuvent être affichées, dont l'une est la trace active.

Vous pouvez activer/désactiver les traces selon vos besoins. Les éléments de menu **DISPLAY** → **TRACE** → **TRACE n** vous permettent :



Activer (mise en surbrillance) → Sélectionner → Désactiver la trace.

Lorsqu'une trace est active, son nom en haut de l'écran est mis en surbrillance avec une marque ► à sa gauche. Les traces désactivées ne seront plus visibles à l'écran.

Format des traces

Vous ne pouvez modifier que le format de la trace active. Donc sélectionner la trace puis choisissez son format.

Pour affecter un format, mettre la trace en actif (voir ci-dessus) puis sélectionner : **DISPLAY** → **FORMAT**

La description et l'unité de mesure de chaque format sont les suivantes :

- **LOGMAG** : Logarithme de la valeur absolue de la valeur mesurée (dB par div)
- **PHASE** : Phase dans la plage de -180 ° à + 180 ° (90 degrés par défaut)
- **DELAY** : Délai (pico ou nanosecondes)
- **SMITH** : Abaque de Smith (l'échelle d'impédance est normalisée lors du calibrage)
- **SWR** : Rapport d'onde stationnaire (peut être mis à l'échelle pour afficher 1, 0,1 ou 0,01 par div)

→ **MORE**

- **POLAR** : Format de coordonnées polaires (l'échelle d'impédance est normalisée lors du calibrage)
- **LINEAR** : Valeur absolue de la valeur mesurée
- **REAL** : Partie réelle du paramètre S mesuré
- **IMAG** : Partie imaginaire du paramètre S mesuré
- **RESISTANCE** : composant de résistance de l'impédance mesurée (ohms par div)
- **REACTANCE** : composant de réactance de l'impédance mesurée (ohms par div)
- **Q FACTOR** : Facteur de qualité Q

Position de référence

DISPLAY → **SCALE** → **SCALE/DIV** → < valeur > → x1

Définit le nombre d'unités de mesure par division ou section.

DISPLAY → **SCALE** → **REFERENCE POSITION** → < valeur 0-8 > → x1

La position de référence de la trace [18] est l'une des lignes horizontales à l'écran par rapport au bas de l'écran. Il y a 9 lignes horizontales. La ligne du bas est 0, et la ligne du haut est la 8.

La position de référence de la trace est indiquée par un ► sur le bord gauche de la trace.

Dans la pratique c'est surtout 0 et 1 qui seront utilisés. En mode SWR par exemple, 1 évite d'avoir le tracé complètement en bas de l'écran quand le ROS est à 1.

DISPLAY → **SCALE** → **ELECTRICAL DELAY**

???

Trace canaux

Le NanoVNA V2 possède deux canaux, **CH0** et **CH1**, correspondant aux ports **1** et **2**.

CH0 est le paramètre **S11**, tandis que **CH1** est le paramètre **S21**.

Chaque trace peut être configurée pour afficher les données de l'un ou l'autre des canaux.

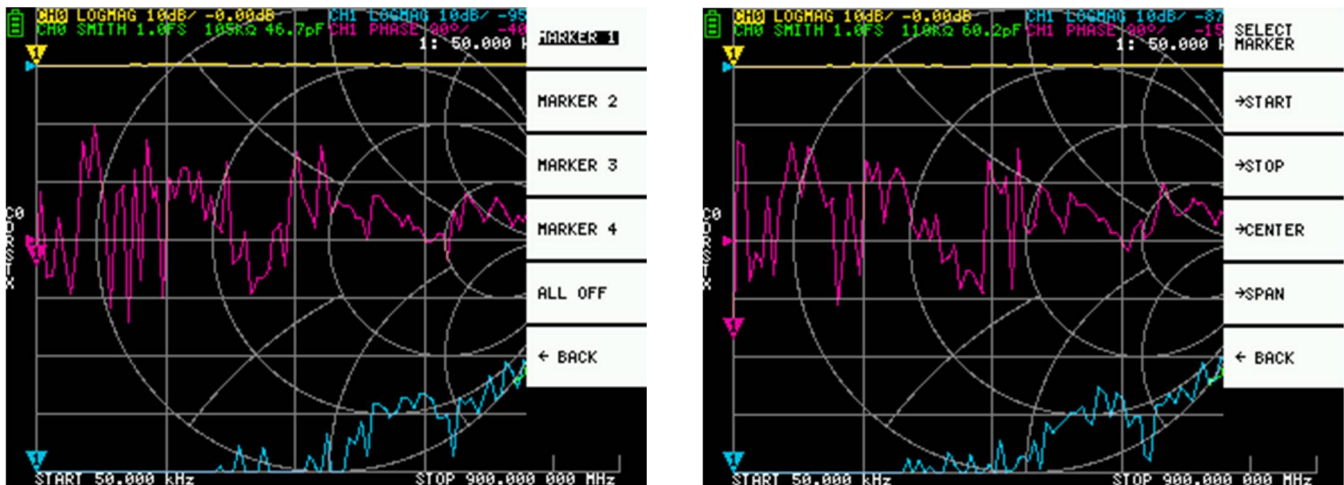
Pour changer le canal utilisé par la trace actuellement active, sélectionnez

DISPLAY → **CHANNEL** → **CH0 REFLECT** ou **DISPLAY** → **CHANNEL** → **CH1 THROUGH**.

Mesures moyennées

DISPLAY → **AGV** → **valeur** permet de faire la moyenne de plusieurs mesures consécutives pour améliorer la précision. Le temps de balayage augmentera en proportion.

3.4. Marqueurs



Jusqu'à 4 marqueurs peuvent être affichés.

Les marqueurs sont sélectionnés par les éléments de menu

MARKER → **SELECT MARKER** → **MARKER n**.

Cliquer sur un élément de menu marqueur désactivé l'active et le rend actif. Cliquer sur un marqueur activé mais non actif l'active. Cliquer sur le marqueur actuellement actif le désactive.

