



Je Nano VNA



IU50MW Marco Martinelli

INDICE

Capitolo 1	Dotazione comune di serie del Nano VNA - H	Pag.	7
Capitolo 2	Cosa è e come funziona il Nano VNA	Pag.	9
	Le porte di misura principali		9
	Campi di applicazione		10
Capitolo 3	La calibrazione	Pag.	11
	A) Accensione e preparazione del menù		11
	B) La taratura dei tre carichi sulla porta superiore (CH0)		11
	C) Isolamento e creazione del ponte (Porta CH01)		12
	D) Chiusura della procedura e salvataggio		12
	E) Prova del nove (Verifica visiva)		13
Capitolo 4	Come accedere alla funzione "Carta di Smith"		14
	A) Diagramma di Smith. Cos'è e come si legge		14
	B) Selezionare e attivare la traccia		15
	C) Cambiare il formato in Carta di Smith		15
	Un consiglio utile per la taratura		16
Capitolo 5	La misura del SWR e del ROS		17
	Procedura tecnica per la misura del SWR		18
	A) Configurazione della frequenza e della banda		18
	B) Collegamento e isolamento del grafico		18
	C) Analisi della risonanza e calcolo della lunghezza di banda		19
	D) Gestione dei punti di campionamento		20

Capitolo 6	La relazione tra Lunghezza dell'Antenna e Frequenza di risonanza	Pag.	21
	A) L'effetto altalena: Come si muovono i numeri		21
	B) Come leggere il Nano VNA – I tre scenari		21
	1. Scenario A Il minimo e il più basso del target (Antenna troppo lunga)		22
	2. Il minimo e il più alto dei target (Antenna troppo corta)		22
	C) Esempi pratici di taratura		22
	• Esempio 1 Il caso dell'antenna "Generosa"		22
	• Esempio 2: Il caso dell'antenna "stitica"		23
	Il consiglio del radiotecnico		23
Capitolo 7	Utilizzare il Nano VNA per la costruzione di antenne	Pag.	24
	A) Progettazione di Bobine e Trappole Multibanda con il NanoVNA		24
	B) Le formule matematiche di controllo		24
	C) La progettazione		25
	Fase 1: Configurare il NanoVNA per misurare Induttanza (L) e Capacità (C)		25
	Fase 2: Come misurare e calcolare la Bobina o il Condensatore		25
	Fase 3: Dalla teoria alla pratica (Dimensioni Fisiche)		26
	D) Procedura pratica passo-passo con il NanoVNA		26
	E) Come tarare una trappola LC finita (Bobina + condensatore insieme)		27
Capitolo 8	Nano VNA come analizzatore di spettro	Pag.	28
	A) La metafora visiva per capire		28
	B) Come si presenta lo schermo		29
	C) A cosa serve in pratica? (Esempi d'uso)		29

D) Come attivare la modalità Analizzatore di Spettro sul Nano vna – H (Stand alone)	29
a) La procedura sul dispositivo	29
E) I migliori software per PC per migliorare la visibilità	30
1. Nano VNA-Sa ver (Il più famoso e universale)	30
2. Nano VNA WEiebApp (Nessuna installazione necessaria)	31
3. Vna/j (per utenti avanzati)	31
F) Limiti importanti da conoscere (Rispetto a uno strumento vero)	32

Capitolo 9

La Return loss	34
Perdita di potenza di ritorno	34
A) Come funziona	36
B) La formula e i decibel	36
C) Perché il segnale rimbalza	36
D) Valori di riferimento tipici	36
E) Misurare il Return loss con il nano VNA	37
1. Impostare la frequenza di lavoro	37
2. Configurare la traccia per la Return Loss	37
3. La calibrazione (Fase fondamentale)	38
4. Collegare l'antenna e leggere i valori	38
F) Come leggere il risultato sul display	38

Capitolo 10

RF choke, cablaggi, calibrazioni e misurazione con il Nano vna.	39
A) Motivi dell'analisi: Cosa si cerca	40
B) Cablaggi e collegamenti	40
C) Metodi per la misurazione	41
1. Serie tra Porta 1 e Porta 2 (Il più preciso per alte impedenze)	41
2. Riflessione S11 (Solo con un adattatore di carico)	42
D) Procedura e calibrazione	43

Capitolo 11

E) Riflessione S11 (Solo con un adattatore di carico)	43
T D R ovvero Time Domain Reflectometry - Uso del Nano VNA come Riflettometro	45
A) A cosa serve e cosa si cerca	45
1. A cosa serve	45
2. Cosa si ricerca (I segnali sul grafico)	46
B) Come funziona	46
1. Il trucco matematico Frequenza contro il Tempo	46
2. Il fattore di velocità (VF): perché la luce rallenta	47
3. Il calcolo della distanza (L'importante non sbagliare il VF)	47
C) Come si attiva sul nano VNA	48
1. Impostazione frequenza e calibrazione (Spostare lo zero sul cavo)	48
2. Attivazione del TDR nel menù (Passare dal tempo alle frequenze)	46
3. Impostazione del cavo (Inserire il fattore di velocità)	50
D) Come si legge il grafico dei risultati	51
E) Come interpretare i tre segnali principali	52
1. Il picco verso l'alto (Circuito aperto/Fine del cavo)	53
2. Picco verso il basso (Cortocircuito)	53
3. Piccoli sbalzi, scalini e gobbe (Giunzioni e Connettori)	53
Il Consiglio del professionista	54
Nano VNA Menù structure map	53

Manuale Pratico d'Uso per NanoVNA-H

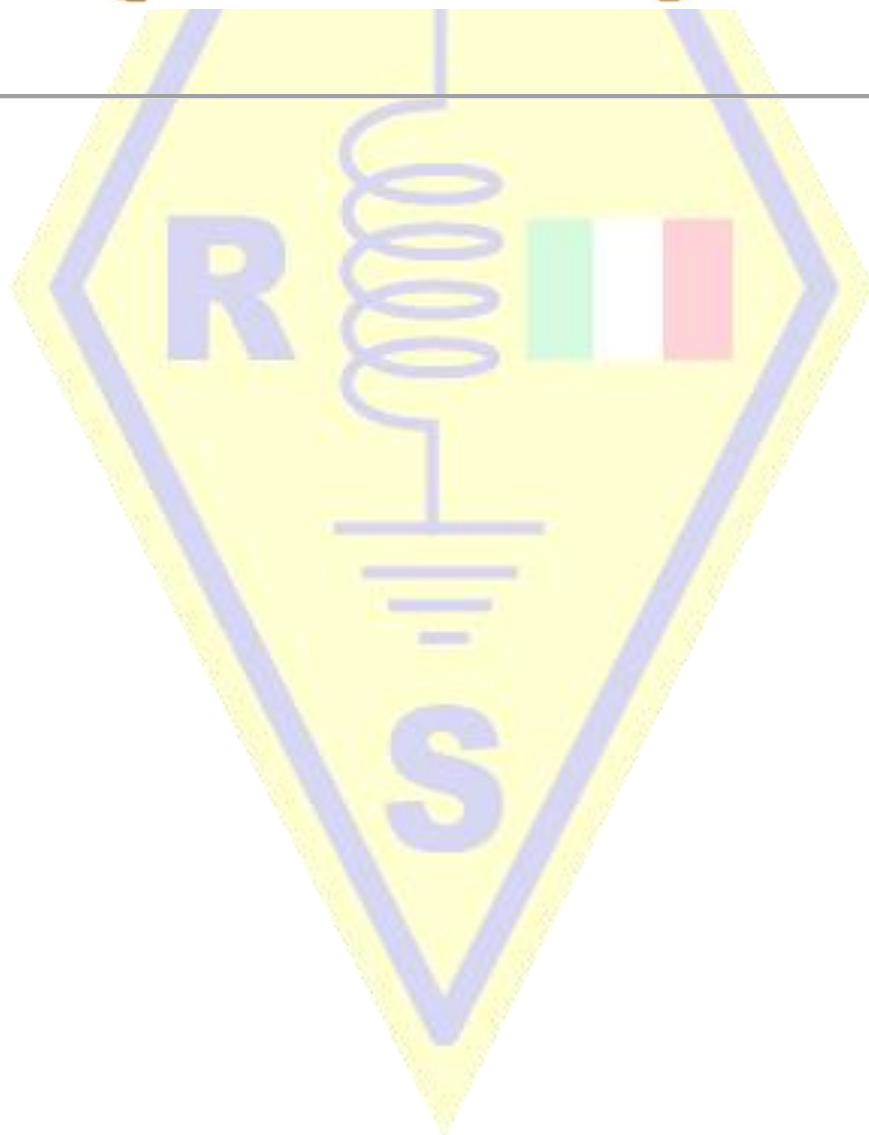
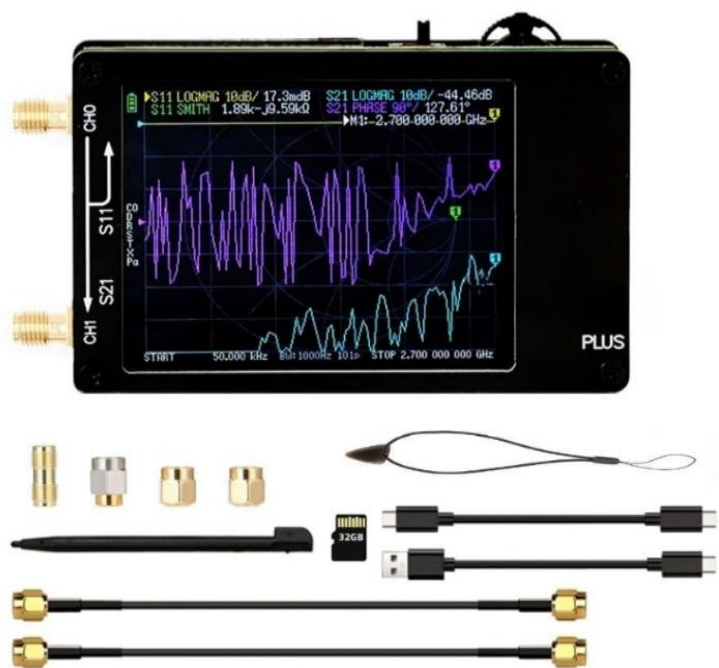
Benvenuto nella guida passo-passo per il tuo analizzatore vettoriale (VECTOR NETWORK ANALYZER). In questo documento troverai tutto il necessario per conoscere lo strumento e i suoi accessori, eseguire una calibrazione perfetta e attivare il grafico più importante: la Carta di Smith.

Capitolo 1

Dotazione comune di serie del NanoVNA-H

Quando aprirai la confezione, ti troverai davanti a una serie di piccoli componenti disposti con cura. Ecco tutto ciò che avrai sul tavolo, spiegato pezzo per pezzo:

- **Il cuore dello strumento (Il NanoVNA-H):** La prima cosa che salta all'occhio è il dispositivo principale. Noterai subito la sua struttura particolare, racchiusa tra due schede di circuito stampato (il PCB) che fanno da guscio protettivo lasciando i componenti a vista sui lati. Sulla parte frontale domina il piccolo ma luminoso display touch-screen da 2.8 pollici, mentre all'interno si trova già installata la batteria ricaricabile, pronta a dare energia ai tuoi test.
- **I due cavetti per i collegamenti (I ponti RF):** Subito accanto allo strumento troverai due piccoli cavi coassiali flessibili, lunghi circa venti centimetri. Entrambi terminano con dei connettori dorati di tipo SMA maschio, cioè quelli con lo spillo interno e la ghiera che si avvita. Ti serviranno per collegare l'antenna da testare o per unire fisicamente la porta superiore e quella inferiore quando farai la taratura di transito.
- **I tre tappi magici (Il Kit di calibrazione):** In un piccolo sacchettino troverai tre connettori dorati ciechi SMA, che sembrano dei veri e propri tappi a vite. Sono gli standard di calibrazione di cui parlavamo prima. C'è l'**Open** (completamente vuoto dentro), lo **Short** (che ha il metallo ben visibile all'interno per fare il cortocircuito) e il **Load** (il carico fittizio da 50 Ohm che nasconde al suo interno la resistenza di precisione). Imparerai a riconoscerli al volo guardandoli dentro.
- **Il barilotto di giunzione (L'adattatore femmina-femmina):** Insieme ai tre tappi troverai quasi sempre un piccolissimo cilindro dorato, filettato da entrambe le parti e vuoto all'interno. È un adattatore SMA femmina-femmina, che nel gergo dei radioamatori viene chiamato semplicemente "barilotto". Ti sarà utilissimo per unire i due cavetti corti tra loro o per collegare lo strumento a cavi che finiscono già con un connettore maschio.
- **I cavi per l'energia e per il computer (I collegamenti USB):** Per ricaricare lo strumento e farlo comunicare con il mondo esterno, la confezione include un cavo USB flessibile che da un lato ha la spina classica per il computer e dall'altro la moderna spina USB-C da inserire nel NanoVNA. Molto spesso troverai anche un secondo cavetto più corto, con la spina USB-C su entrambi i lados, pensato appositamente per collegare al volo l'analizzatore al tuo smartphone Android.
- **La pennina e gli accessori di navigazione:** Poiché lo schermo è piccolo e i menu sono composti da scritte molto sottili, troverai una utilissima pennina di plastica (lo stilo touch), spesso agganciata a un cordino elastico per non perderla. In molti lotti di produzione viene inserito anche un plettro di plastica rigida, identico a quello che usano i chitarristi, che si rivela comodissimo sia per toccare lo schermo sia per fare una leggera leva se mai dovessi smontare i gusci protettivi in PCB.



Capitolo 2

Che cos'è e come funziona il NanoVNA

Il **NanoVNA** è un analizzatore di reti vettoriale (Vector Network Analyzer).

VECTOR: misura delle quantità vettoriali (ossia il modulo e l'angolo del vettore; diversamente sarebbero delle quantità scalari, cioè numeriche)

NETWORK: circuito o gruppo (rete, sistema di elementi connessi tra di loro)

ANALYZER: strumento di misura (misuratore) associato a un software di elaborazione dei dati misurati

Si tratta di una versione compatta, portatile ed economica dei costosi strumenti professionali. Questo dispositivo ha rivoluzionato il lavoro di radioamatori, maker e tecnici elettronici. Mette infatti a disposizione di tutti uno strumento che prima era accessibile solo nei grandi laboratori industriali.

Nonostante le dimensioni ridotte, offre ottime prestazioni. Copre infatti un range di frequenza molto ampio. Questo range può arrivare fino a 1,5 GHz o persino a 3 GHz nei modelli più recenti.

Il display touch integrato e la batteria ricaricabile permettono di usarlo ovunque, sia sul banco di lavoro sia direttamente sul campo per testare sistemi di antenne. Inoltre, la possibilità di collegarlo al computer tramite un software dedicato consente di visualizzare grafici ancora più dettagliati e di salvare i dati misurati.

