



nanoVNA

un "piccolo" strumento di misura

di Onorio Cenni I4CIV

Descrizione

La rincorsa alle dimensioni sempre più ridotte ed alle prestazioni sempre più evolute continua senza tregua al punto che tanti piccoli strumenti di misura (come dimensioni fisiche) ma grandi come prestazioni, sono facilmente acquistabili. Recentemente la mia attenzione si è rivolta verso un interessante strumento, in vendita on-line, frutto di un insieme di progetti sviluppati nel corso di diversi anni. Si tratta di un analizzatore di rete vettoriale portatile VNA (Vector Network Analyzer) in grado di misurare tutti i parametri di ampiezza e di fase dei segnali relativi alla trasmissione e riflessione, in funzione della frequenza. La gamma di frequenza di funzionamento può spaziare da 50 kHz sino a 300 MHz, con una dinamica migliore di 70 dB ed una elevata accuratezza. Lo strumento è comunque in grado di arrivare sino a 900 MHz, ma con prestazioni leggermente ridotte. La banda compresa da 300 MHz - 600 MHz offre una dinamica migliore di 50 dB mentre la banda compresa da 600 MHz - 900 MHz ha una dinamica migliore di 40 dB. Lo strumento viene abilitato di default con il firmware esteso 2 tracks per un funzionamento fino a 900 MHz. Comunque a scelta si possono caricare i cinque firmware di cui tre in funzione delle prestazioni richieste, mentre gli altri due permettono allo

strumento di lavorare a più alte temperature. Il firmware definito nanoVNA_800_ch: 50K-900MHz 5*7 Bitmap font 4 tracks è quello raccomandato. Lo strumento è portatile poiché viene alimentato mediante una pila al litio contenuta che ha una autonomia di circa 2 ore.

Le prestazioni di base dichiarate sono molto interessanti così come è buono il rapporto qualità prezzo:

- Dimensioni del case: 54 x 85,5 x 11 mm (senza connettori ed interruttore)
- Frequenza di impiego: 50 kHz-300 MHz da 50 kHz a 900 MHz abilitato con firmware esteso
- Potenza di uscita: -13 dBm (massimo -9 dBm)
- Gamma di misurazione: 70 dB (50 kHz - 300 MHz), 50 dB (300 MHz - 600 MHz), 40dB (600 MHz - 900 MHz)
- SWR ai connettori SMA: < 1.1
- Display: TFT da 2,8 pollici
- Interfaccia USB: modalità di comunicazione USB tipo C: CDC (seriale)
- Alimentazione: USB 5V 120 mA, batteria integrata da 400 mAh, massima corrente di carico 0,8A
- Numero di punti di taratura: 101 (fisso)
- Numero di punti di scansione: 101 (fisso)
- Monitoraggio display: quattro marcatori, quattro tracce e cinque impostazioni risparmio energia.
- Tolleranza di frequenza: < 2,5 ppm

- Precisione della frequenza: < 0,5 ppm

Lo strumento mi è stato recapitato, mediante un corriere, esattamente nei tempi previsti in riferimento alla data dell'ordine/pagamento. All'interno del pacchetto, realizzato mediante un generoso involucro in bolla e confezionato in maniera da reggere adeguatamente gli stress da trasporto, vi era contenuto tutto quanto previsto:

- 1) l'analizzatore vero e proprio completo di batteria da 400 mAh,
- 2) il kit di calibrazione composto da tre connettori in SMA,
- 3) un connettore SMA femmina-femmina,
- 4) due cavi RG174 lunghi 70 cm intestati con connettori SMA maschio - SMA maschio,
- 5) un cavo USB tipo C per collegamento al PC
- 6) oltre ad una custodia con coperchio in metallo satinato per contenere e proteggere dopo l'uso l'analizzatore ed i componenti a corredo (foto 1).

Questo strumento si presenta con un display LCD a colori da 2,8 pollici (320 x 240). Il case in metallo è in grado di ridurre sufficientemente le possibili interferenze esterne e quindi migliorare l'accuratezza delle misure. Guardando lo strumento dalla parte del display notiamo che nella parte laterale sinistra sono posizionati due connettori SMA: quello verso il basso, denominato CH1, che sul retro riporta la denominazione RX; quello posizionato verso l'alto, sul retro, riporta la denominazione TX. Il connettore TX (output port) è quello del generatore e si usa per le misure di S11, SWR e RL su antenne. Il connettore RX (input port) serve come ricevitore per altre misure, S21 quando si de-