Réglage des fréquences à partir de marqueur(s)

Vous pouvez définir la gamme de fréquences à partir du menu **MARKER** → **OPERATIONS** comme suit :

- **OPERATIONS** → **START** - Règle la fréquence de départ sur la fréquence du marqueur actif.
- **OPERATIONS** → **STOP** - Règle la fréquence d'arrêt sur la fréquence du marqueur actif.
- **OPERATIONS** → **CENTER** - Définit la fréquence du marqueur actif comme fréquence centrale.
- **OPERATIONS** → **SPAN** - Règle la plage de fréquence absolue sur les deux derniers marqueurs actifs. Vous devez avoir deux marqueurs (M1-M4) activés pour que le bouton Span fonctionne. Si un seul marqueur est affiché, rien ne se passe.

3.5. Fonctionnement dans le domaine temporel

Le NanoVNA V2 peut simuler la réflectométrie dans le domaine temporel en transformant les données du domaine fréquentiel.

Sélectionnez **DISPLAY** → **TRANSFORM** → **TRANSFORM ON** pour convertir les données mesurées dans le domaine temporel. L'axe horizontal affichera temps à la place de la fréquence.

Lorsque **TRANSFORM ON** est activé (texte blanc inversé sur fond noir), les données de mesure sont converties dans le domaine temporel et affichées. La relation entre le domaine temporel et le domaine fréquentiel est la suivante :

- L'augmentation de la fréquence maximale augmente la résolution temporelle
- Plus l'intervalle de fréquence de mesure est court (c'est-à-dire plus la fréquence maximale est basse), plus la durée maximale est longue

Pour cette raison, la durée maximale et la résolution temporelle sont dans une relation de compromis. En d'autres termes, la durée est la distance.

- Si vous souhaitez augmenter la distance de mesure maximale, vous devez réduire l'espacement des fréquences (intervalle de fréquence / points de balayage).
- Si vous souhaitez mesurer la distance avec précision, vous devez augmenter la plage de fréquences.

CONSEIL – Utilisez une fréquence basse pour mesurer une longueur plus longue et une fréquence plus élevée pour mesurer une longueur plus courte et ajustez en conséquence pour des résultats précis..

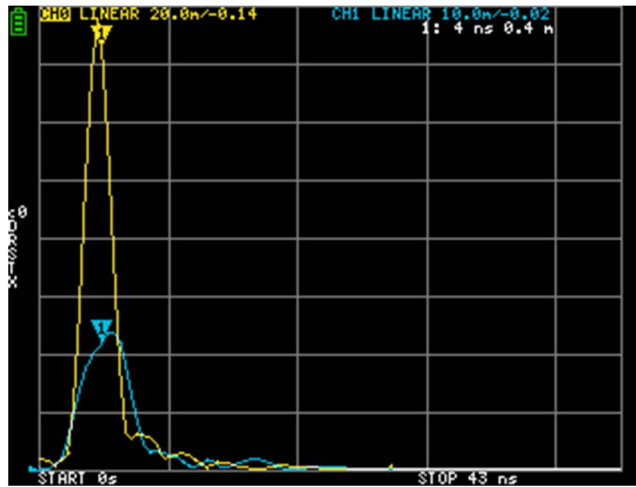
Passe-bande dans le domaine temporel

DISPLAY → TRANSFORM → LOW PASS IMPULSE

En mode passe-bande, vous pouvez simuler la réponse du DUT à un signal impulsionnel.

REMARQUE : Le format de trace peut être réglé sur **LINEAR**, **LOGMAG** ou **SWR**.

Voici un exemple de la réponse impulsionnelle d'un filtre passe-bande.



Impulsion passe-bas dans le domaine temporel

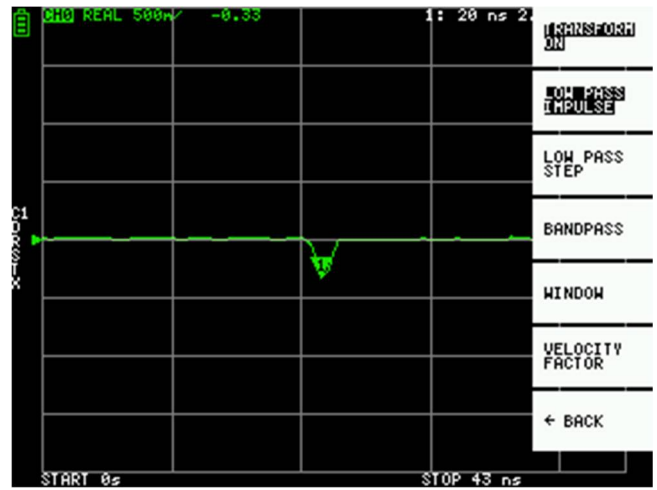
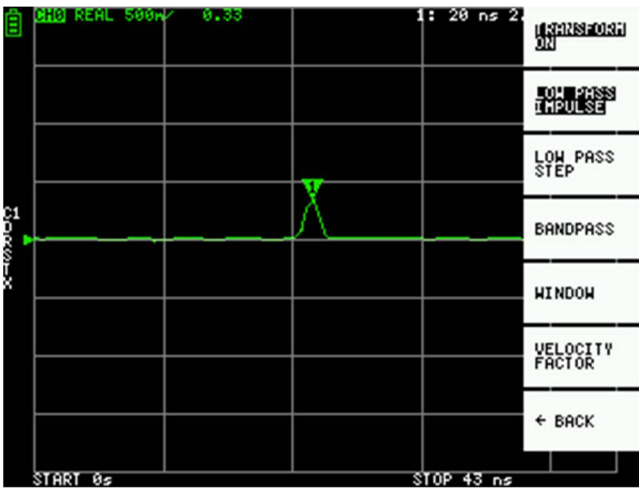
DISPLAY → TRANSFORM → LOW PASS STEP

En mode passe-bas, vous pouvez simuler le **TDR** (réflectomètre temporel) . En mode passe-bas, la fréquence de démarrage doit être réglée sur 50 kHz et la fréquence d'arrêt doit être réglée en fonction de la distance à mesurer. Le format de trace peut être défini sur **REAL**.