Lo strumento serve a misurare come si comporta un circuito o un singolo componente elettronico quando viene attraversato da un segnale a radiofrequenza (RF).

Il principio di funzionamento è semplice ma potente: il NanoVNA genera e invia un segnale elettrico noto verso il dispositivo sotto esame. Subito dopo, lo strumento misura con precisione due cose:

- quanta parte di quel segnale viene rimbalzata indietro (riflessa);
- quanta parte riesce a passare oltre (trasmessa).

Le porte di misura principali

Per effettuare queste analisi, il NanoVNA è dotato di due porte principali. Ognuna ha compiti specifici:

- **Porta 1 (S11):** Viene utilizzata per le misure di riflessione. Questa porta invia il segnale e analizza ciò che torna indietro. È fondamentale per calcolare l'impedenza e il Return Loss. Serve anche a verificare il SWR (Rapporto di Onde Stazionarie) di un'antenna.

- **Porta 2 (S21):** Viene utilizzata per le misure di trasmissione. Questa porta riceve il segnale che ha attraversato il componente partendo dalla Porta 1. È indispensabile per studiare il comportamento di dispositivi di amplificazione o filtri RF.
-

Campi di applicazione e misure principali

Grazie a questa architettura a due porte, il NanoVNA si rivela uno strumento estremamente versatile. È in grado di eseguire moltissimi tipi di misure fondamentali per radioamatori e tecnici, tra cui:

- **Analisi di filtri e circuiti RF:** Permette di vedere come un filtro seleziona le frequenze.
 - **Calcolo dell'impedenza:** Aiuta a capire l'opposizione al passaggio della corrente RF.
 - **Misura del Return Loss:** Mostra l'efficienza del trasferimento di potenza del segnale.
 - **Taratura delle antenne:** Verifica il corretto accordo sulle frequenze desiderate.
-

Capitolo 3

La calibrazione

La taratura (o calibrazione) è l'operazione più importante quando si usa un analizzatore vettoriale. Serve a spiegare allo strumento dove iniziano e dove finiscono i cavi, in modo da eliminare i loro difetti grafici e misurare solo l'antenna o il circuito reale. Questa procedura si chiama tecnicamente calibrazione **SOLT** (*Short, Open, Load, Thru*).

A) Accensione e preparazione del menu

Per prima cosa, accendi il NanoVNA spostando la levetta di accensione. Prima ancora di toccare il menu della taratura, ricordati che lo strumento lavora meglio se sa già su quali frequenze dovrà analizzare la tua antenna. Se non lo hai già fatto, fai un leggero tocco sullo schermo con la pennina per far comparire il menu principale sul lato destro. Naviga su *Stimulus* e imposta la frequenza di inizio con *Start* e quella di fine con *Stop*.

Una volta decise le frequenze, torna al menu principale, premi il pulsante **CAL** e, per sicurezza, premi prima il tasto **RESET**. Questo comando è fondamentale perché cancella qualsiasi vecchia taratura rimasta in memoria, evitando che lo strumento si confonda. Subito dopo, premi il tasto **CALIBRATE** per avviare la procedura vera e propria. Noterai che sul display comparirà una nuova lista di comandi verticali.

B) La taratura dei tre carichi sulla porta superiore (CH0)

Adesso inizia la fase manuale. Prendi il NanoVNA e individua la porta superiore, contrassegnata dalla scritta **CH0** (o PORT 1). Tutte le prime tre operazioni si fanno rigorosamente ed esclusivamente su questa porta.

- **OPEN (Aperto):** Prendi il connettore OPEN (quello aperto) e avvitalo delicatamente ma saldamente sulla porta CH0. Prendi la pennina, guarda il menu a destra e fai un tap deciso sul pulsante **OPEN**. Lo strumento impiegherà una frazione di secondo per mandare gli impulsi e analizzare il comportamento. Quando ha finito, vedrai che la scritta OPEN sul display cambierà colore (solitamente diventa azzurra o si evidenzia con una spunta). Questa variazione cromatica è il segnale visivo che l'operazione è andata a buon fine.
- **SHORT (Corto):** Svita l'Open e riponilo sul tavolo. Ora prendi il connettore SHORT (quello in cortocircuito) e avvitalo sempre sulla stessa porta CH0. Torna sul display e premi il tasto **SHORT**. Anche in questo caso, aspetta che la scritta si colori di azzurro, confermandoti che lo strumento ha memorizzato come si comporta un cortocircuito perfetto a quelle frequenze.

- **LOAD (Carico fittizio):** Ripeti l'operazione un'ultima volta per questa porta: svita lo Short e avvita il **LOAD** (il carico fittizio da 50 Ohm). Premi il tasto **LOAD** sul menu e attendi la conferma visiva. *Nota tecnica:* Ricorda che i carichi fittizi inclusi in questi kit economici sono fantastici e molto precisi sulle frequenze più basse (come le onde corte HF o le VHF), ma se decidi di salire molto in alto, verso le microonde o oltre il Gigahertz, la loro precisione interna tende a calare leggermente. Tienilo a mente se farai misurazioni su frequenze molto elevate.

C) Isolamento e creazione del ponte (Porta CH1)

A questo punto dobbiamo calibrare la seconda porta, la **CH1** (o PORT 2), che serve per ricevere i segnali inviati dalla prima porta (utile ad esempio se devi testare un filtro o un amplificatore).

- **ISOLATION (Isolamento):** Svita il carico fittizio dalla porta superiore. Adesso lo strumento deve calcolare l'ISOLATION, ovvero deve capire quanto rumore c'è nell'aria quando non c'è collegato assolutamente nulla. Assicurati che sia la porta CH0 sia la porta CH1 siano completamente libere e vuote. Premi il tasto **ISOLATION** sul menu di destra e aspetta che cambi colore.
- **THRU (Transito / Ponte):** Ora dobbiamo insegnare allo strumento come viaggia il segnale quando passa direttamente da una porta all'altra senza ostacoli.

Prendi il cavetto coassiale maschio-maschio in dotazione. Avvita una delle sue estremità sulla porta superiore CH0 e l'altra estremità sulla porta inferiore CH1. In questo modo hai creato un vero e proprio "ponte" o "galleria" tra i due canali. Vai sul menu e premi il tasto **THRU** (che sta per *Through*, ovvero "passante"). Attendi il solito cambio di colore in azzurro.

D) Chiusura della procedura e salvataggio

La taratura è praticamente finita, ma se spegnessi lo strumento adesso, perderesti tutto il lavoro fatto.

Fai un tap sul pulsante **DONE** (Fine).

Lo strumento userà tutti i dati appena raccolti per calcolare una complessa matrice matematica che correggerà i grafici in tempo reale.

Immediatamente dopo aver premuto Done, il NanoVNA ti mostrerà una lista di canali di memoria, contrassegnati da numeri (da 0 a 4).

Premi il tasto **SAVE 2**. In questo modo la calibrazione viene congelata e memorizzata all'interno dello slot numero 2.

E) La prova del nove (Verifica visiva)

Ora puoi rimuovere completamente il cavetto di ponte che unisce le due porte. Guarda attentamente lo schermo dello strumento, in particolare il grafico circolare che si chiama **Carta di Smith** (la linea o la traccia di solito è di colore giallo).

Con la porta superiore CH0 completamente vuota e aperta, noterai che il punto di taratura (il piccolo cursore o pallino giallo) non vaga più a caso per lo schermo, ma si è posizionato con precisione geometrica all'**estremo destro** della linea centrale del cerchio.

Quella posizione indica il "circuito aperto" perfetto.

Se provi a riavvitare il carico fittizio da 50 Ohm, vedrai quel pallino schizzare istantaneamente e posizionarsi esattamente nel **centro perfetto** del cerchio. Se vedi questo comportamento, significa che la tua calibrazione è impeccabile e lo strumento è pronto per misurare qualsiasi antenna con la massima precisione.



Capitolo 4

Come accedere alla funzione “Carta di Smith”

Per accedere alla Carta di Smith sul tuo NanoVNA e visualizzarla sullo schermo, devi attivarla attraverso il menu dei tracciati (*Trace* e *Format*).

A) Il Diagramma di Smith: Cos'è e come si legge

Prima di attivarlo, cerchiamo di capire cos'è questo grafico. Il **Diagramma di Smith** (o Carta di Smith) è una mappa circolare speciale inventata nel 1939.

Serve a visualizzare l'impedenza di un'antenna al variare della frequenza senza dover fare calcoli matematici difficili.

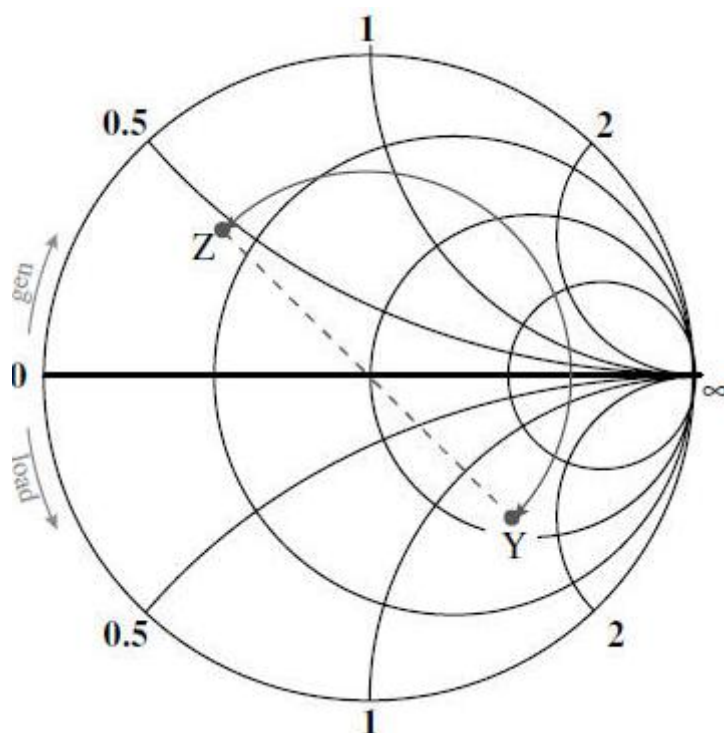
La sua griglia è formata da cerchi interni (la resistenza reale) e archi curvi (la reattanza), che si incrociano tutti verso l'estrema destra del quadrante.

Questo diagramma serve a dirti in un colpo d'occhio non solo se l'antenna è accordata male, ma soprattutto *perché* sta sbagliando, mostrandoti se è troppo lunga o troppo corta.

Per leggerlo ed orientarti basta memorizzare quattro punti cardinali sulla mappa:

- **Il centro perfetto:** Rappresenta l'accordo ideale a **50 Ohm puri**. Quando la traccia del NanoVNA si trova esattamente al centro, l'antenna è perfetta e non ci sono onde stazionarie.
- **L'estremo destro:** Rappresenta il **circuito aperto** (il connettore *Open*), dove la resistenza è infinita.
- **L'estremo sinistro:** Rappresenta il **cortocircuito** (il connettore *Short*), dove la resistenza è zero.
- **L'emisfero superiore e inferiore:** La linea retta orizzontale centrale divide il grafico a metà. Se la traccia si muove nella **metà superiore**, l'antenna è induttiva (si comporta come una bobina ed è "troppo lunga"); se si muove nella **metà inferiore**, l'antenna è capacitiva (si comporta come un condensatore ed è "troppo corta").

Quando sposterai il cursore (*marker*) sul grafico, leggerai in alto sullo schermo una tripletta di valori (in modalità $R + jX$): il primo numero indica la **resistenza reale** (che deve avvicinarsi il più possibile a 50 Ohm), il secondo calcola il componente parassita in NanoHenry o PicoFarad, e il terzo mostra la **reattanza** in Ohm, che per un'antenna perfetta dovrebbe essere pari a zero.



B) Selezionare e attivare la traccia

Il NanoVNA può mostrare più linee contemporaneamente (gialla, verde, blu, magenta). Per prima cosa dobbiamo scegliere quale linea trasformare nella Carta di Smith.

1. Tocca lo schermo con la pennina per aprire il menu principale a destra.
2. Seleziona la voce **DISPLAY**.
3. Tocca la voce **TRACE** (Traccia).
4. Scegli una delle tracce (ad esempio **TRACE 0**, che di solito è quella gialla). Assicurati che sia attiva (accanto al nome deve esserci una spunta o il quadratino colorato).
5. Tocca il tasto **BACK** (Indietro) per tornare al menu precedente.

C) Cambiare il formato in Carta di Smith

Ora che hai selezionato la traccia, devi dire allo strumento *come* mostrare quel dato graficamente.

1. Rimanendo nel menu **DISPLAY**, tocca la voce **FORMAT** (Formato).
2. All'interno di questo menu vedrai diverse opzioni (LogMag, Phase, Delay, SWR). Cerca e tocca la voce **SMITH**.
3. Se lo strumento ti mostra altre opzioni subito dopo, seleziona **LOG MAG** o **R + jX** (è il formato standard per leggere i valori di resistenza e reattività dell'antenna).

Lo schermo cambierà istantaneamente e vedrai comparire il classico grafico circolare della Carta di Smith con la tua traccia che si muove al suo interno.

Un consiglio utile per la lettura

Se lo schermo ti sembra troppo affollato e fai fatica a leggere il grafico circolare a causa delle altre linee, puoi **nascondere temporaneamente le altre tracce**.

Per farlo:

- Vai su *DISPLAY -> TRACE*.
- Tocca le tracce che non ti servono (es. TRACE 1, TRACE 2) per spegnerle (la spunta o il quadratino colorato scompariranno e la linea si cancellerà dallo schermo, lasciando solo la Carta di Smith ben visibile).



Capitolo 5

La misura del SWR e del ROS

Nel mondo dei radioamatori, soprattutto per chi si dedica alla costruzione, alla modifica o all'accordo delle antenne, il valore del SWR (chiamato anche ROS, ovvero Rapporto di Onde Stazionarie) è un valore assolutamente importante da tenere sotto controllo per preservare da guasti l'apparato e tutto il sistema di trasmissione.

Prima di iniziare a effettuare le misurazioni, è bene evidenziare alcuni limiti intrinseci dello strumento, fondamentali per stabilire quanto siano affidabili i risultati che vedremo sullo schermo. Il Nano VNA, infatti, lavora sempre in stretta relazione a una determinata impedenza di riferimento, chiamata in gergo tecnico Z_0 , che nel nostro caso è fissata rigidamente a 50 Ohm, ovvero il valore standard universale nel mondo della radiofrequenza.