Foto 1



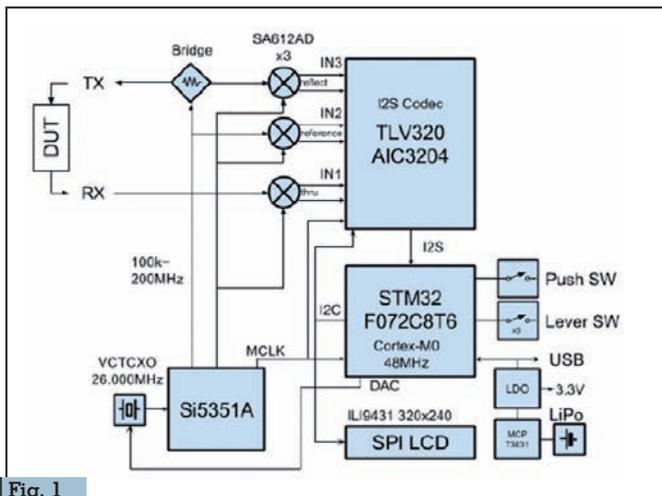


Fig. 1



Foto 2

vono fare misure su filtri RF, il guadagno di antenne, di un amplificatore o altro. Sulla parte superiore possiamo notare un connettore mini USB per il collegamento al PC attraverso il quale è anche possibile caricare la batteria interna. La batteria può essere caricata anche senza usare il PC collegando la presa, mediante il cavetto in dotazione, ad un caricabatterie standard da 5 volt. A fianco di quest'ultimo connettore si trova un piccolo interruttore, che serve per attivare o spegnere il VNA, in corrispondenza del quale è serigrafato un piccolo rettangolo che serve ad indicare la posizione di ON-OFF. Sulla sinistra dell'interruttore è posizionato un piccolo LED che emette una luce di colore azzurro. Questo LED lampeggia durante la carica della batteria, mentre quando la luce si presenta costante indica che la batteria è carica. Il tempo di carica, utilizzando l'alimentatore di un comune smartphone è di circa 30 minuti. Durante la scarica della batteria la luce emessa dal LED resta fissa e costante mentre quando il LED inizia a 'sfarfallare' significa che la carica della batteria si sta esaurendo e quindi occorre collegare il caricabatterie in tempo utile per provvedere alla sua ricarica. Infine sempre sulla parte superiore ma verso destra è posizionato un selettore in grado di svolgere diverse funzioni che di seguito saranno evidenziate. Il manuale operativo non è fornito ma può essere scaricato dalla

rete. All'interno di questo manuale, composto da poche pagine, viene riportata una sommara descrizione delle tante funzioni che lo strumento è in grado di effettuare. Le informazioni riportate sono comunque utili e servono come base di partenza per iniziare ad usare correttamente lo strumento e per comprendere meglio come muoversi all'interno del sostanzioso "menù". Le informazioni riportate fanno riferimento alla impostazione della gamma di frequenza, alla calibrazione dello strumento, alla selezione della traccia e del formato da visualizzare, al canale (display) ed al salvataggio dei dati nella memoria interna. Nella terzultima pagina del suddetto manuale è riportato lo schema a blocchi (figura 1). Come si evince, la generazione dei segnali RF è demandata al Si5351A, il segnale di clock è a 26 MHz. Un algoritmo di frequenza provvede alla estensione armonica dispari del Si5351A al fine di supportare la frequenza di misura fino a 900 MHz. Il manuale riporta nell'ultima pagina lo schema elettrico dello strumento. Lo strumento può essere interfacciato ad un PC mediante un semplice e pratico software, da scaricare in rete. I vantaggi della visione delle varie misure sullo schermo di un PC, sono innegabili, come pure la possibilità di esportare i file che si possono generare durante l'esecuzione delle varie misure. Dopo aver acceso il VNA possia-

mo entrare nel "menù" e selezionare le varie funzioni mediante due modalità differenti. Una modalità detta 'Touch Screen' si attua toccando con la punta di una penna l'area a destra verso il basso dello schermo, in modo da attivare la funzione dei tasti virtuali, mentre l'altra modalità è quella di premere e ruotare verso destra o sinistra il selettore posizionato sul lato superiore destro. Prima di usare lo strumento, al fine di garantire l'accuratezza delle misure, è necessario effettuare la calibrazione. Per questa operazione è necessario prestare un minimo di attenzione anche se si tratta di un'operazione che richiede semplicemente di collegare uno alla volta i campioni "open, short e load" forniti nel kit di calibrazione (foto 2).