Des exemples de réponse impulsionnelle à l'état ouvert et de réponse impulsionnelle à l'état court-circuit sont présentés ci-dessous.

Ouvert

Court-circuit



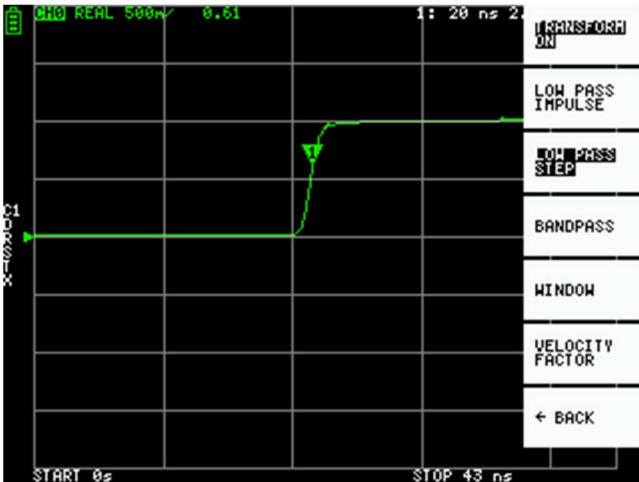
Passe-bas dans le domaine temporel

DISPLAY → TRANSFORM → BANDPASS

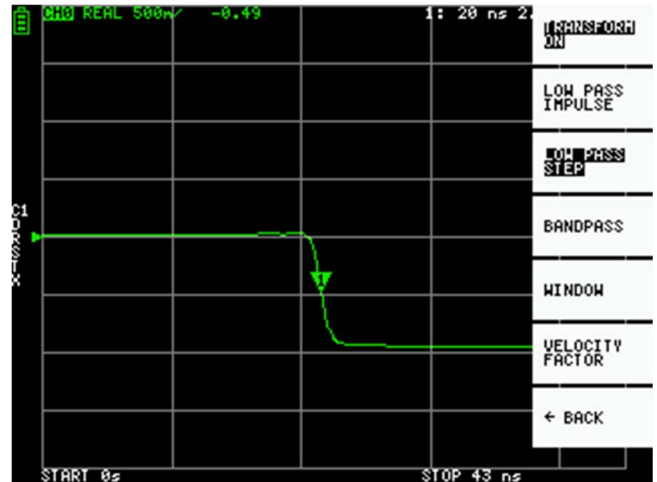
Le format de trace peut être défini sur **REAL**.

Des exemples de mesures de la réponse indicielle sont présentés ci-dessous.

Overt



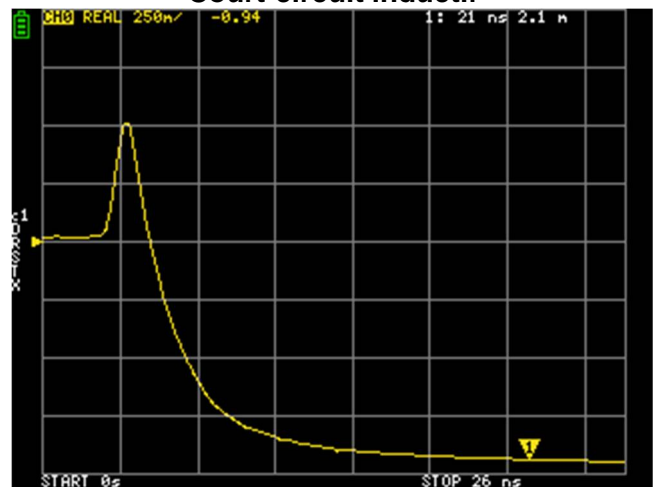
Court-circuit



Court-circuit capacitif

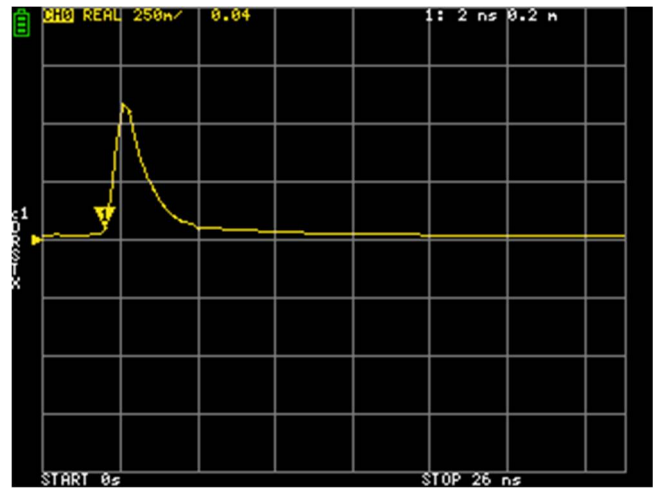
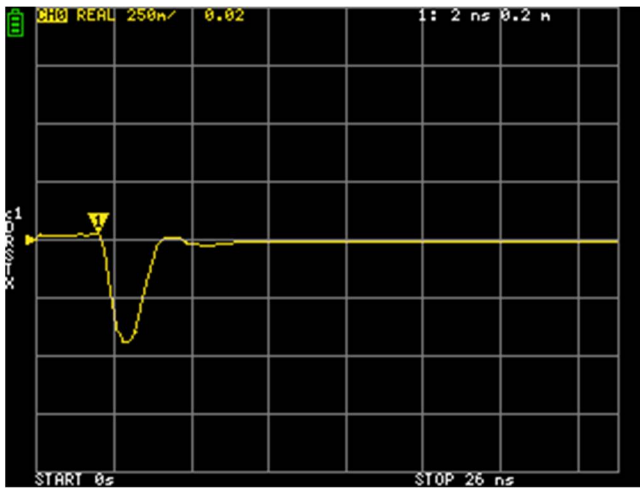


Court-circuit inductif



Discontinuité capacitive (C en parallèle)

Discontinuité inductive (L en série)



Fenêtre du domaine temporel

DISPLAY → TRANSFORM → WINDOW

La plage qui peut être mesurée est un nombre fini, et il existe une fréquence minimale et une fréquence maximale. Une fenêtre peut être utilisée pour lisser ces données de mesure discontinues et réduire la sonnerie.