Un altro fattore cruciale da tenere a mente riguarda la memoria dello strumento: l'analizzatore ha un numero limitato di punti di campionamento per ogni scansione, che di solito si attesta su 101, 201 o 401 punti a seconda del modello specifico e delle impostazioni del software che stiamo utilizzando. Ciò significa che l'accuratezza visiva del grafico finale dipenderà moltissimo dalla larghezza di banda che abbiamo impostato nel menu di partenza.

Se decidiamo di misurare su una banda estremamente ampia, come ad esempio un intervallo enorme che va da 1 MHz fino a 900 MHz, i punti di campionamento saranno inevitabilmente molto distanziati tra di loro. In questo modo, i dettagli più sottili o i picchi di risonanza più stretti della curva potrebbero andare completamente perduti.

Al contrario, restringendo la larghezza di banda a una porzione molto più piccola, come potrebbe essere la fetta della frequenza che vogliamo monitorare per determinare il valore delle onde stazionarie, rappresenta uno dei parametri in assoluto più importanti e monitorati.

Capire a fondo l'SWR significa comprendere se l'antenna è ben adattata al proprio sistema di trasmissione, se sta lavorando correttamente sulla frequenza che abbiamo stabilito e se la potenza viene trasferita in maniera efficiente dal trasmettitore fino allo stilo radiante.

Bisogna fare attenzione, però, a non confondere questo dato con l'efficienza complessiva del sistema: l'SWR non indica in alcun modo la resa effettiva o il guadagno dell'antenna, ma fornisce esclusivamente un feedback preciso circa il corretto adattamento di impedenza tra da 430 a 440 MHz, i punti a disposizione verranno distribuiti in modo molto più denso. Questo accorgimento renderà la misura infinitamente più precisa e dettagliata.

Per questi motivi, la regola d'oro è quella di limitare sempre la banda di misura alla sola porzione di frequenza che è per noi veramente interessante in quel momento.

Procedura tecnica per la misura del SWR

Il processo inizia con l'accensione del Nano VNA, che si effettua spostando la levetta dell'interruttore posizionata sul lato superiore della scocca. Una volta avviato il sistema, basta fare un leggero tocco con la pennina in un punto qualsiasi dello schermo per veder comparire sul lato destro il menu principale.

A) Configurazione della frequenza e della banda

La prima operazione fondamentale da compiere è stabilire la banda di frequenza dell'antenna che si intende analizzare, in modo da circoscrivere l'area di test.

Navigando all'interno del menu di destra, si seleziona il pulsante *Stimulus*.

Da qui si avranno due possibilità per definire la porzione di frequenza:

- la prima consiste nell'impostare una frequenza di inizio tramite il comando *Start* (ad esempio 137 MHz, tenendo a mente che la lettera M sul display indica proprio i Megahertz) e una frequenza di fine range con il comando *Stop* (ad esempio 152 MHz).
- la seconda opzione, molto comoda se si conosce già la frequenza di risonanza centrale dell'antenna, consiste nello stabilire un punto centrale con il comando *Center* (fissandolo ad esempio a 144 MHz) e definire poi l'ampiezza totale della finestra visiva tramite il comando *Span*.

Definiti questi parametri cruciali, si procede a effettuare la calibrazione sulla Porta 1 S11, seguendo rigorosamente le regole apprese nel capitolo precedente.

B) Collegamento e isolamento del grafico

A questo punto si passa al collegamento fisico:

- si connette l'antenna da testare direttamente sulla porta superiore, indicata come Porta 1 o S11, aiutandosi con il cavetto e gli adattatori appropriati inclusi nella confezione.

Con l'antenna connessa, si sposta nuovamente l'attenzione sul display. Per evitare che lo schermo risulti confuso, si entra nel menu *Trace*. In questa schermata l'analizzatore mostra l'elenco di tutte le linee grafiche attive, riconoscibili dal quadratino colorato che le identifica.

Per concentrarsi solo sul Rapporto di Onde Stazionarie, è necessario disattivare tutte le tracce superflue, togliendo la spunta a ognuna di esse e lasciando attiva esclusivamente la traccia numero zero.

- Completata la pulizia visiva, si preme il tasto *Back* per tornare indietro e si seleziona il menu *Format*.

All'interno di questa sezione si sceglie il formato di misura *SWR*. Immediatamente, l'andamento lineare delle stazionarie prenderà forma sullo schermo, mostrando la curva caratteristica dell'antenna.

Sul tracciato comparirà un piccolo cursore numerico, chiamato *marker*, che può essere spostato liberamente lungo tutta la linea sfruttando sia la punta dello stilo direttamente sul touch screen, sia il piccolo joystick a levetta situato sulla parte superiore dello strumento.

C) Analisi della risonanza e calcolo della larghezza di banda

Osservando l'andamento della curva, l'attenzione va rivolta al punto più basso in assoluto: nel punto di minimo, infatti lì si registrerà il minor valore di *SWR*, elemento che permette di identificare con precisione la reale frequenza di risonanza dell'antenna.

Per automatizzare questa ricerca, è possibile tornare nel menu principale e accedere alla gestione dei *Marker*.

All'interno di questo sottomenu, lo strumento mette a disposizione dei comandi automatici per rintracciare istantaneamente il picco massimo o il punto minimo della traccia.

Si possono inoltre sfruttare funzioni avanzate di ricerca che, tramite pulsanti dedicati, permettono di analizzare l'andamento spostandosi dinamicamente a destra o a sinistra rispetto a un determinato valore di riferimento scelto come ancora che solitamente viene fissato nel valore minimo di *SWR*.

Per misurare in modo scientifico la larghezza di banda passante dell'antenna, si può ricorrere a un secondo cursore attivando la voce *Marker 2*.

- Una volta acceso, si posiziona questo secondo *marker* su un preciso valore limite di stazionarie accettabili (ad esempio a un valore di *SWR* pari a 1.5) sul ramo destro della curva.
- Successivamente si sposta il *Marker 1* sullo stesso identico valore di *SWR*, ma posizionandolo sul ramo opposto, ovvero quello sinistro.

Tornando nel menu di gestione e selezionando la funzione *Delta*, l'analizzatore smetterà di calcolare i dati singoli e indicherà direttamente sul display il valore della differenza di frequenza tra i due punti.

Questo dato rappresenta l'esatta larghezza di banda utile dell'antenna all'interno della quale l'*SWR* si mantiene entro limiti operativi sicuri per il trasmettitore.

Disattivando infine la modalità *Delta*, i cursori torneranno a mostrare le frequenze assolute dei limiti inferiore e superiore.

D) Gestione dei punti di campionamento

L'ultimo aspetto tecnico riguarda la risoluzione della lettura.

Il NanoVNA offre la possibilità di modificare il numero totale dei punti di analisi utilizzati per generare la curva.

Tornando nel menu principale e scorrendo verso il basso, si incontra il pulsante denominato *Sweep Points*.

Di fabbrica lo strumento si avvia configurato su un valore standard di 101 punti, ma agendo sui comandi è possibile espandere questa densità selezionando opzioni più elevate come 201, 301 o addirittura 401 punti.

Questa regolazione è un bilanciamento geometrico: maggiore sarà il numero di punti impostati, più dettagliata e definita risulterà la visualizzazione della curva sullo schermo, sapendo tuttavia che un campionamento così denso renderà la velocità di scansione dello strumento leggermente più lenta.

Capitolo 6

La Relazione tra Lunghezza dell'Antenna e Frequenza di Risonanza

Per capire come tarare un'antenna, dobbiamo immaginarla come uno strumento musicale.

Un flauto lungo produce note gravi (frequenze basse), mentre un flauto corto produce note acute (frequenze alte).

Nelle antenne funziona allo stesso modo: la lunghezza fisica del filo o dello stilo determina la "nota" radio (chiamata **frequenza di risonanza**) alla quale l'antenna trasmette e riceve meglio.

Il NanoVNA è lo strumento che ci permette di "ascoltare" questa nota visivamente.

A) L'Effetto Altalena: Come si muovono i numeri

Tra la lunghezza dell'antenna e la frequenza esiste un rapporto di **proporzionalità inversa**. Significa che si muovono sempre in direzioni opposte, come i due sedili di un'altalena:

- Se la lunghezza sale **+** allora la frequenza scende  (Antenna più lunga = frequenza più bassa).
- Se la lunghezza scende  allora la frequenza sale  (Antenna più corta = frequenza più alta).

Il NanoVNA ci mostra questo comportamento attraverso la curva del **ROS** (Rapporto di Onde Stazionarie). Il punto più basso di questa curva (il "vavolo" o minimo) rappresenta la frequenza in cui l'antenna è più efficiente.

B) Come Leggere il NanoVNA: I Tre Scenari Possibili

Quando colleghi il NanoVNA alla tua antenna e guardi il grafico, ti puoi trovare davanti a tre situazioni diverse rispetto alla tua **Frequenza Target** (quella su cui vuoi trasmettere).

- [Scenario A] -> Il minimo ROS è a SINISTRA del Target (Frequenza più bassa)
- [Scenario B] -> Il minimo ROS è a DESTRA del Target (Frequenza più alta)
- [Scenario C] -> Il minimo ROS è ESATTAMENTE sul Target (Antenna perfetta!)

1. Scenario A: Il minimo è più basso del Target (Antenna Troppo Lunga)

Vedi la curva del NanoVNA scendere al minimo su una frequenza più piccola di quella che desideri. Sullo schermo, il punto più basso si trova a sinistra rispetto al tuo obiettivo.

- **Cosa significa:** L'antenna ha "troppo metallo". Le onde radio impiegano troppo tempo a percorrere il filo, rallentando la frequenza.
- **Cosa devi fare:** Devi **accorciare** l'antenna per far salire la frequenza verso il target.

2. Scenario B: Il minimo è più alto del Target (Antenna Troppo Corta)

Il punto più basso della curva si trova su una frequenza maggiore rispetto al tuo obiettivo. Sullo schermo del NanoVNA, il minimo è spostato verso destra.

- **Cosa significa:** All'antenna "manca pezzo". Le onde radio viaggiano su un percorso troppo breve, accelerando la frequenza.
- **Cosa devi fare:** Devi **allungare** l'antenna per far scendere la frequenza verso il target.

C) Esempi Pratici di Taratura

Supponiamo di voler tarare un'antenna per la frequenza dei **145 MHz** (il nostro **Target**):.

- **Esempio 1: Il caso dell'antenna "Generosa"**

Collegi il NanoVNA. Muovi il marker sul punto più basso della curva e leggi: **140 MHz**.

- **Analisi:** 140 MHz è più bassa di 145 MHz. Lo strumento ti sta dicendo che l'antenna è felice di lavorare a 140 MHz, non a 145.
- **Soluzione intuitiva:** La frequenza deve salire di 5 MHz. Per far salire la frequenza, l'altalena ci dice che dobbiamo scendere con la lunghezza. Prendi le forbici o la pinza e **accorci** lo stilo di pochi millimetri alla volta. Vedrai il minimo sul NanoVNA spostarsi pian piano verso destra, fino a toccare i 145 MHz.

• Esempio 2: Il caso dell'antenna "Stitica"

Collegi il NanoVNA. Muovi il marker sul punto più basso della curva e leggi: **150 MHz**.

- **Analisi:** 150 MHz è più alta di 145 MHz. L'antenna è troppo veloce per i nostri scopi.
- **Soluzione intuitiva:** La frequenza deve scendere di 5 MHz. Per far scendere la frequenza, dobbiamo aumentare la lunghezza. Prendi un pezzo di filo in più, lo saldi o lo giunti (oppure sfiati lo stilo telescopico se regolabile) per **allungare** l'antenna. Il minimo sul NanoVNA si sposterà verso sinistra, tornando indietro fino a 145 MHz.

D) Il Consiglio del Radiotecnico

Quando devi accorciare un'antenna, **procedi sempre a piccoli passi**. Tagliare è facile, ma se tagli troppo dovrai ricominciare da capo allungando il filo!

Inoltre, ricorda che un valore minimo di ROS di 1:2 (2.0) sul NanoVNA indica che la lunghezza è corretta per la risonanza, anche se l'antenna non è perfettamente adattata a 50 Ohm (impedenza tipica dei cavi).

La posizione del minimo sulla scala delle frequenze resta comunque la tua bussola infallibile per capire se tagliare o aggiungere materiale.

Utilizzare il Nano VNA per la costruzione di antenne

La costruzione di un'antenna multibanda a trappole o con bobine di carico è un progetto affascinante e il NanoVNA-H è lo strumento perfetto per questo scopo.

Per dimensionare e testare le bobine (induttori) e i condensatori, non lavoreremo più sulla schermata del ROS (SWR), ma useremo la **Carta di Smith** (Smith Chart) e la modalità **Reattanza**.

A) Progettazione di Bobine e Trappole Multibanda con il NanoVNA

Prima di iniziare, stabiliamo la differenza fondamentale nel mondo multibanda:

- **Bobina di carico (Loading Coil):** Serve solo ad "allungare elettricamente" un'antenna fisicamente troppo corta per una certa frequenza. Fa risuonare l'antenna ma non blocca le altre bande.
- **Trappola (Trap LC):** È un circuito parallelo composto da una **Bobina (L)** e un **Condensatore (C)**. Alla sua frequenza di risonanza diventa un "muro" (alta impedenza) che isola il resto dell'antenna. Viene usata per escludere o includere porzioni di filo a seconda della banda.

B) Le formule matematiche di controllo

Se si vuole calcolare l'impedenza o verificare i dati manualmente, la formula della reattanza è:

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L$$

Dove:

- X_L è la reattanza in Ohm (Ω)
- f è la frequenza in Hertz (Hz)
- L è l'induttanza in Henry (H)

Se invece si sta progettando una **trappola risonante** (filtro blocca-banda), la bobina e il condensatore devono risuonare insieme alla frequenza di taglio (f_r). La formula di risonanza è quella di [Formula di Thomson](#):

$$f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

C) La progettazione

Fase 1: Configurare il NanoVNA per misurare Induttanza (L) e Capacità (C)

Per misurare i singoli componenti, devi configurare il NanoVNA per leggere i valori di **Impedenza complessa** ($Z = R + jX$).

1. **Imposta lo STIMULUS (START / STOP):** Seleziona una frequenza centrale vicina a quella della banda che vuoi tagliare (es. START 5 MHz - STOP 10 MHz se lavori sui 7 MHz).
2. **Attiva la Traccia corretta:** Vai su `DISPLAY -> TRACE` e attiva una traccia (es. TRACE 0).
3. **Cambia il Formato di visualizzazione:** Vai su `DISPLAY -> FORMAT -> SMITH`. La Carta di Smith ti mostrerà l'impedenza.
4. **Visualizza i valori diretti:** Vai su `DISPLAY -> FORMAT -> MORE -> SERIES L` (per misurare le bobine) o `SERIES C` (per misurare i condensatori). Il marker sullo schermo ti mostrerà direttamente i valori in microHenry (μH) o picoFarad (pF).
5. **Esegui la calibrazione OSL:** Questo passaggio è fondamentale. Collega il cavetto che userai per i test e fai la calibrazione (`CAL -> CALIBRATE`) usando i tre tappini **OPEN**, **SHORT** e **LOAD**.