Dettagli sulla calibrazione

La calibrazione (OSLT) può essere effettuata in un qualunque intervallo di frequenza di nostro interesse. Nello specifico scegliamo di effettuarla partendo da 50 kHz fino a 900 MHz. Per entrare nel "menù" tocchiamo, con la punta della penna, il lato destro in basso sulla schermata, appare la scritta **CAL** da questo passiamo su **CALIBRATE** che appena toccato apre l'interfaccia di calibrazione. Sulla porta TX andremo ad inserire a turno, i tre campioni "open, short e load" e dopo aver atteso qualche secondo che lo schermo si stabilizzi occorre toccare con la punta della penna i menù corrispondenti che sono **OPEN, SHORT, LOAD, ISOLN**. Quest'ultimo va in esecuzione senza l'inserimento di alcun campione. Infine dovremo collegare mediante cavo coassiale in dotazione la porta TX

con la porta RX ed andremo a toccare **THRU**. Quest'ultima operazione sposta il piano di riferimento della misura sulla estremità del cavo adattatore. Finita la calibrazione, toccando **DONE** si aprono le finestre **SAVE0 ; SAVE1 ; SAVE2 ; SAVE3 SAVE4**. La calibrazione può essere salvata nello stato **0** fino allo stato **4**. Solitamente viene salvata in **SAVE0**. Chiudiamo l'operazione di calibrazione toccando **BACK**. Queste operazioni, se eseguite correttamente, hanno provveduto a calibrare lo strumento nelle condizioni di uso previste per le misure che andremo ad effettuare. Possiamo, volendo, verificare la corretta calibrazione in questo modo: aprire la finestra **DISPLAY**, poi **FORMAT** e toccare su **SMITH**; sullo schermo appare così la carta di Smith. Poi inserendo sulla porta TX il campione *open* si deve vedere il marcatore, indicato dal triangolino **1**, posizionarsi tutto sulla destra ed esattamente nel centro del punto di congiunzione della retta con il cerchio (punto ad impedenza infinita). Inserendo poi sempre sulla stessa porta il campione *short* si deve vedere il marcatore, indicato dal triangolino **1**, questa volta posizionarsi tutto sulla sinistra ed esattamente nel centro del punto di congiunzione della retta con il cerchio (punto ad impedenza zero). Infine inserendo il campione *load* il marcatore, indicato dal triangolino **1**, deve posizionarsi esattamente sul centro della retta e del cerchio (punto ad impedenza a 50 ohm). La suddetta calibrazione può essere visionata, collegando il campione *load*, anche in modalità SWR. Aprire la finestra **DISPLAY**, poi **FORMAT** e poi toccare **SWR**. Sulla schermata in alto appare la descrizione SWR 1.0/1.00 F = 50 kHz mentre in basso notiamo una riga gialla con il marcatore, indicato dal triangolino **1** posizionato su start al valore della frequenza di inizio pari a 50 kHz. Toccando, con la punta della penna, il triangolino **1** e trascinandolo verso destra lungo la retta fino alla frequenza di stop 900 MHz vedre-

mo che l'SWR indicato in alto rimane sempre uguale a 1.0 al variare della frequenza che sarà indicata in F (in alto a destra) in base alla posizione del triangolino **1** sulla retta. L'operazione di trascinamento si può fare anche mediante la rotazione, verso destra o verso sinistra, del selettore. Di seguito riporto alcune misure che sono state eseguite con lo scopo di acquisire un po' di confidenza con lo strumento.

Misure di risonanze di antenna a stilo in dotazione al RTX Yaesu FT817ND

L'antenna a stilo in esame è stata realizzata mediante due stili in metallo ricoperti in gomma che si possono avvitare fra loro. La composizione dei due stili avvitati permette all'antenna di essere utilizzata sia per la frequenza dei 144 MHz che per quella dei 440 MHz. Il connettore dell'antenna è un BNC maschio adatto per essere collegato all'apparato provvisto di un BNC femmina.

Quest'antenna per essere collegata alla porta TX del nanoVNA, provvisto di connettore SMA femmina, necessita di un connettore di adattamento da BNC femmina a SMA maschio. Utilizzando questo adattatore potremmo falsare la misura che andremo ad effettuare. Conviene quindi calibrare la porta TX con il connettore di adattamento avvitato sulla stessa in modo tale che il piano di riferimento di misura diventi il punto di attacco dell'antenna, vale a dire il connettore BNC. Inoltre sarebbe necessario simulare la massa del "case" del RTX - FT 817, ma non potendo avere la certezza di una simulazione precisa, si preferisce non tenerne conto perché questo test è finalizzato solamente allo scopo di prendere confidenza con lo strumento e non propriamente per "indagare a fondo" sulle risonanze dell'antenna a stilo. Lo stilo collegato allo strumento deve trovarsi ad una sufficiente distanza dagli oggetti circostanti al fine di evitare i possibili effetti parassiti. In questo modo si è in grado di