Il existe trois niveaux de fenêtrage.

- **MINIMUM** (pas de fenêtrage, c'est-à-dire : identique à la fenêtrage rectangulaire)
- **NORMAL** (équivalent à la fenêtrage de Kaiser $\beta = 6$)
- **MAXIMUM** (équivalent à la fenêtrage de Kaiser $\beta = 13$)

MINIMUM fournit la résolution la plus élevée et **MAXIMUM** fournit la plage dynamique la plus élevée. **NORMAL** est au milieu.

Réglage du facteur de vitesse dans le domaine temporel

DISPLAY → TRANSFORM → VELOCITY FACTOR

La vitesse de transmission des ondes électromagnétiques dans le câble varie en fonction du matériau. Le rapport à la vitesse de transmission des ondes électromagnétiques dans le vide est appelé le **Facteur de Vitesse**. Ceci est toujours indiqué dans les spécifications du câble.

Dans le domaine temporel, le temps affiché peut être converti en distance. Le rapport de raccourcissement de la longueur d'onde utilisé pour l'affichage de la distance.

Par exemple, si vous mesurez le TDR d'un câble avec un taux de réduction de longueur d'onde de **67%**, spécifiez **67** pour le **FACTEUR DE VELOCITE** (Ne pas utiliser la virgule décimale).

3.6. Rappel du calibrage et des paramètres

Jusqu'à 7 ensembles (0 à 6) de données d'étalonnage peuvent être enregistrés.

Les données d'étalonnage comprennent les informations suivantes :

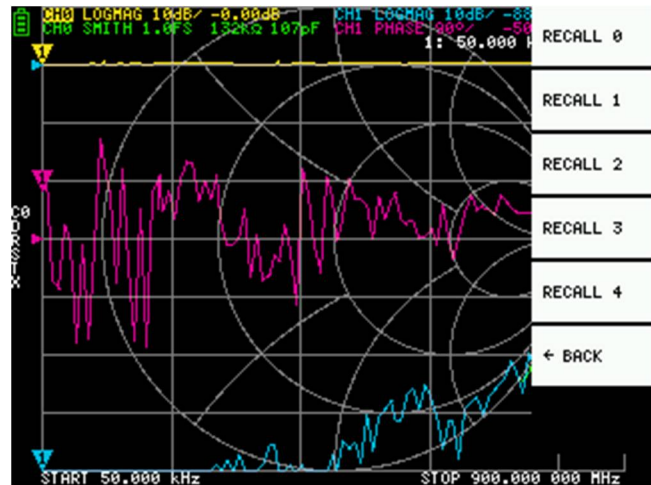
- Réglage de la plage de fréquence
- Correction d'erreur à chaque point de mesure
- Paramètres de trace
- Paramètres des marqueurs
- Paramètres du mode
- Retard électrique

Vous pouvez enregistrer les paramètres actuels en sélectionnant **CAL → SAVE → SAVE n**.

Les données d'étalonnage actuelles peuvent être réinitialisées en sélectionnant **CAL** → **RESET**.

CAL → **CORRECTION** indique si la correction d'erreur est actuellement activée. Vous pouvez désélectionner cette option pour désactiver temporairement la correction d'erreurs. (Texte inversé=ON, Texte normal=OFF)

RECALL rappelle les paramètres enregistrés en sélectionnant **CAL** → **RECALL** → **RECALL n.**



3.7. Mise à jour du firmware

Le logiciel NanoVNA-QT a intégré un support pour la mise à jour du micrologiciel sur le NanoVNA V2. La mise en jour se fait en passant en mode DFU.

4. Interfaçage PC

Il existe plusieurs logiciels fonctionnant avec le NanoVNA V2 :

NanoVNA-Saver (mon préféré) : <https://github.com/NanoVNA-Saver/nanovna-saver/releases>