Fase 2: Come misurare e calcolare la Bobina o il Condensatore

Quando si collega una bobina fatta in casa ai due poli del connettore CH0 S11 (TX) del NanoVNA, vedrai il marker spostarsi nella **metà superiore della Carta di Smith** (zona induttiva).

Sul display leggerai due valori fondamentali legati alla frequenza del marker:

- **Reattanza Induttiva (X_L):** Espressa in Ohm (Ω).
- **Induttanza (L):** Espressa in microHenry (μH).

Fase 3: Dalla teoria alla pratica (Dimensioni Fisiche)

Una volta che stabilito quanti (μH) deve avere la bobina grazie al NanoVNA, devi capire quante spire avvolgere e su quale supporto.

Per calcolare le dimensioni fisiche di una bobina a singolo strato (in aria o su tubo in PVC), si usa la formula di Wheeler:

$$L = \frac{d^2 \cdot n^2}{45d + 100l}$$

- L = Induttanza in microHenry (μH)
- d = Diametro del fusto (bobina) in centimetri
- l = Lunghezza dell'avvolgimento in centimetri
- n = Numero di spire complessive

D) Procedura pratica passo-passo con il NanoVNA

1. **Costruzione empirica:** Prendere un tubo di PVC (es. diametro 32 mm o 40 mm). Avvolgere un numero di spire stimato (es. 30 o 40 spire di filo di rame smaltato).
 2. **Misura sul NanoVNA:** Collegare le due estremità della bobina al NanoVNA (fissando il cavo con dei morsetti corti).
 3. **Verifica il valore:** Guardare il valore di **Series L** sul display alla tua frequenza target.
 4. **Correzione:**
 - Se il valore in (μH) è **troppo alto**, srotolare una o due spire alla volta e rimisurare.
 - Se il valore è **troppo basso**, aggiungere spire o stringerle più vicine tra loro.
-

E) Come tarare una trappola LC finita (Bobina + Condensatore insieme)

Se stai costruendo trappole chiuse (coassiali o con condensatore in parallelo), il metodo migliore per tararle al millimetro non è misurarle in serie, ma usarle come un **filtro "Notch" (elimina banda)** tra la porta CH0 e la porta CH1.

1. Collega un cavo da CH0 a CH1 e imposta il formato su **LOGMAG** (Traccia CH1 / S21). Vedrai una linea retta a 0 dB.
2. Collega la tua trappola in parallelo (a "T") su questa linea usando un connettore a tre vie.
3. Sullo schermo vedrai comparire una profonda "fossa" (un picco verso il basso).
4. La frequenza in cui la fossa tocca il punto più basso (massima attenuazione) è l'esatta frequenza in cui la trappola funzionerà sull'antenna, bloccando il segnale. Muovendo le spire della bobina o allontanandole, vedrai la fossa spostarsi in tempo reale sulla frequenza desiderata.



Capitolo 8

Nano VNA come analizzatore di spettro

Un **analizzatore di spettro** è uno strumento di misura elettronico che permette di **"vedere" le onde radio e i segnali elettrici suddivisi per frequenza**.

Se il NanoVNA è la tua bussola per capire come è fatta un'antenna, l'analizzatore di spettro è come uno speciale paio di occhiali che ti mostra l'invisibile traffico di segnali che viaggia nell'aria.

Il NanoVNA si può quindi utilizzare come analizzatore di spettro, ma con una distinzione tecnica importante: non è un analizzatore di spettro nativo, bensì lavora in modalità **"Semplice Analizzatore di Spettro"** (utilizzando una funzione software speciale chiamata *Signal Generator* in ascolto) oppure come **ricevitore a scansione**.

Quanto sopra significa che è fantastico per tracciare segnali continui (come una portante radio, un'interferenza fissa o i segnali di un oscillatore), ma fa fatica a catturare segnali che durano pochi millisecondi (come i pacchetti dati digitali).

Ecco come fare, quali sono i limiti reali e i migliori software per PC per gestire i risultati in grande.

A) La metafora visiva per capire

Per capire a cosa serve, facciamo un paragone con la musica e con la vista:

- **L'oscilloscopio** (un altro strumento famoso) ti mostra il segnale nel tempo. È come guardare un'onda del mare che sale e scende: vedi il movimento complessivo, ma non sai da quante onde più piccole è formata.
- **L'analizzatore di spettro** fa l'opposto. Separa il segnale nelle sue singole frequenze. È come se un musicista suonasse un accordo complesso al pianoforte e l'analizzatore di spettro ti dicesse istantaneamente, nota per nota: *"Sta suonando un Do, un Mi e un Sol, e il Do è la nota più forte"*.

In ottica, è l'equivalente di un **prisma di cristallo**. Se gli spari contro la luce bianca, il prisma la scompone in tutti i colori dell'arcobaleno (rosso, giallo, blu...). L'analizzatore di spettro fa la stessa cosa con la radiofrequenza: prende un segnale radio e lo scompone in tutte le sue frequenze componenti.

B) Come si presenta lo schermo

Sullo schermo di un analizzatore di spettro non vedrai curve morbide come sul NanoVNA, ma vedrai una linea di base (il rumore di fondo) da cui spuntano delle **linee verticali e appuntite, simili a dei picchi o a dei "panettoni"**.

- **L'asse Orizzontale (X) rappresenta la Frequenza:** Più vai a destra, più la frequenza è alta (es. a sinistra ci sono i 100 MHz, al centro i 150 MHz, a destra i 200 MHz).
 - **L'asse Verticale (Y) rappresenta la Potenza:** Più il picco è alto, più quel segnale è forte in quel preciso punto. Viene misurata in genere in **dBm** o **dBμV**.
-

C) A cosa serve in pratica? (Esempi d'uso)

I radioamatori, gli antenisti e i tecnici lo usano principalmente per questi scopi: [\[1\]](#)

- **Controllare la pulizia di un trasmettitore:** Quando una radio trasmette a 145 MHz, non deve disturbare le altre frequenze. L'analizzatore permette di verificare se la radio emette segnali "fantasma" indesiderati (chiamati *armoniche* o *spurie*) su altre frequenze.
 - **Cacciare le interferenze:** Se in una zona c'è un disturbo che blocca i telecomandi dei cancelli o le radio, si collega un'antenna all'analizzatore di spettro per vedere visivamente quale frequenza è "accesa" e occupata dal disturbo.
 - **Vedere l'occupazione delle bande:** Puoi vedere in tempo reale quali canali radio o televisivi stanno trasmettendo in quel momento nella tua zona e quanto sono forti i loro segnali.
 - **Testare i filtri (come le tue trappole):** Abbinato a un generatore di segnali, permette di vedere esattamente quanta potenza un filtro riesce a bloccare o a far passare alle varie frequenze.
-

D) Come attivare la modalità Analizzatore di Spettro sul NanoVNA-H (Stand-alone)

I firmware più recenti del NanoVNA-H includono una funzione basilare direttamente nel menu dello strumento.

a) La procedura sul dispositivo:

1. **Scollegare qualsiasi antenna in trasmissione:** Collegare solo un'antenna in ricezione alla porta **CH0 (PORT 1)**. *Attenzione: Non trasmettere MAI dentro il NanoVNA con una radio, o brucerai i mixer interni dello strumento! La potenza*

massima in ingresso tollerata è bassissima (in genere intorno a 0 dBm, pari a 1 milliwatt).

2. **Accedere al Menu principale:** Toccare lo schermo per aprire il menu.
3. **Cercare la funzione:** Andare su `DISPLAY` -> `TRACE` e lasciare attiva una sola traccia.
4. Andare su `DISPLAY` -> `FORMAT` e selezionare **LOGMAG** (o cercare la voce specifica **SPECTRUM** se presente nel firmware dello strumento).
5. Se il firmware ha il menu dedicato (come nei firmware di *Hugen* o *DisLord*): Andare su `STIMULUS` -> **PAUSE SWEEP** (per fermare la scansione interna) oppure cercare la voce `MODE` -> **SPECTRUM ANALYZER**.

Sullo schermo sarà visibile la linea del rumore di fondo in basso e dei picchi verticali quando l'antenna intercetta un segnale radio.

E) I migliori Software per PC per migliorare la visibilità

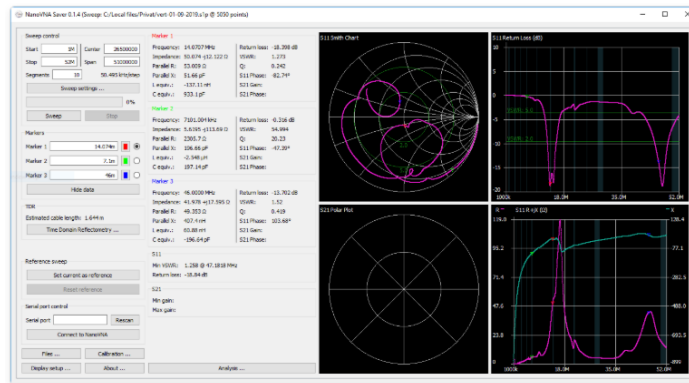
Seppur sia uno strumento di validità importante, l'uso dello schermo "microscopico" del NanoVNA è scomodo per fare analisi di spettro. Collegandolo al PC tramite cavo USB-C otterrai grafici enormi, fluidi, facili da salvare ed esportare.

I tre programmi gratuiti più famosi e potenti sono:

1. NanoVNA-Saver (Il più famoso e universale)

È il software di riferimento per la gestione del NanoVNA da computer. È leggero, open-source e facilissimo da usare.

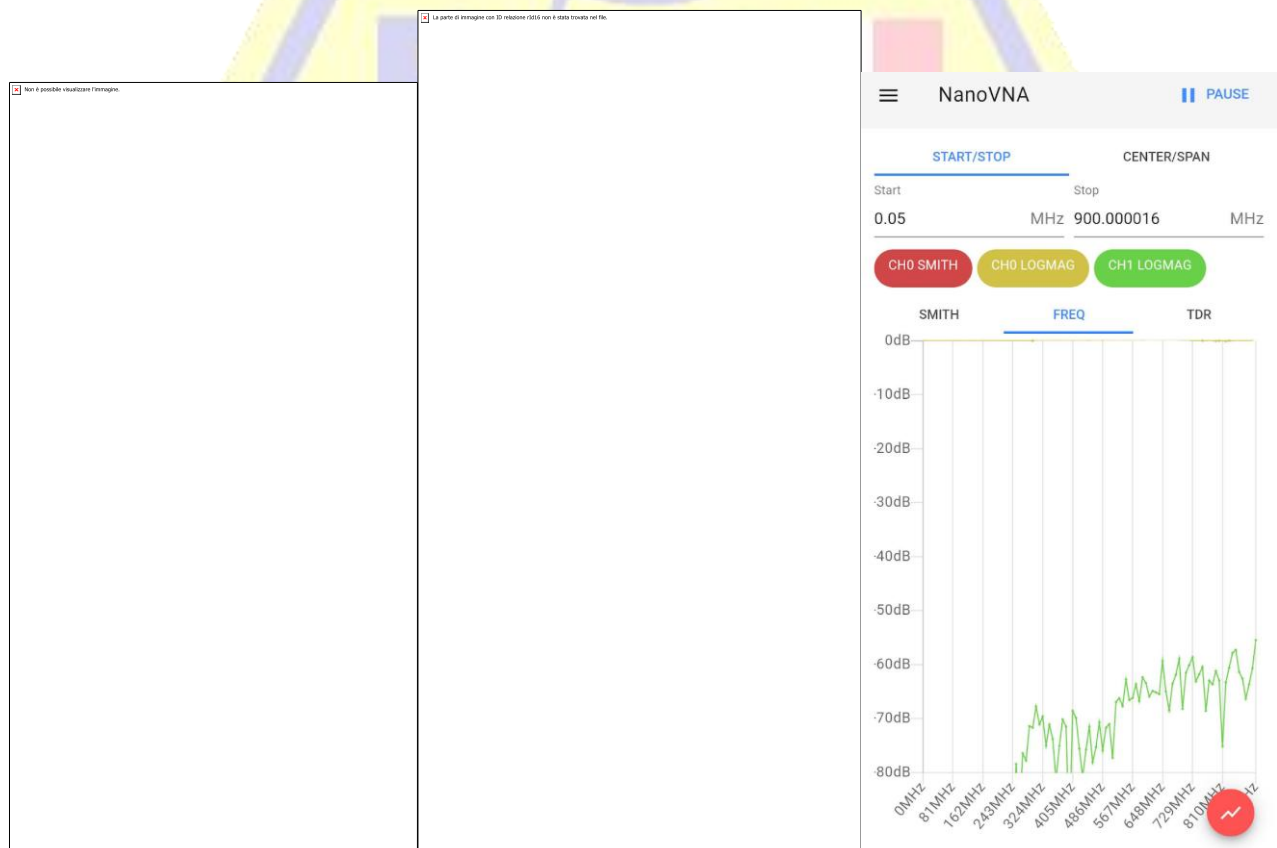
- **Cosa fa:** Permette di impostare la frequenza di `START` e `STOP` dal PC, di fare scansioni con un numero altissimo di punti (molto più precisi dei 101 punti standard dello schermo del NanoVNA) e di salvare i grafici in formato PDF o immagini.
- **Come usarlo come analizzatore:** Anche se nasce per misurare le antenne, ha una funzione di cattura dati continua che permette di monitorare l'ampiezza dei segnali sulla porta CH0 nel tempo.



2. NanoVNA WebApp (Nessuna installazione necessaria)

È un'applicazione che gira direttamente dal browser internet (consigliato Google Chrome o Edge) sfruttando la tecnologia WebUSB.

- **Vantaggi:** Non bisogna installare nessun driver o programma. Basta collegare il NanoVNA all'USB, aprire il sito web dedicato alla WebApp e premere "Connect".
- **Interfaccia:** Ha una grafica ad altissima risoluzione molto pulita, ideale per mostrare lo spettro delle frequenze su un monitor grande o sulla LIM/proiettore.



3. vna/J (Per utenti avanzati)

Un software basato su Java, molto tecnico e professionale. Richiede l'installazione di Java sul computer.

- **Cosa offre:** Permette un controllo millimetrico di tutte le tracce e ha strumenti di esportazione dati eccezionali per chi vuole fare tabelle o fogli di calcolo dell'andamento dei segnali.