simulare in maniera arbitraria il "case" dell'apparato e non interferire sulla precisione della misura. Durante il test si nota inoltre che i valori delle misure cambiano, anche se di poco, quando si modifica il piano dello stilo da orizzontale a verticale. Sapendo che lo stilo in esame, può essere utilizzato sia per la frequenza dei 144 MHz che per quella dei 440 MHz possiamo impostare sullo strumento di misura la frequenza di inizio e la frequenza di arresto e la frequenza centrale. Quest'ultima corrisponde alla frequenza di inizio più la frequenza di arresto diviso due. La frequenza di "span", vale a dire la frequenza spaziata dallo strumento nell'intervallo di scansione è definita dalla differenza fra la frequenza di arresto e la frequenza di inizio. **Nota: in zero "span", la frequenza iniziale, la frequenza di arresto e la frequenza centrale sono sempre impostate sullo stesso valore. In questo modo è possibile utilizzare la porta TX come generatore di segnale ad onda quadra con uscita ad ampiezza fissa.**

In pratica per avere la visualizzazione completa delle due risonanze dell'antenna procediamo ad impostare i necessari valori di frequenza. Per entrare nel "menù" tocchiamo l'angolo in basso a destra della schermata, quindi tocchiamo il riquadro **STIMULUS** poi **START**; si presenta così sullo schermo una tastiera alfanumerica. Digitiamo sulla tastiera i numeri e le lettere relativi alla frequenza di inizio, poi con **STOP** digitiamo i numeri e le lettere relativi alla frequenza di arresto. Per la misura di quest'antenna impostiamo 100 MHz come frequenza di inizio e 600 MHz come frequenza di arresto, mentre la frequenza centrale risulta essere di 350 MHz. Usciamo cliccando su **BACK**. Ritorniamo sul riquadro **DISPLAY** tocchiamo **FORMAT** ed infine il riquadro **SWR**, lo schermo presenta la videata del SWR pari a 1,19 (foto 3). Per visualizzare la videata del return-loss con 10dB/per divisione verticale passiamo da **FORMAT** per cliccare su **LOGMAC**.

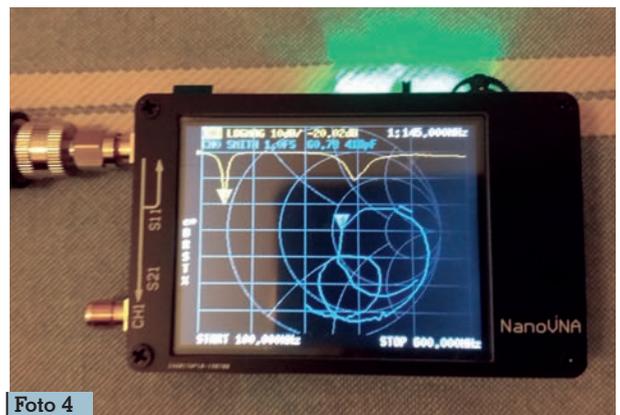
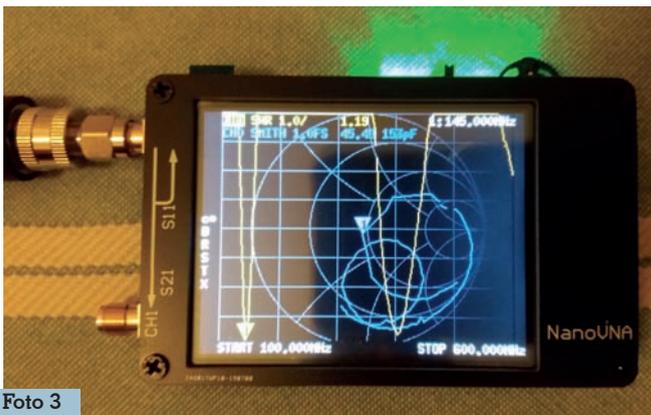


Foto 3

Foto 4

A 145 MHz il return-loss è di 20,02. (foto 4)

Misura di un filtro passa basso

Il filtro da testare è un LOW PASS FILTER 420 MC della Bird Electronic Corp. - PartNOC-2016-1D Cleveland, Ohio (foto 5). Per l'esecuzione della misura procediamo a collegare il filtro come indicato nella (figura 2). Inizialmente possiamo impostare lo "span" da 50 kHz a 900 MHz e come schermata iniziale possiamo usare la modalità **SWR**. Con la punta della penna possiamo

trascinare il marcatore, indicato dal triangolino 1, lungo la traccia al fine di riscontrare il SWR alle varie frequenze. Successivamente possiamo fare uno zoom per avere più dettagli nella parte della curva di maggior interesse. Questo si può fare entrando nel "menù" e toccando il riquadro **STIMULUS** per impostare le nuove frequenze di inizio e di fine. Il return-loss può essere visionato mediante la finestra **LOG-MAC** alla quale si accede da **DISPLAY** e **FORMAT**. Possiamo visionare il "comportamento" del suddetto filtro sulla carta di Smith (foto 6) cliccando sul riquadro **SMITH**. Infine sulle due tracce