NanoVNA-QT : <https://github.com/nanovna-v2/NanoVNA-QT>

NanoVNA-App : https://nanovna.com/?page_id=141

Tapr-VNA : Pas testé

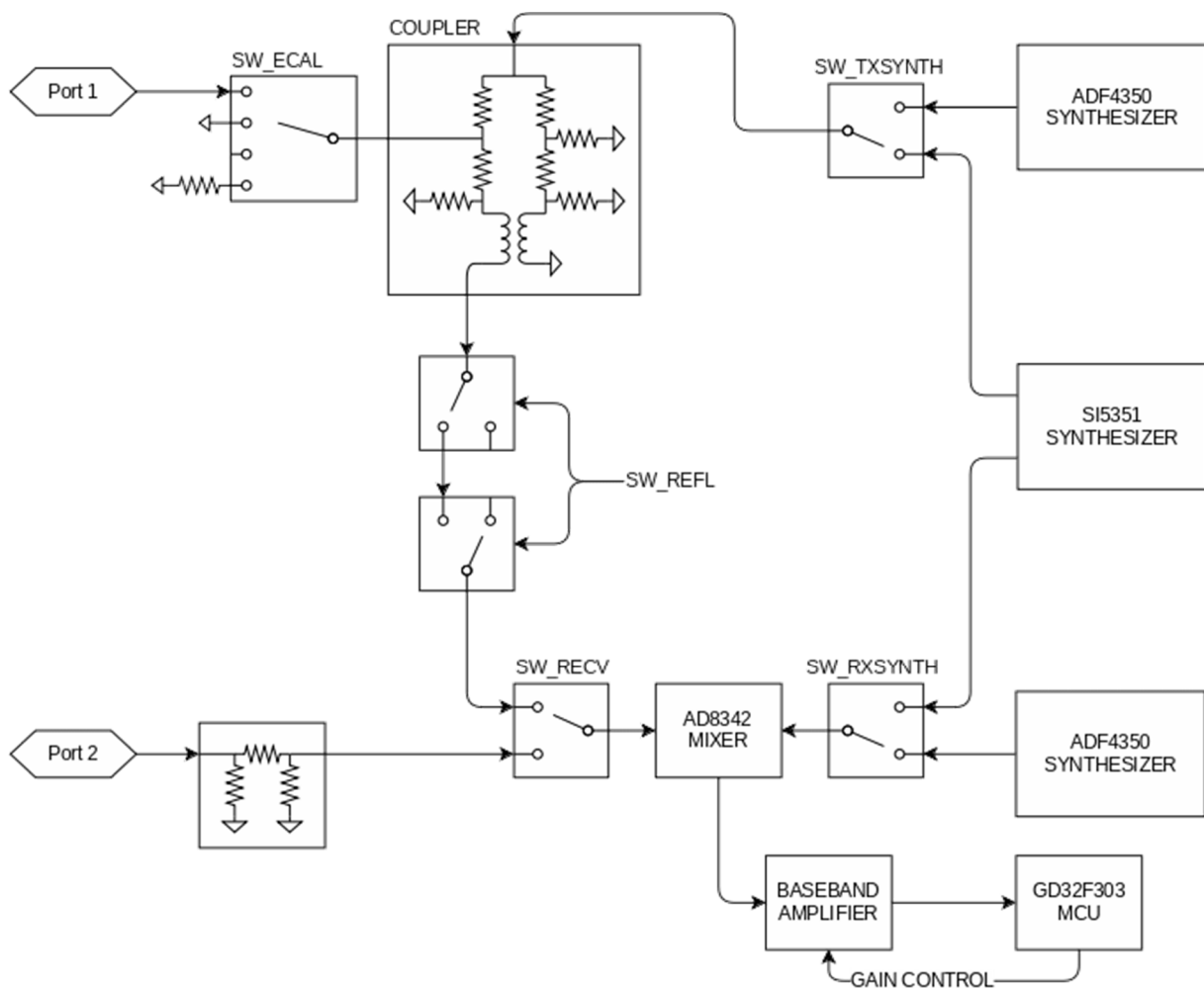
NanoVNA-Web-Client Android (pas testé)

NanoVNA Sharp ne semble plus fonctionner avec les V2 ?

5. Architecture matérielle

Le NanoVNA V2 est une conception hautement optimisée en termes de coût qui vise à obtenir les meilleures performances RF possibles dans un budget de nomenclature serré.

Le schéma fonctionnel suivant montre une vue d'ensemble de haut niveau du système.



Le NanoVNA V2 est un récepteur commuté unique. Alors que le diagramme ne montre que deux canaux sélectionnables par le mélangeur de réception via **SW_RECV**, un troisième canal, le canal de référence, est fourni en réglant **SW_ECAL** sur la position "circuit ouvert". En contrôlant ces deux commutateurs, le récepteur est capable d'observer les signaux de référence, réfléchis et traversants.

Générateurs de signaux

Deux synthétiseurs **RF ADF4350**, plus un **Si5351**, fournissent le stimulus et les signaux LO. Le **Si5351** couvre les fréquences jusqu'à 140 MHz, et le reste est couvert par les **ADF4350**.

Un coupleur directionnel

Le coupleur est basé sur un pont de Wheatstone réarrangé de sorte que les ports d'entrée et DUT soient référencés à la terre. Le signal couplé existe en tant que signal de différence et est extrait par des baluns. Deux étages de baluns sont utilisés pour atteindre le taux de réjection de mode commun nécessaire.

Récepteur

Le récepteur se compose d'un mélangeur **AD8342** et d'un amplificateur de bande de base basé sur un amplificateur opérationnel.

Le mélangeur convertit à la baisse le signal RF en une fréquence intermédiaire basse mais non nulle (généralement 12 kHz). Le signal IF est numérisé à l'aide des ADC 12 bits intégrés sur le microcontrôleur GD32.

Le micrologiciel du microcontrôleur détecte numériquement la phase et l'amplitude du signal IF, et donc RF, ce qui se traduit par une précision supérieure par rapport aux VNA utilisant un circuit intégré de détection de phase et d'amplitude qui effectue la détection dans le domaine analogique.

6. Exemple d'utilisation

Voici quelques exemple d'utilisation du NanoVNA.

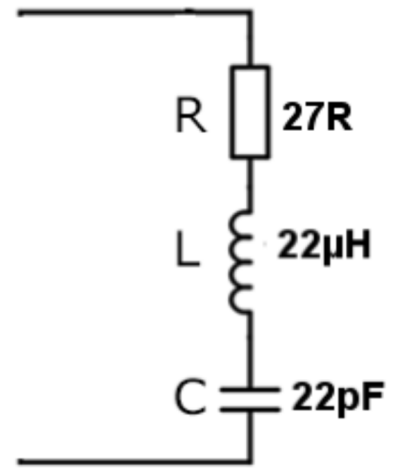
6.1. Antenne artificielle SWR et impédance

Partons d'une 'antenne artificielle' selon ce principe le schéma ci-contre (plus facile à manipuler qu'un dipôle 7MHz 😊) branchée sur CH0.