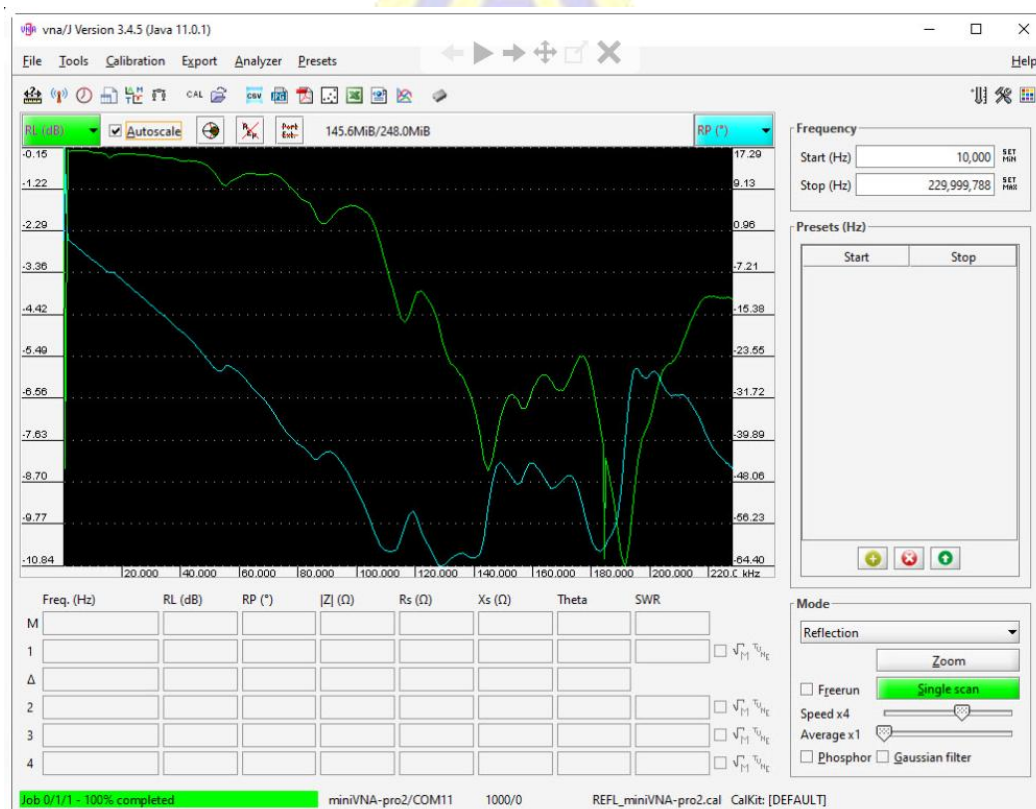


Image 1 of 7
Default

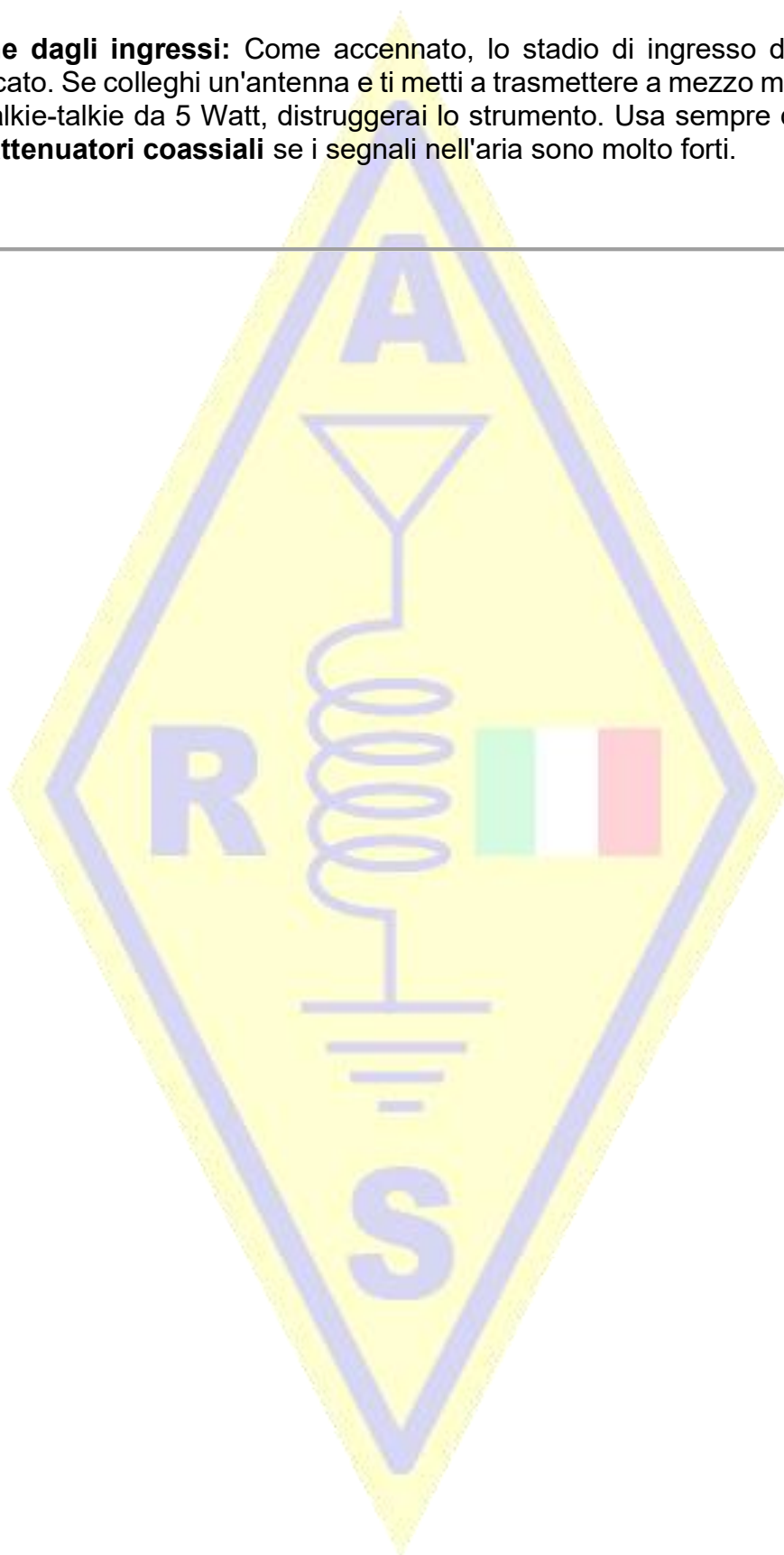
F) I Limiti importanti da conoscere (Rispetto a uno strumento vero)

Usare il NanoVNA come analizzatore di spettro è un ottimo trucco economico, ma devi tenere a mente tre limitazioni:

- **Mancanza di filtri di banda pre-selettori:** Il NanoVNA "ascolta" tutto insieme. Se c'è un segnale radio fortissimo nelle vicinanze (es. un ripetitore FM a 100 MHz), questo potrebbe sovraccaricare lo strumento e farti vedere falsi segnali (fantasmi) anche su altre frequenze che stai scansionando.
- **Velocità di scansione:** Un analizzatore di spettro professionale analizza la banda quasi istantaneamente. Il NanoVNA deve muoversi passo dopo passo lungo la frequenza. Se

un segnale radio si accende e si spegne rapidamente, il NanoVNA potrebbe mancarlo del tutto.

- **Protezione dagli ingressi:** Come accennato, lo stadio di ingresso del NanoVNA è molto delicato. Se colleghi un'antenna e ti metti a trasmettere a mezzo metro di distanza con un walkie-talkie da 5 Watt, distruggerai lo strumento. Usa sempre dei componenti chiamati **attenuatori coassiali** se i segnali nell'aria sono molto forti.



Capitolo 9

La Return loss Perdita di potenza di ritorno

La **return loss** (o perdita di ritorno) è la misura di quanta potenza di un segnale viene persa perché rimbalza indietro lungo una linea di trasmissione. In parole semplici, quando invii un segnale (come la TV o internet) attraverso un cavo, vuoi che arrivi tutto a destinazione. Se il cavo ha dei difetti o è collegato male, una parte del segnale rimbalza e torna indietro come un'eco.

Return loss

- Return loss is the difference in dB between the forward and reflected power



$$\text{Return Loss (dB)} = -10 \cdot \log \frac{\text{Forward Power}}{\text{Reflected Power}}$$

$$\text{Return Loss (dB)} = -20 \cdot \log |\Gamma|$$

$$\text{Reflection Coefficient } \Gamma = 10^{\frac{-\text{Return Loss}}{20}}$$

$$\text{Reflection Coefficient } \Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$RL = -10 \log \left(\left| \frac{P_{ref}}{P_{inc}} \right| \right) = -20 \log \left(\left| \frac{V_{ref}}{V_{inc}} \right| \right)$$



$$RL = -20 \log(|\Gamma|)$$

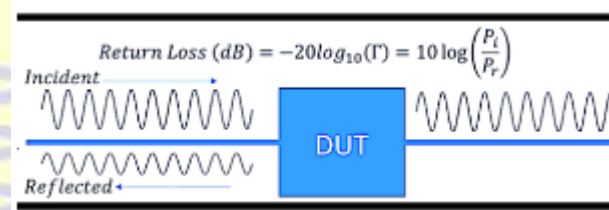
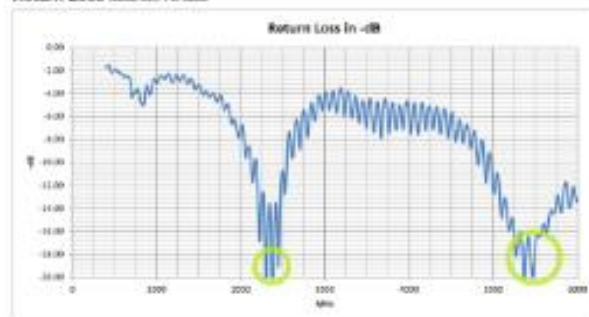
Insertion Loss vs. Return Loss



VSWR vs Return Loss

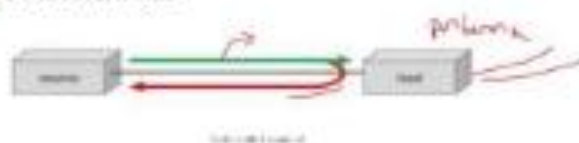
VSWR	RETURN LOSS
Definition: Ratio of maximum to minimum voltage Formula: $VSWR = \frac{1+ r }{1- r }$ Unit: Ratio (dimensionless) Interpretation: Closer to 1 is better	Definition: Measure of reflected power Formula: Return Loss (dB) = $-20 \log_{10} r $ Unit: Decibels (dB) Interpretation: Higher is better

Return Loss (tested with 1 in cable)



RETURN LOSS

- $RL = 10 \log (P_i/P_r)$
 - In terms of reflection coefficient, return loss is given as $RL(dB) = -20 \log |r|$
- r varies from zero to 1. The value of zero indicates perfect matching while 1 indicates perfect mismatching
- In CST, S_{11} is the return loss



A) Come funziona?

Immagina di lanciare una palla contro un muro morbido: se il muro la assorbe tutta, la palla non torna indietro. Se il muro è duro, la palla rimbalza con forza.

- **Return loss alta (Numero grande in dB):** Significa che pochissimo segnale è tornato indietro. Il collegamento è ottimo.
 - **Return loss bassa (Numero vicino a 0 dB):** Significa che quasi tutto il segnale è rimbalzato indietro. Il collegamento è pessimo.
-

B) La Formula e i Decibel

La return loss si misura in **decibel (dB)** ed è definita come il rapporto tra la potenza inviata e quella riflessa:

$$RL(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{inviata}}{P_{riflessa}} \right)$$

Di solito è espressa come un valore positivo (ad esempio, un valore di 20 dB è migliore di 10 dB).

C) Perché il segnale rimbalza?

I motivi principali per cui il segnale torna indietro sono:

- **Disadattamento di impedenza:** La "resistenza" speciale (impedenza) del cavo non corrisponde a quella dell'antenna o dell'apparecchio collegato.
 - **Connettori difettosi:** Spine montate male o sporche.
 - **Danni fisici:** Cavi schiacciati, piegati troppo o rovinati.
-

D) Valori di riferimento tipici

Nelle reti reali e nei sistemi d'antenna, ecco come interpretare i numeri:

Valore in dB	Cosa significa?	Stato della rete
0 dB	Tutto il segnale rimbalza indietro.	Interrotto / Cortocircuito
10 dB	Il 10% del segnale rimbalza (il 90% passa).	Minimo accettabile
20 dB	Solo l'1% del segnale rimbalza (il 99% passa).	Buono
30 dB o più	Meno dello 0,1% del segnale rimbalza.	

E) Misurare il Return Loss con il Nano vna

Per misurare la **return loss** con il [NanoVNA](#), devi configurare lo strumento per mostrare il parametro **S11** nel formato **LOGMAG** (Logarithmic Magnitude). Sul display vedrai una linea che scende verso il basso: più la curva va in fondo (valori negativi alti, come -20 dB o -30 dB), migliore è l'adattamento dell'antenna o del cavo.

Ecco la procedura passo-passo per farlo correttamente:

1. Impostare la frequenza di lavoro

Prima di calibrare, devi dire al NanoVNA su quale frequenza lavorare.

- Toccare lo schermo per aprire il **Menu**.
- Andare su **STIMULUS**.
- Selezionare **START** e inserisci la frequenza iniziale (es. *140 MHz*).
- Selezionare **STOP** e inserisci la frequenza finale (es. *150 MHz*).

2. Configurare la traccia per la Return Loss

Pulire lo schermo lasciando solo la curva che ti interessa.

- Tornare al menu principale e vai su **DISPLAY -> TRACE**.
- Selezionare una traccia (es. **TRACE 0**) e assicurati che sia attiva. Spegni le altre per non fare confusione.
- Tornare indietro, vai su **CHANNEL** e seleziona **CH0 REFLECT** (chiamato anche **S11**).
- Tornare indietro, vai su **FORMAT** e seleziona **LOGMA**.

3. La calibrazione (Fase Fondamentale)

La calibrazione dice al NanoVNA dove inizia lo strumento e dove finisce il cavo.

Usa i tre sblocchi dorati forniti nella scatola (OPEN, SHORT, LOAD).

- Nel menu principale cliccare su **CAL** -> **CALIBRATE**.
- Lasciare la porta 1 vuota e tocca **OPEN**. Aspetta che diventi nero.
- Avvitare il tappo completamente chiuso (senza spillo centrale) alla porta 1 e tocca **SHORT**.
- Sostituirlo con il tappo che ha la resistenza interna (il "LOAD" da 50 Ohm) e tocca **LOAD**.
- Toccare **DONE** e poi **SAVE 0** per salvare questa calibrazione in memoria.