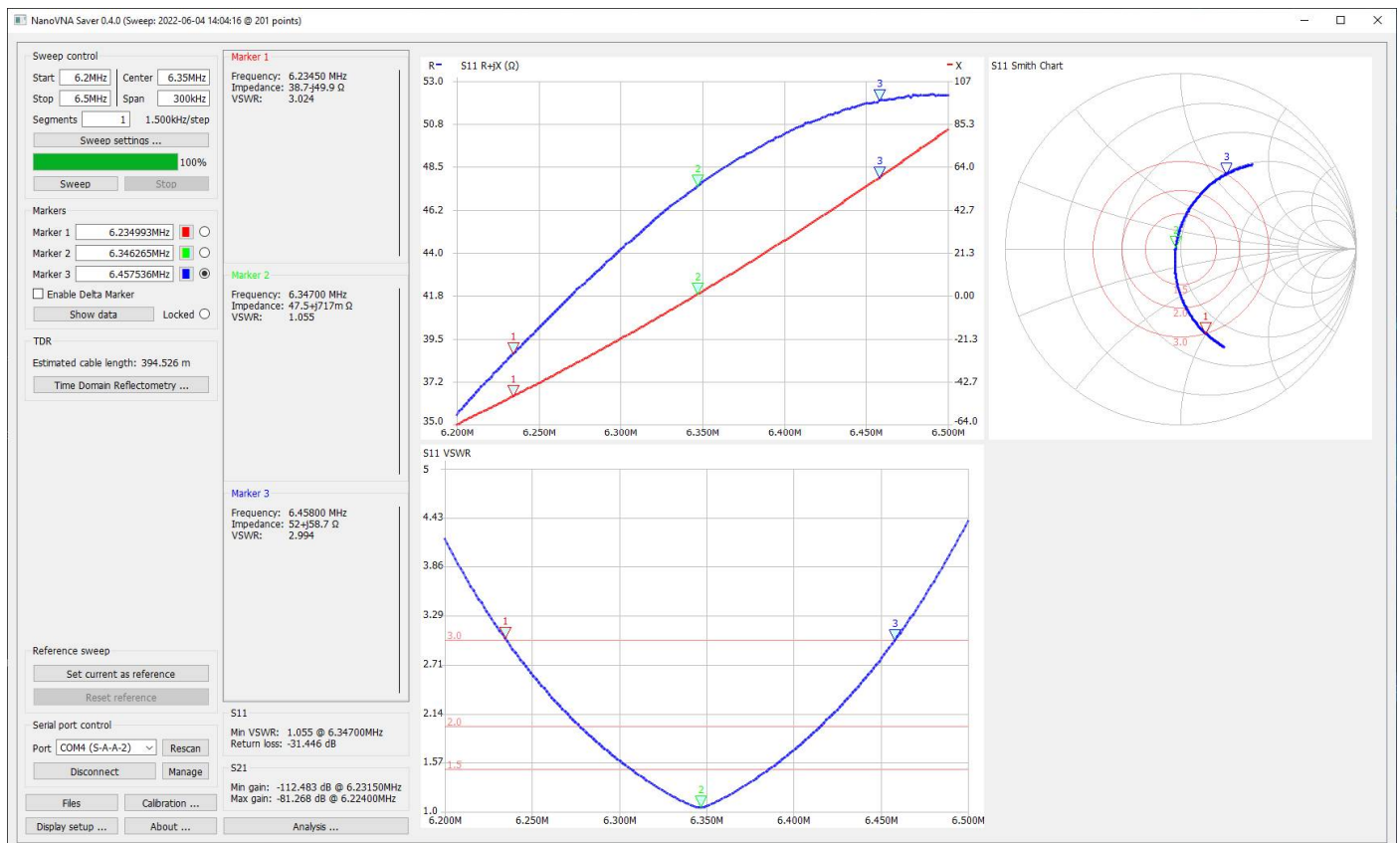
En théorie la fréquence de résonance est de 7.2MHz.

En pratique on est plutôt vers 6.4MHz à cause des éléments parasites.

D'autre part, l'impédance à la fréquence de résonance n'étant pas nul comme en théorie, la résistance de 50 Ω est remplacée par une 27 Ω pour avoir un SWR proche de 1.



START 6.2MHz STOP 6.5MHz soit un span de 300 KHz

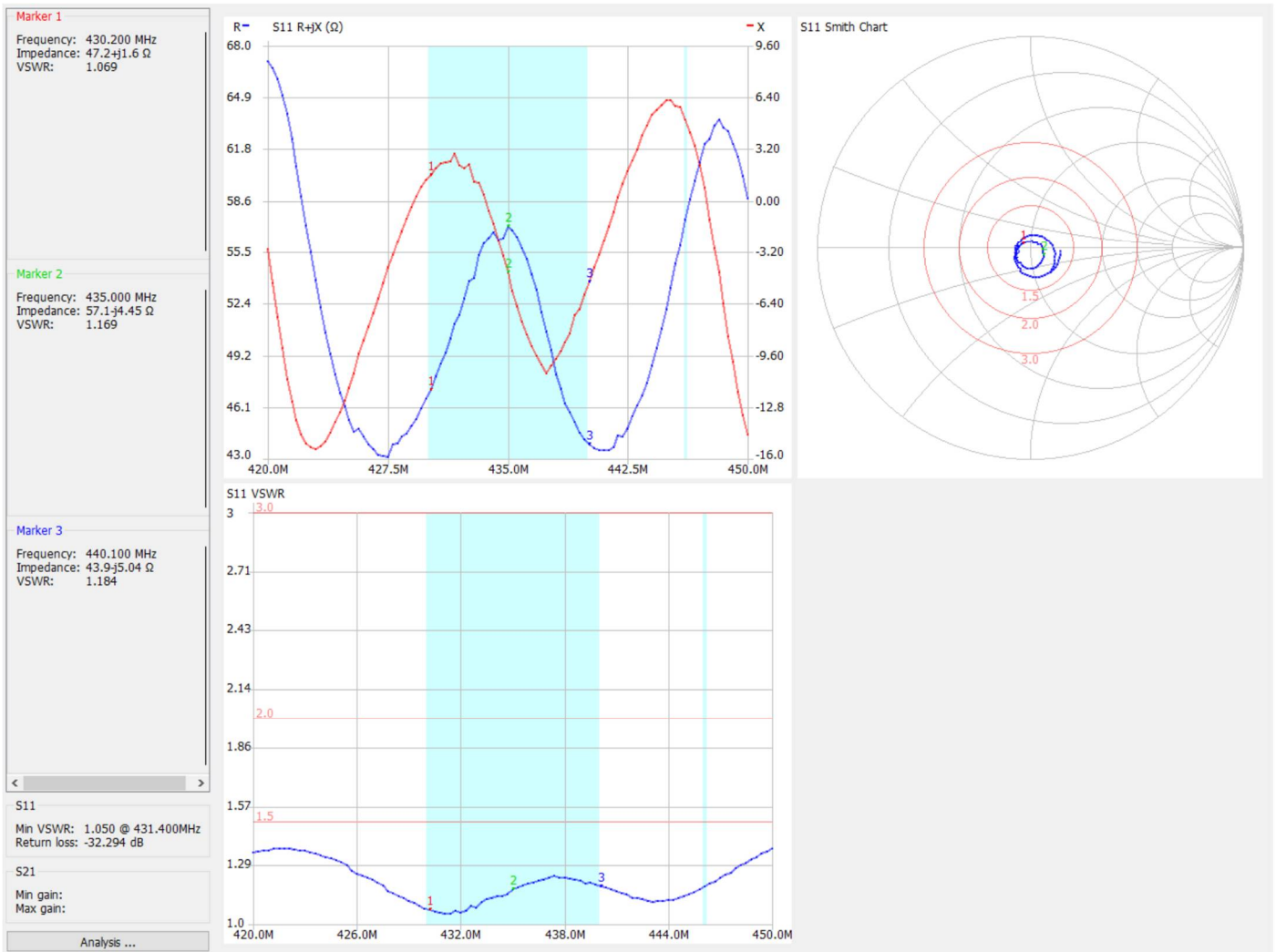


La fréquence d'accord est de **6.35 MHz**

A cette fréquence, le SWR est de **1.05** et l'impédance complexe de **47.5+J0.7Ω**, pour rappel l'accord parfait est **Z=50+j0**.

La bande passante avec un SWR de **3** est de 6.458 - 6.234 = **223 KHz**

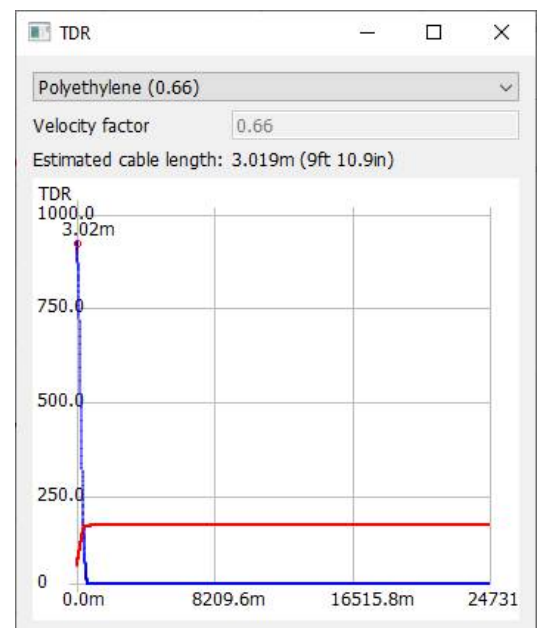
6.2. Antenne UHF PROCOM 8 éléments



6.3. TDR

Installons maintenant un cordon de 3m de long en RG58 (vitesse 0,66) sur CH0 en passons en mode **TDR** (Time Domain Reflectometry).

La longueur trouvée est de 3,019m



7. Annexe – Interface de données USB

Le NanoVNA V2 apparaît comme un port série virtuel USB CDC (Communications Device Class) à la fois en fonctionnement normal et en mode DFU. Le logiciel PC peut émettre des commandes et demander des données en envoyant et en recevant des données sur le port série virtuel. Le protocole de communication est identique dans les deux cas, seules les dispositions des registres diffèrent.

7.1. Description du protocole

Seul l'hôte peut initier des commandes en envoyant un ou plusieurs octets sur le port série virtuel. Chaque commande peut avoir une longueur différente. Il n'y a pas de séparateur délimitant chaque commande.

L'appareil peut ne pas envoyer de données à l'hôte, sauf pour les réponses à une commande hôte-appareil.

Le tableau suivant répertorie toutes les commandes prises en charge et leurs codages d'octets, et s'applique à la fois en fonctionnement normal et en mode DFU.

7.2. Liste de commandes hôte vers périphérique

Toutes les valeurs d'octets du tableau sont en hexadécimal. B0 à B5 désignent les octets 0 à 5. B0 est l'opcode.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	Name	Description
00	-	-	-	-	-	NOP	No operation
0d	-	-	-	-	-	INDICATE	Device always replies with ascii '2' (0x32)
10	(AA)	-	-	-	-	READ	Read a 1-byte register at address AA. Reply is one byte, the read value.
11	(AA)	-	-	-	-	READ2	Read a 2-byte register at address AA. Reply is 2 bytes, the read value.
12	(AA)	-	-	-	-	READ4	Read a 4-byte register at address AA. Reply is 4 bytes, the read value.
18	(AA)	(NN)	-	-	-	READFIFO	Read NN values from a FIFO at address AA. Reply is the read values in order. Each value can be more than one byte and is determined by the FIFO being read.
20	(AA)	(XX)	-	-	-	WRITE	Write XX to a 1-byte register at address AA. There is no reply.
21	(AA)	(X0)	(X1)	-	-	WRITE2	Write X0 to AA, then X1 to AA+1. There is no reply.
22	(AA)	(X0)	(X1)	(X2)	(X3)	WRITE4	Write X0..X3 to registers starting at AA. There is no reply.
23	(AA)	(X0)	(X1)	(X2)	...	WRITE8	This command is 10 bytes in total. Bytes 2..9 correspond to X0..X7. Write X0..X7 to registers starting at AA. There is no reply.
28	(AA)	(NN)	...			WRITEFIFO	Write NN bytes into a FIFO at address AA. NN bytes of data to be written into the FIFO should follow "NN". There is no reply.