*(Nota: Se usi un cavo di prolunga tra il NanoVNA e l'antenna, avvita i tappi di calibrazione **alla fine del cavo**, non direttamente sullo strumento. In questo modo escludi le perdite del cavo dalla misura).*

4. Collegare l'antenna e leggi i valori

Scollegare i tappi di calibrazione e collega la tua antenna o il dispositivo da testare alla porta 1 (**CH0**).

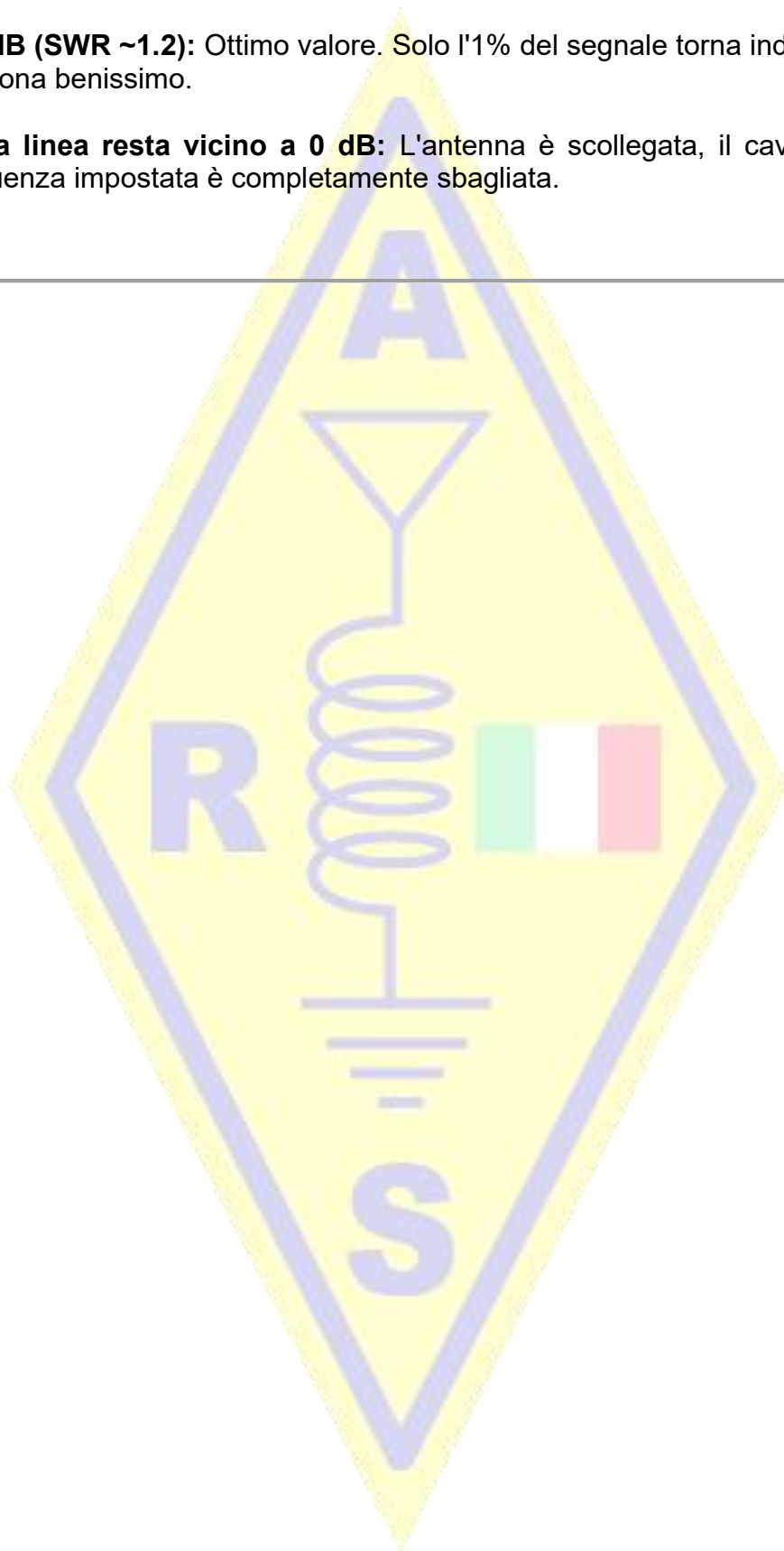
- Si vedrà apparire una curva sul display.
- Usare la rotellina in alto o tocca lo schermo per muovere il **Marker** (il piccolo quadratino numerato) lungo la curva.
- Cercare il punto più basso della curva (la "valle"): quella è la frequenza di risonanza.

F) Come leggere il risultato sul display

In alto a sinistra vedrai una scritta simile a questa: CH0 S11 LOGMAG 10dB/ -22.5 dB.

- **Il segno meno:** Il NanoVNA mostra la return loss come un numero negativo (es. -22.5 dB) perché indica quanta potenza è stata "persa" dalla riflessione (attenuazione della riflessione).
Nei libri viene spesso scritta in positivo (+22.5 dB), ma il significato è identico.

- **-10 dB (SWR ~2.0):** Valore minimo accettabile. Significa che il 10% del segnale torna indietro.
 - **-20 dB (SWR ~1.2):** Ottimo valore. Solo l'1% del segnale torna indietro, l'antenna funziona benissimo.
 - **Se la linea resta vicino a 0 dB:** L'antenna è scollegata, il cavo è rotto, o la frequenza impostata è completamente sbagliata.
-



Capitolo 10

RF choke, cablaggi, calibrazioni e misurazione con il Nano vna.

La misurazione di un **choke RF** (un'induttanza di blocco per radiofrequenza) con il NanoVNA serve a verificare la sua **impedenza ($|Z|$)** alle frequenze di lavoro, assicurandoti che blocchi i segnali RF indesiderati senza surriscaldarsi o far passare disturbi.

A) Motivi dell'analisi: cosa si cerca?

Quando si decide di analizzare un choke RF, vuol dire che si sta cercando di definire tre dati fondamentali:

- **Elevata Impedenza ($|Z|$):** Più il valore in Ohm è alto alla frequenza desiderata, migliore sarà il blocco della RF. Di solito si cercano valori superiori a **1000 Ω** comunque almeno 10 volte maggiori dell'impedenza del sistema (es. 500 Ω in un sistema a 50 Ω).
- **Frequenza di Risonanza Parallela (PRF):** È il punto in cui la reattanza induttiva del choke incontra la sua capacità parassita. In questo punto esatto, l'impedenza del choke è **massima**. Vuoi che la tua frequenza operativa sia vicina o leggermente inferiore a questa PRF.
- **Comportamento Resistivo vs Reattivo:** Vuoi capire dove il choke si comporta come un'induttanza pura, dove diventa resistivo (dissipa la RF in calore, ottimo per i filtri) e dove diventa capacitivo (perde efficacia).

B) Cablaggi e Collegamenti

Per misurare impedenze elevate (come quelle di un buon choke), il metodo applicabile alla pratica con il NanoVNA è la **misura in serie (Shunt-Through)** usando entrambe le porte, oppure la misura di riflessione sulla **Porta 1 (CH0)** se usi un adattatore adeguato.

Il metodo standard e più semplice per componenti a due terminali è la **misura di riflessione S11 (Porta 1)**:

- a) Collegare un cavo coassiale di buona qualità alla **Porta 1 (CH0)** del NanoVNA.
- b) All'estremità libera del cavo, esporre il conduttore centrale e la calza di massa.
- c) Collegare il choke RF **in serie** tra il polo centrale e la massa.

***Nota:** Per evitare che le tue mani alterino la misura con la capacità del corpo, usa dei connettori a morsetto (es. pigtail SMA-cocodrillo) fissi su un piano non metallico.*

C) Metodi per la misurazione

1. Serie tra Porta 1 e Porta 2 (Il più preciso per alte impedenze)

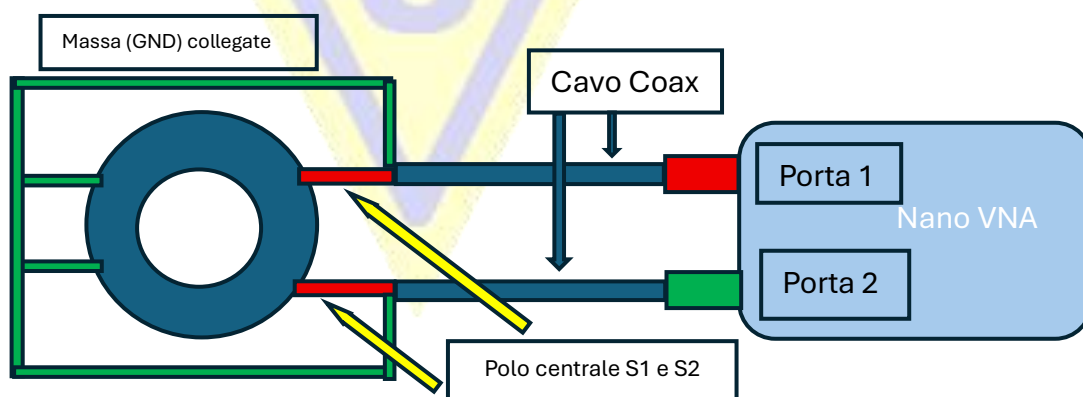
Questo metodo si chiama **Series-Thru** (o Shunt-Through a seconda della configurazione, ma la serie è ideale per impedenze alte).

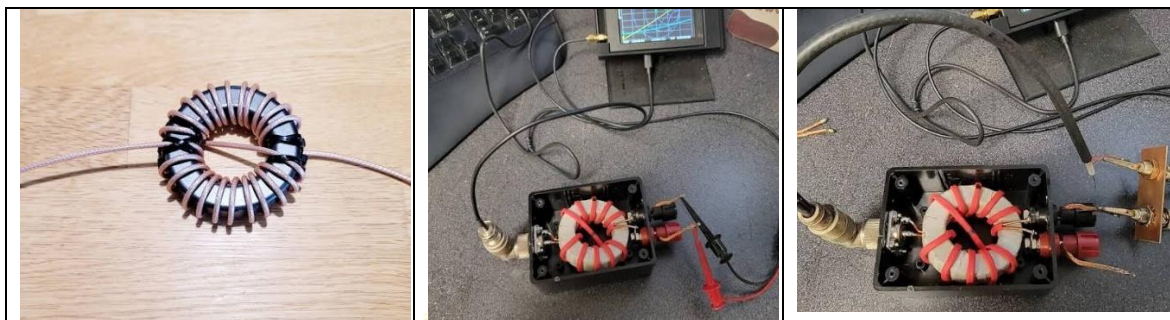
Misura quanto segnale passa da una porta all'altra attraverso il choke.

NanoVNA CH0 (Porta 1) ---> [CHOKE RF] ----> NanoVNA CH1 (Porta 2)

Istruzioni

- **Preparare i collegamenti:** Usare due cavi coassiali di buona qualità. Collegare il primo alla Porta 1 (CH0) e il secondo alla Porta 2 (CH1).
- **Usare un supporto rigido:** Collegare il choke direttamente tra i due poli centrali dei cavi. Le masse dei due cavi devono essere collegate strettamente tra loro (ad esempio avvitando i connettori a un piccolo piano di massa o unendo le calze).
- **Calibrazione (Fondamentale):**
 - a. Eseguire la calibrazione **SOLO** (Isolamento) e **THRU** (Inserzione)
 - b. Per il **THRU**, unire direttamente i due poli centrali dove poi mettere il choke
- **Misura:**
 - a. Collegare il choke tra i due poli centrali.
 - b. Selezionare la traccia **S21** sul NanoVNA.
 - c. Visualizzare il grafico come **LOGMAG** (Ampiezza) o **SMITH** (Carta di Smith) per vedere l'impedenza reale. Un buon choke mostrerà un forte abbattimento del segnale (valori di S21 molto bassi, espressi in dB negativi)





- **Cosa succede:**

Il segnale esce dalla Porta 1, deve "scavalcare" il choke per arrivare alla Porta 2. Più il choke è buono, meno segnale passerà (vedrai una linea molto bassa sul grafico S21).

2. Riflessione S11 (Solo con un adattatore di carico)

Se si vuole usare solo la Porta 1 (CH0), si deve mettere il choke in serie su un percorso chiuso verso massa, idealmente terminato su un carico resistivo noto.

NanoVNA CH0 ----> [CHOKES RF] ----> [Resistenza da 50 Ohm] ----> MASSA

Istruzioni

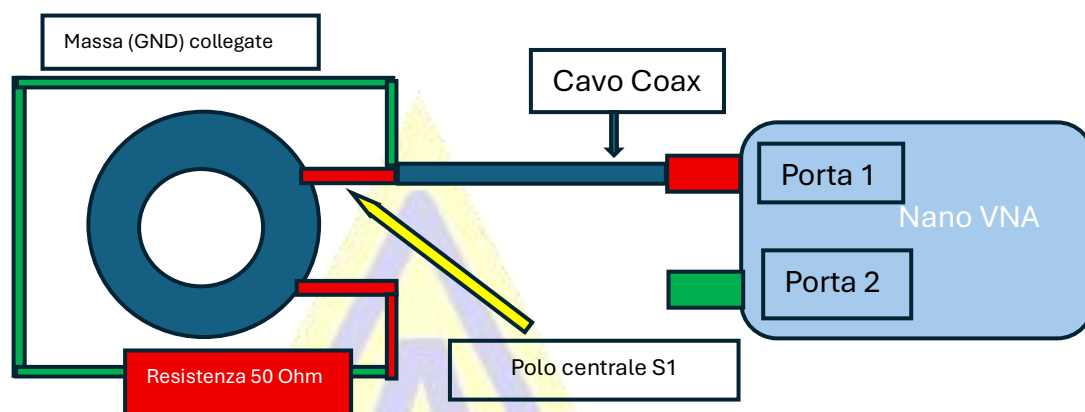
- **Calibrazione:**

Calibrare la Porta 1 usando i tre elementi standard del kit: OPEN (Aperto), SHORT (Corto) e LOAD (Carico 50 Ohm). Fai la calibrazione esattamente sul piano in cui collegherai il choke.

- **Misura**

:

- Collegare un terminale del choke al polo centrale della Porta 1.
- Collegare l'altro terminale del choke a una resistenza da 50 Ohm di precisione.
- Collegare l'altro capo della resistenza alla massa della Porta 1.
- Selezionare la traccia S11 e imposta il formato su SMITH. Potrai leggere direttamente il valore di resistenza (R) e reattanza (X) del tuo choke.



D) Procedura di Calibrazione

La calibrazione sposta il "punto di misura dello zero" dal connettore del NanoVNA fino all'esatto punto in cui collegherai il choke.