7.3. Description des registres

Le tableau suivant répertorie tous les registres accessibles en fonctionnement normal.

Toutes les adresses sont en hexadécimal.

Les registres d'entiers multi-octets sont encodés en Little Endian. Les registres les plus bas contiennent les parties les moins significatives de l'entier.

Address	Name	Description
00..07	sweepStartHz	Sets the sweep start frequency in Hz. uint64 .
10..17	sweepStepHz	Sets the sweep step frequency in Hz. uint64 .
20..21	sweepPoints	Sets the number of sweep frequency points. uint16 .
22..23	valuesPerFrequency	Sets the number of data points to output for each frequency. uint16 .
26	rawSamplesMode	Writing 1 switches USB data format to raw samples mode and leaves this protocol.
30	valuesFIFO	Returns VNA sweep data points. Each value is 32 bytes. Writing any value (using WRITE command) clears the FIFO. See FIFO data format section below.
f0	deviceVariant	The type of device this is. Always 0x02 for NanoVNA V2.
f1	protocolVersion	Version of this wire protocol. Always 0x01.
f2	hardwareRevision	Hardware revision.
f3	firmwareMajor	Firmware major version.
f4	firmwareMinor	Firmware minor version.

Remarques

SweepStartHz, SweepStepHz et SweepPoints définissent ensemble les paramètres de balayage du VNA.

L'écriture de toute valeur dans ces registres mettra immédiatement fin à l'interface utilisateur sur l'appareil et placera l'appareil en "mode de données USB", où le PC a le contrôle total sur le fonctionnement du VNA.

Vous ne pouvez pas observer les paramètres de balayage entrés par l'utilisateur (à partir de l'interface utilisateur de l'appareil) en lisant ces registres.

Le balayage est toujours en cours d'exécution et ne peut pas être interrompu.

Format de données FIFO

Les valeurs lues à partir de valuesFIFO sont de 32 octets chacune. Le tableau suivant répertorie les champs de chaque valeur. Tous les décalages d'octets sont en hexadécimal. Tous les entiers multi-octets sont encodés en Little Endian. Les octets les plus bas contiennent les parties les moins significatives de l'entier.

Bytes	Name	Description	Type
00..03	fwd0Re	Real part of channel 0 outgoing wave.	int32
04..07	fwd0Im	Imaginary part of channel 0 outgoing wave.	int32
08..0b	rev0Re	Real part of channel 0 incoming wave.	int32
0c..0f	rev0Im	Imaginary part of channel 0 incoming wave.	int32
10..13	rev1Re	Real part of channel 1 incoming wave.	int32
14..17	rev1Im	Imaginary part of channel 1 incoming wave.	int32

18..19	freqIndex	Frequency index, 0 to sweepPoints - 1.	uint16
1a..1f	(reserved)	(reserved)	-

valuesFIFO est continuellement rempli avec de nouvelles données de balayage, qu'il soit ou non lu. Si vous souhaitez effectuer des balayages à la demande, il est nécessaire d'effacer les données obsolètes avant de lire à partir du FIFO. La FIFO peut être effacée en écrivant (avec la commande WRITE) n'importe quelle valeur à l'adresse FIFO.

valuesFIFO renvoie des valeurs brutes représentant la partie en phase et en quadrature des ondes mesurées, qui n'ont jamais été calibrées par l'utilisateur. Vous ne pouvez pas accéder aux étalonnages utilisateur sur l'appareil ou aux données calibrées via USB.

fwd0Re/fwd0Im est appelé canal de référence. Toutes les valeurs complexes lues à partir de **valuesFIFO** peuvent être à une phase aléatoire, vous devez donc diviser (en utilisant une division complexe) chaque valeur par le canal de référence pour obtenir des valeurs de phase et d'amplitude absolues.

7.4. Descriptions des registres (mode DFU)

Le tableau suivant répertorie tous les registres accessibles en mode DFU.

Toutes les adresses sont en hexadécimal.

Les registres d'entiers multi-octets sont encodés en Little Endian. Les registres les plus bas contiennent les parties les moins significatives de l'entier..

Adresse	Nom	Description
e0..e3	flashWriteStart	Current flash write address. uint32 . Set this to the address to start writing at.
e4	flashFIFO	Writing to this FIFO will write data into flash starting at flashWriteStart . flashWriteStart will be incremented by the number of bytes written.
e8..eb	userArgument	The user argument to pass to the program upon soft reset. uint32 .
ef	doReboot	Write 0x5e to initiate a soft reset.
f0	deviceVariant	The type of device this is. Always 0x02 for NanoVNA V2.
f1	protocolVersion	Version of this wire protocol. Always 0x01.
f2	hardwareRevision	Hardware revision. Always 0x00 in DFU mode.
f3	firmwareMajor	Firmware major version. Always 0xff in DFU mode.
f4	firmwareMinor	Firmware minor version (of the bootloader).

Ecriture du micrologiciel

La procédure pour écrire une nouvelle image de micrologiciel sur la mémoire flash est la suivante.

1. Connectez l'appareil au PC via USB et mettez l'appareil en mode DFU.
2. Ouvrez le port série virtuel en mode brut (spécifique à la plate-forme).
3. Écrivez l'adresse à partir de laquelle vous souhaitez commencer à flasher dans **flashWriteStart**.
4. Utilisez la commande **WRITEFIFO** pour envoyer jusqu'à 255 octets à la fois à **flashFIFO**.
5. Chaque commande **WRITEFIFO** peut être suivie d'une commande INDICATE, qui ne répondra par « 2 » qu'une fois l'opération de flash terminée.
6. Il n'y a pas de contrôle de flux sur le port série virtuel et vous devez limiter le nombre d'écritures en attente à 2048 octets maximum.

7. 5. (Facultatif) Écrivez 0x5e dans doReboot pour effectuer une réinitialisation logicielle de l'appareil.