1. **Imposta lo Sweep:** Accendi il NanoVNA e imposta la frequenza iniziale (START) e finale (STOP) coprendo una banda ampia (es. da 1 MHz a 30 MHz per le onde corte, o fino a 100 MHz+ per le VHF).
2. **Esegui la calibrazione SOLT sulla Porta 1:**
 - a. **OPEN:** Lascia i terminali del cavo aperti (nulla collegato). Premi OPEN sul menu del VNA.
 - b. **SHORT:** Collega il polo centrale direttamente alla massa del cavo. Premi SHORT.
 - c. **LOAD:** Collega una resistenza anti-induttiva da (50Ω) tra il centrale e la massa. Premi LOAD.
3. **Premi DONE (o SAVE)** e salva la calibrazione in uno slot di memoria (es. SAVE 0).

E) Misure e Risultati: cosa guardare sullo schermo

Per analizzare il choke bisogna attivare e configurare le tracce corrette sul NanoVNA:

1. Traccia 1: Carta di Smith (Smith Chart)

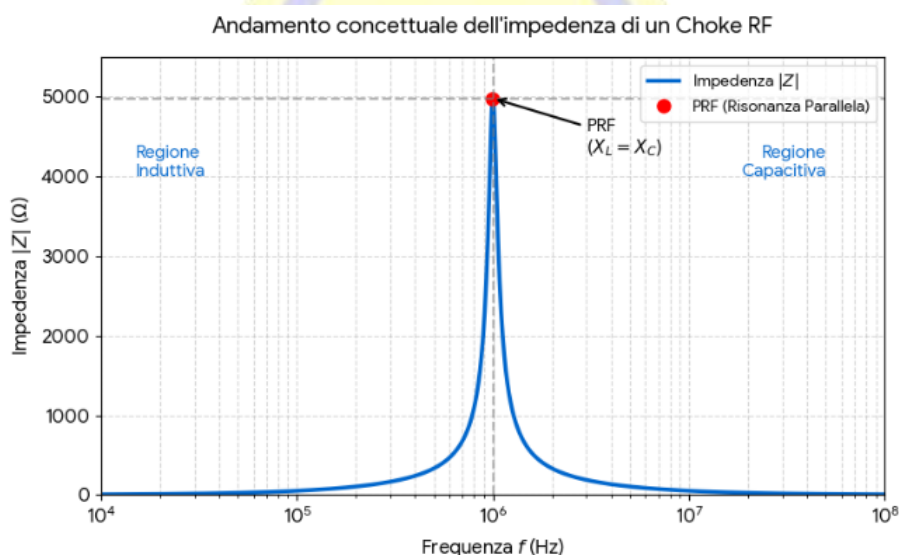
La Carta di Smith mostra graficamente l'impedenza.

- **Cosa cercare:** Muovendo il marker sulla tua frequenza operativa, la traccia deve spostarsi sul **lato destro estremo** del cerchio (zona ad alta impedenza). Se si trova vicina al centro ((50Ω)), il choke non sta bloccando nulla.

2. Traccia 2: Valore dell'Impedenza (LOGMAG o SWR / DISPLAY -> FORMAT -> MORE -> |Z|)

Se il firmware lo supporta, bisogna impostare il formato su **|Z|** (Magnitudo dell'impedenza) o su **Rs + Xx** (Resistenza e Reattanza).

- **Cosa cerchi:** Una curva a forma di "campana" o una linea che sale. Il picco più alto della curva rappresenta la **Frequenza di Risonanza Parallela (PRF)**.
- **Nel punto di picco:** La reattanza (X) scende a zero e l'impedenza è puramente resistiva (R) e altissima. Questo è il punto di massimo blocco.



Sintesi dei Risultati Ideali

Parametro	Comportamento nel punto ideale (PRF)	Cosa significa per il tuo circuito
Impedenza ($ Z $)	Massimo valore possibile ($\set{>1000\ \Omega}$)	Blocco RF totale e perfetto.
Reattanza (X)	Vicina allo zero ($\set{0\ \Omega}$)	Il choke non introduce sfasamenti parassiti distruttivi.
Resistenza(R)	Molto alta	La RF indesiderata viene dissipata in calore nel ferrite invece di passare.

Si noti che alla frequenza di utilizzo l'impedenza cala drasticamente (es. scende sotto i 200 Ohm), significa che il choke ha troppe o troppe poche spire, oppure che la mescola del nucleo di ferrite non è adatta a quella specifica banda di frequenze.

Capitolo 11

T D R ovvero Time Domain Reflectometry Uso del Nano VNA come Riflettometro

La misura **TDR** (Time Domain Reflectometry - Riflettometria nel Dominio del Tempo) sul NanoVNA è una funzione che trasforma lo strumento in un "radar per cavi".

Invece di misurare le frequenze, questa funzione misura il **tempo** impiegato da un segnale elettrico per viaggiare lungo un cavo coassiale e rimbalzare indietro.

A) A cosa serve e cosa si cerca?

Il TDR serve principalmente a trovare problemi fisici lungo una linea di trasmissione senza doverla smontare. Con questa misura cerchi:

- **La lunghezza esatta del cavo:** Puoi misurare quanto è lungo un cavo arrotolato o interrato.
- **La distanza di un guasto:** Se il cavo è interrotto o in cortocircuito, il VNA ti dice esattamente a quanti metri di distanza si trova il danno.
- **Giunzioni difettose o strozzature:** Mostra variazioni improvvise di impedenza (es. infiltrazioni d'acqua o connettori saldati male).

1. A cosa serve

- **Trovare interruzioni nascoste:** Evita di dover tirare o scavare un cavo per capire dove si è spezzato.
- **Localizzare infiltrazioni d'acqua:** L'umidità cambia le proprietà elettriche del cavo e il TDR dice dove è entrata l'acqua.
- **Misurare matasse intere:** Permette di sapere quanti metri di cavo sono rimasti in una bobina senza doverlo srotolare.
- **Verificare la qualità dei connettori:** Serve a capire se una giunzione o uno spinotto sono stati saldati male o creano ostacoli al segnale.

2. Cosa si ricerca (I segnali sul grafico)

Quando guardi il grafico del TDR, muovi un cursore (marker) lungo la linea per cercare **variazioni improvvise** che indicano lo stato del cavo:

- **Un picco verso l'alto** : Si cerca questo segnale se si sospetti di essere in presenza di un **circuito aperto**. Indica l'esatto metro/punto in cui il cavo è tagliato, interrotto o dove finisce il cavo stesso.
- **Un picco verso il basso** : Si cerca questo segnale se si sospetta di avere sul cavo un **cortocircuito**. Infatti mostra il punto preciso in cui il conduttore centrale tocca la calza di massa (es. per schiacciamento).
- **Un gradino o una gobba** : Se si cerca queste anomalie per trovare **difetti di impedenza**. Indica che in quel punto il cavo è strozzato, piegato male o c'è un connettore difettoso che rovina il segnale RF.

B) Come funziona

Il NanoVNA non invia un vero impulso singolo come i TDR professionali molto costosi.

Il NanoVNA fa uno sweep di frequenze (dominio della frequenza) e poi, grazie a un calcolo matematico chiamato **FFT (Trasformata di Fourier Veloce)**, converte i dati in distanze e tempo (dominio del tempo).

Per calcolare la distanza corretta, devi impostare nel NanoVNA il **Fattore di Velocità (Vf)** del tuo cavo.

- Il segnale elettrico viaggia nel cavo più lentamente rispetto alla velocità della luce nel vuoto.
- *Esempio:* Un cavo in RG58 ha un Vf di circa **0.66** (il segnale viaggia al 66% della velocità della luce). Se non imposti questo valore, la distanza indicata sullo schermo sarà sbagliata.

1. Il trucco matematico: Frequenza contro Tempo

I TDR professionali (usati dai tecnici dei telefoni o delle reti) funzionano come un **radar classico**: sparano un singolo "impulso" elettrico velocissimo nel cavo e aspettano l'eco. Misurano il tempo di attesa con un cronometro super preciso.

Il NanoVNA non sa fare questo. Lui nasce per fare un'altra cosa: invia onde radio continue a frequenze diverse, una dopo l'altra. Questo si chiama **sweep nel dominio della frequenza**.

Per superare questo limite, il NanoVNA usa un trucco matematico chiamato **FFT (Trasformata di Fourier Veloce)**.

Come funziona il “trucco matematico”?

- Il NanoVNA invia ad esempio 101 frequenze diverse lungo il cavo.
- Ognuna di queste frequenze rimbalza contro la fine del cavo o contro un difetto.
- Quando tornano indietro, le onde riflesse si mescolano tra loro creando interferenze (punti in cui si sommano e punti in cui si cancellano).
- Il computer interno del NanoVNA analizza questo schema di interferenze. Grazie alla formula della FFT, lo strumento calcola: *"Per avere questo preciso tipo di interferenza a queste frequenze, l'ostacolo deve trovarsi per forza a questo preciso intervallo di tempo"*.

In pratica, **simula l'impulso del radar** unendo i risultati di tante frequenze diverse.

2. Il Fattore di Velocità (Vf): perché la luce rallenta?

Nello spazio vuoto, la luce e le onde radio viaggiano alla massima velocità possibile: circa **300.000 chilometri al secondo**.

Dentro un cavo coassiale, però, il segnale elettrico non viaggia nel vuoto. Viaggia circondato da un materiale isolante plastica, teflon o schiuma (chiamato **dielettrico**). Questo materiale fa da "freno" al segnale elettrico.

Il **Fattore di Velocità (Velocity Factor o Vf)** è un numero decimale (compreso tra 0 e 1) che indica la velocità del segnale dentro quel cavo rispetto alla velocità della luce nel vuoto.

- Se un cavo ha un **Vf di 0.66** (come il classico RG58), significa che il segnale viaggia al **66%** della velocità della luce.
- Se un cavo ha un **Vf di 0.85** (cavi più moderni con isolante in schiuma d'aria), il segnale è più veloce e viaggia all'**85%** della velocità della luce.

3. Il calcolo della distanza (L'importanza di non sbagliare il Vf)

Il NanoVNA, tramite la FFT, scopre solo il **tempo di volo** (i nanosecondi che il segnale ha impiegato a andare e tornare). Per trasformare quel tempo in metri, lo strumento usa la formula base della fisica:

$$\text{Distanza} = \text{Velocità} \times \text{Tempo}$$

Se tu non inserisci il Vf corretto nei menu, il NanoVNA userà un valore standard (di solito 1.0, cioè la velocità della luce nel vuoto) e farà un calcolo sbagliato.

L'esempio pratico dell'errore:

Immaginiamo che il tuo cavo sia lungo esattamente **10 metri** ed è un RG58 ($V_f = 0.66$).

- a. Il segnale viaggia nel cavo reale a una velocità ridotta. Il NanoVNA misura il tempo del rimbalzo.
 - b. Se si lascia il **Vf a 1.0 (sbagliato)** sul NanoVNA, lo strumento penserà: *"Il segnale si muove alla velocità della luce nel vuoto"*. Facendo il calcolo con una velocità troppo alta, ti mostrerà sullo schermo una distanza falsata, ad esempio circa **15 metri**. Tu andrai a tagliare il cavo nel punto sbagliato!
 - c. Se invece viene impostata la **Vf a 0.66 (corretto)**, il NanoVNA saprà che il segnale si muoveva più lentamente. Applicherà la correzione matematica e scriverà sullo schermo il valore esatto: **10 metri**.
-

C) Come si attiva sul NanoVNA

La procedura varia leggermente in base al firmware, ma i passaggi principali sono:

1. **Calibra lo strumento:** Esegui una normale calibrazione SOLT sulla **Porta 1 (CH0)** impostando una banda di frequenza molto ampia (più è ampia la banda, più la misura TDR sarà precisa nei dettagli geometrici).
2. **Attiva il TDR:** Nel menu, segui il percorso DISPLAY -> TRACE (seleziona una traccia) -> FORMAT -> TRANSFORM (o TDR) -> LOW PASS IMPULSE o LOW PASS STEP.
3. **Imposta il cavo:** Vai su TRANSFORM -> VELOCITY FACTOR e inserisci il valore del tuo cavo (es. 0.66 per RG58, 0.82 per cavi con isolante in schiuma).

1. Impostazione Frequenze e Calibrazione (Spostare lo zero sul cavo)

La calibrazione è il passaggio più importante. Serve a dire al NanoVNA di "ignorare" se stesso e i suoi connettori interni, concentrandosi solo sul cavo che si andrà a collegare.

Inoltre, per la misura TDR vale una regola fondamentale: **"più è ampia la banda di frequenza impostata, più l'impulso matematico sarà stretto e preciso nel definire la posizione esatta dei difetti"**.

I passaggi pratici:

- a. **Scegliere la banda (Sweep):** Toccare lo schermo per aprire il menu. Andare su

STIMULUS -> START

e impostare la frequenza minima (es. 50 kHz o 1 MHz). Premere quindi

STOP

e impostare la frequenza massima più alta supportata in modo stabile dallo strumento (es. 900 MHz o 1500 MHz per i modelli V2).

- b. **Accedere alla calibrazione:** Tornare al menu principale e premere

CAL -> RESET

(per cancellare vecchi dati), poi premere

CALIBRATE.

- c. **Applicare i "tappi" di calibrazione (SOLT) sulla Porta 1 (CH0):**

- **OPEN (Circuito aperto):** Non collegare nulla alla Porta 1 (o mettere il tappino color oro vuoto all'interno). Toccare il tasto

OPEN

sullo schermo.

Attendere che smetta di lampeggiare.

- **SHORT (Cortocircuito):** Avvitare sulla Porta 1 il tappino dorato che ha l'ago centrale unito alla filettatura (tutto corto). Toccare

SHORT

sullo schermo.

- **LOAD (Carico fittizio):** Sostituire il tappino con quello da 50 Ω (quello con la plastica o la dicitura specifica). Toccare

LOAD

sullo schermo.

- d. **Salvare la calibrazione:** Toccare

DONE (o APPLY)

e selezionare uno slot di memoria (es. SAVE 0) per non perdere i dati appena calcolati.

2. Attivazione del TDR nei Menu (Passare dal tempo alle frequenze)

Adesso che lo strumento è calibrato, dobbiamo dirgli di smettere di mostrare i grafici radio standard (come le onde stazionarie o la Carta di Smith) e di attivare l'algoritmo matematico per calcolare la distanza.

I passaggi pratici:

- a. **Scegliere una traccia pulita:** Toccare lo schermo, andare su

DISPLAY -> TRACE.

Assicurarsi che ci sia una sola traccia attiva (es. seleziona TRACE 0 e disattiva le altre per non avere confusione visiva sullo schermo).

- b. **Cambiare il formato in TDR:** Tornare indietro nel menu e premere

DISPLAY -> FORMAT.

Scorrere verso il basso o premi MORE fino a trovare la voce TRANSFORM (su alcuni firmware si chiama direttamente TDR).

- c. **Scegliere il tipo di impulso matematico:** Dentro il menu

TRANSFORM,

si troveranno diverse opzioni. Scegliere tra queste due in base a cosa vuoi analizzare:

- **LOW PASS IMPULSE:** Simula un singolo impulso radar brevissimo. Sul grafico sarà visibile una linea piatta con dei picchi (guglie) verso l'alto o verso il basso solo dove ci sono connettori, interruzioni o cortocircuiti. È ideale per **misurare le lunghezze** e trovare guasti netti.
- **LOW PASS STEP:** Simula un gradino di tensione continuo che entra nel cavo. Sul grafico si vedrà l'andamento reale dell'impedenza lungo tutto il viaggio (es. vedrai una linea fissa sui 50 Ω che poi sale o scende). È fantastico per vedere **strozzature o schiacciamenti** del cavo.

3. Impostazione del Cavo (Inserire il Fattore di Velocità)

In questo momento il NanoVNA sta calcolando la distanza basandosi sulla velocità della luce nel vuoto. Dobbiamo dirgli quanto è denso l'isolante del tuo cavo reale per allineare i calcoli metrici.

I passaggi pratici:

- a. **Entrare nel menu del cavo:** Ritornare o rimanere nel menu

DISPLAY -> TRANSFORM (o TDR).

- b. **Cercare la voce della velocità:** Tocca il pulsante

VELOCITY FACTOR.

- c. **Inserire il valore numerico:** Apparirà una tastiera numerica sullo schermo. Si dovrà digitare il valore decimale VF corretto del cavo che si sta testando.

- Se si usa un cavo classico **RG58** o **RG213** (con isolante interno in plastica trasparente/piena), digitare **0.66** (o **66** a seconda di come il firmware richiede la percentuale).
- Se si sta usando un cavo moderno ad alte prestazioni (come l'**Ultraflex 7**, l'**Airborne** o cavi TV/Sat con l'isolante interno in schiuma bianca/espansa), digitare un valore vicino a **0.82** o **0.85** (verificare la scheda tecnica del produttore).

- d. **Confermare:** Premere

ENTER o x1

sulla tastiera dello schermo.

A questo punto, collegare il cavo lungo alla **Porta 1 (CH0)**.

Muovendo il cursore (MARKER) sullo schermo usando la levetta fisica o il touch, si vedrà in basso a sinistra o in alto la distanza scritta chiaramente in metri (es. Ch0: 12.45 m).

D) Come si legge il grafico dei risultati

Sullo schermo dello strumento si vedrà una linea orizzontale che rappresenta la lunghezza del cavo. Muovendo il marker lungo la linea, sarà possibile leggere la distanza in metri.

Le deviazioni della linea verso l'alto o verso il basso indicano lo stato del cavo:

- **Picco verso l'alto (Impedenza infinita):** Il cavo è interrotto (circuito aperto) in quel punto esatto.
- **Picco verso il basso (Impedenza a zero):** Il cavo è in cortocircuito in quel punto esatto.
- **Piccoli sbalzi o scalini:** Presenza di un connettore, di una giunzione o di un cambio di tipo di cavo.

Capire il grafico: la "Mappa" del cavo

Quando si attiva il TDR, lo schermo del NanoVNA cambia aspetto. Immaginiamo il grafico come una **strada tesa da sinistra a destra**:

- **L'inizio della linea (a sinistra dello schermo):** Rappresenta il connettore del NanoVNA, cioè il punto esatto in cui è avvitato il cavo.
- **La linea orizzontale:** Rappresenta il segnale che cammina *dentro* il cavo.
- **Il Marker (il cursore numerato):** È una freccetta che puoi muovere lungo la linea. In alto o in basso sullo schermo e mostrerà un numero espresso in **metri** (es. 4.2 m). Quella è la distanza geometrica dall'inizio del cavo.

Se il cavo fosse perfetto e infinito, la linea rimarrebbe piatta. Ma visto che il cavo finisce o può avere problemi, la linea farà dei "salti".

E) Come interpretare i 3 segnali principali

Muovendo il marker con la levetta, devi andare a cercare i punti in cui la linea devia bruscamente verso l'alto o verso il basso.

1. Il picco verso l'alto (Circuito Aperto / Fine del cavo)

- **Cosa si vede sullo schermo:** La linea, a un certo punto, schizza improvvisamente verso l'alto, formando una specie di "guglia" o una montagna ripida.
- **Cosa significa fisicamente:** Il segnale elettrico ha sbattuto contro un muro invisibile e non ha trovato nulla a cui aggrapparsi. L'impedenza in quel punto è **infinita**.
- **Quando succede:**
 - È del tutto normale se il cavo è sano ma **lasciato scollegato** alla fine (la fine del cavo è un circuito aperto). In questo modo misuri la lunghezza totale.
 - Se invece sai che il tuo cavo dovrebbe essere lungo 20 metri e vedi questo picco a soli 5 metri, significa che il cavo è **tagliato o spezzato** a metà.
 -

2. Il picco verso il basso (Cortocircuito)

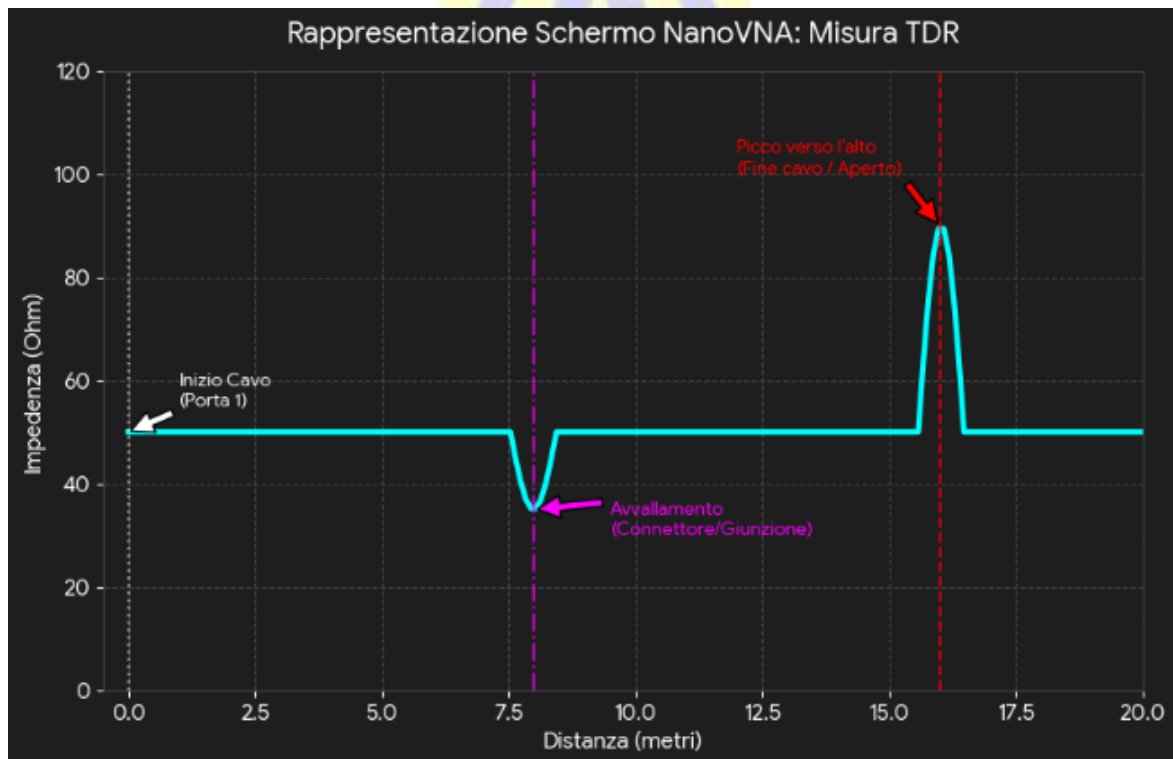
- **Cosa si vede sullo schermo:** La linea crolla improvvisamente verso il fondo dello schermo, creando una profonda "valle" o una fossa a V.
- **Cosa significa fisicamente:** Il conduttore centrale e la calza di massa del cavo si stanno toccando. L'impedenza in quel punto è **pari a zero**.
- **Quando succede:**
 - C'è un grave guasto. Un chiodo ha forato il cavo, il cavo è rimasto schiacciato sotto una porta, oppure l'acqua è entrata dentro un connettore esterno creando un ponte elettrico.
 - Posizionando il marker esattamente nel fondo di questa "valle", saprai al centimetro dove andare a tagliare o riparare il cavo danneggiato.

3. Piccoli sbalzi, scalini o "gobbette" 📈 (Giunzioni e Connettori)

- **Cosa vedi sullo schermo:** La linea non schizza agli estremi, ma fa una piccola deviazione (una montagnola o un piccolo scalino) per poi tornare subito dopo alla normalità.
- **Cosa significa fisicamente:** Il segnale ha trovato una variazione di impedenza (ad esempio il segnale viaggiava a 50 Ω e per un attimo è passato a 60 Ω o 40 Ω).

- **Quando succede:**

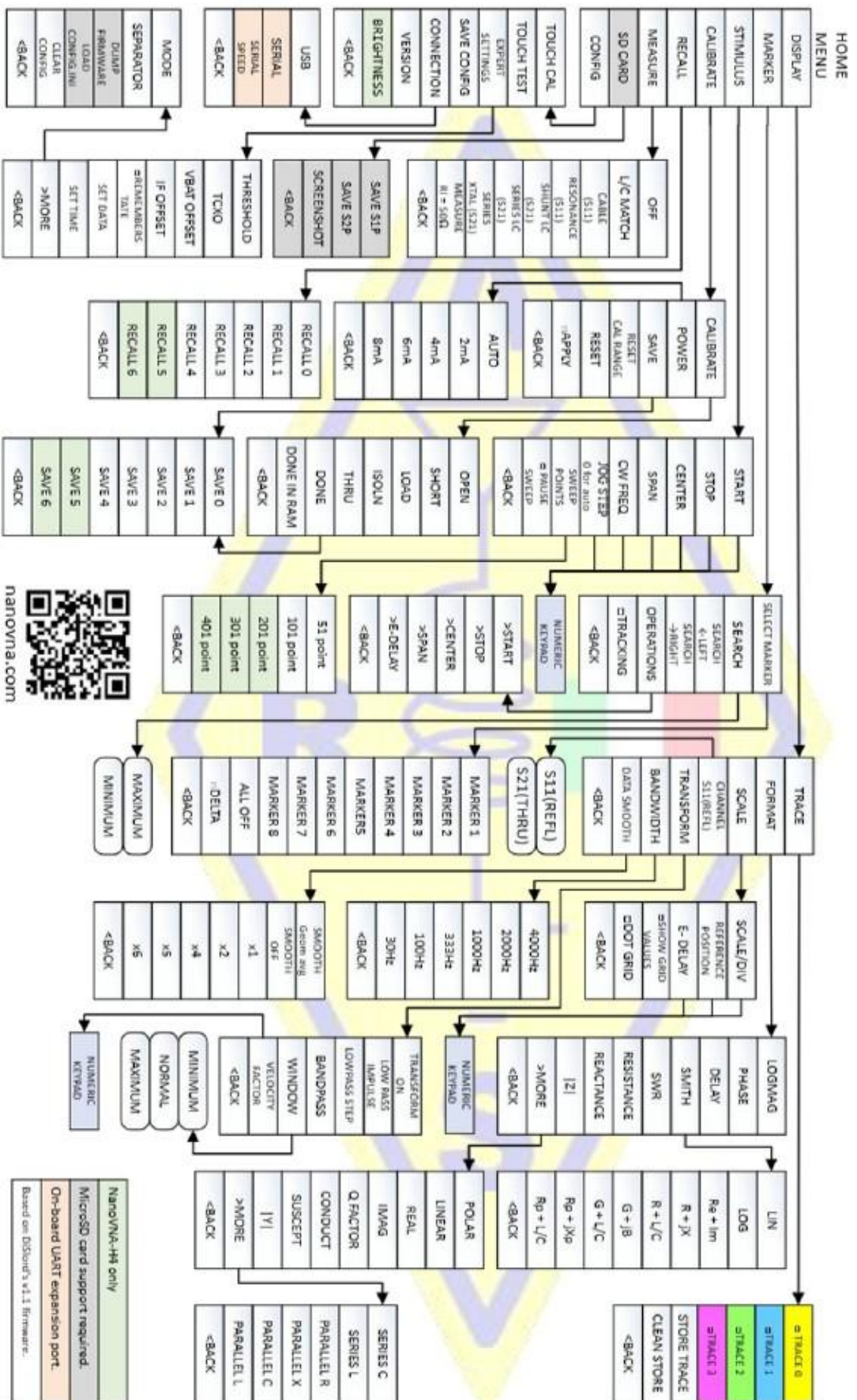
- Hai usato un **connettore di giunzione** (un barilotto) per unire due cavi.
- Hai saldato uno spinotto in modo non perfetto (troppo stagno o plastica fusa).
- Il cavo fa una curva troppo stretta che ha deformato la plastica interna (il dielettrico).



Il consiglio del professionista

- a. Per prendere confidenza, meglio fare questa prova:
- b. prendere uno spezzone di cavo corto (es. 2 o 3 metri) di cui si conosce la lunghezza.
- c. Collegarlo al NanoVNA lasciando l'altra estremità libera.
- d. Cercare il picco verso l'alto con il marker e verifica se la misura in metri corrisponde.
- e. Provare a mettere in cortocircuito l'estremità libera con un pezzetto di filo e guarda come il picco si ribalta istantaneamente verso il basso!

NanoVNA Menu Structure Map



Il presente materiale ha scopo esclusivamente didattico e informativo ed è destinato unicamente alla consultazione, allo studio individuale e alla memorizzazione per uso strettamente privato e non commerciale.

È tassativamente vietata la copiatura, la riproduzione, la duplicazione, l'adattamento, la distribuzione, la condivisione o la diffusione dei testi e dei contenuti, sia parziale che totale e con qualsiasi mezzo, senza l'esplicita autorizzazione scritta dell'autore.

È altrettanto vietato qualsiasi utilizzo commerciale o didattico non autorizzato.

I trasgressori saranno perseguiti a norma della legge sul diritto d'autore (Legge n. 633/1941).

Esclusione di responsabilità (Disclaimer):

*L'autore ha curato la redazione di questo materiale con la massima attenzione, tuttavia l'autore **non si assume alcuna responsabilità** per eventuali errori, omissioni o inesattezze, né per danni diretti o indiretti derivanti da una cattiva interpretazione, uso improprio o applicazione errata delle informazioni e dei concetti contenuti nell'opera. L'utente è l'unico responsabile dell'utilizzo delle nozioni apprese.*

Finito di redigere nel mese di Settembre del 2026.

I contenuti rispecchiano lo stato delle conoscenze e delle informazioni aggiornate alla data di redazione.