(firmware di default) colorate **TRACE0** di colore *giallo*, **TRACE1** di colore *blu*, selezionabili dal riquadro **TRACE** possiamo posizionare quattro marcatori (triangolini numerati da 1 a 4 da posizionare sulle varie tracce) selezionabili da **MARKER1** a **MARKER4** ai quali si accede da **MARKER** e selezionando **SELECMARKER** (foto 7).

Misura di un filtro passa alto auto-costruito da utilizzare in ricezione per la gamma VHF

Il filtro passa alto da testare (foto 8) è stato auto-costruito per essere utilizzato in quei casi in cui la ricezione risulta degradata dai forti segnali emessi dalle broadcasting. La vicinanza ai ripetitori delle suddette radio può causare la saturazione del front-end per quei ricevitori che abbiano un preselettore in ingresso poco efficiente oppure siano stati progettati utilizzando stadi di amplificazione con scarsa dinamica. Per l'esecuzione di questa misura colleghiamo il filtro come in-



Foto 5

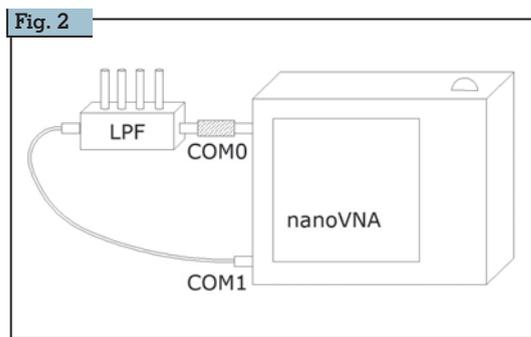


Fig. 2



Foto 6



Foto 7



Foto 8

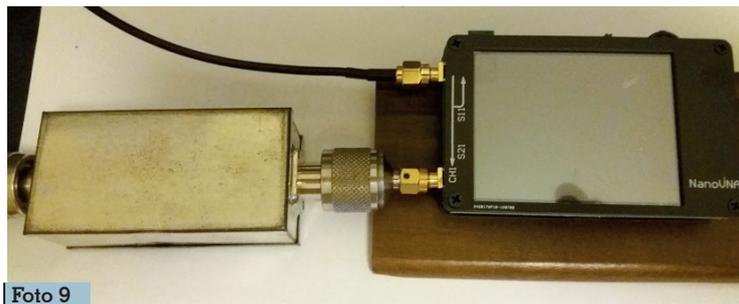


Foto 9

dicato nella (foto 9); lo schermo del nanoVNA ci mostra il SWR (foto 10) ed il return-loss (foto 11) del filtro da 10 MHz a 250 MHz.

Conclusioni

Le note sopraindicate sono un riassunto di una parte dei miei appunti che ho redatto durante i primi approcci con lo strumento. A mio parere non conviene lasciarsi prendere dalla frenesia di iniziare a "giocare" con questo strumento prima di aver letto il suo manuale. Inoltre, almeno inizialmente, per muoversi con estrema semplicità all'interno del "menù", conviene stampare in formato A4 e tenere presso lo strumento la tabella "Menù Structure Map" (figura 3) scaricabile direttamente in rete^[1]. Una attenta lettura del manuale assieme ad

un po' di esperienza permette l'utilizzo dello strumento nel migliore dei modi ed in tutte le sue funzioni. Lo strumento riporta sul display tutti i parametri che sono stati impostati per essere facilmente analizzati. I grafici ed i numeri si leggono facilmente anche in piena luce. Sui grafici, i parametri misurati sono evidenziati con righe e scritte di colore diverso, inoltre sugli stessi grafici si possono posizionare quattro marcatori. Le misure effettuate su diverse antenne hanno evidenziato, quasi sempre, gli stessi valori che sono stati rilevati utilizzando un altro analizzatore di antenna definito professionale. La frequenza del segnale RF emesso dalla porta TX, e campionata su alcuni valori, è risultata molto precisa, mentre la potenza emessa in uscita cala leggermente all'aumentare della frequenza pur restando entro le tolleranze previste. Infine risulta molto comoda la possibilità di

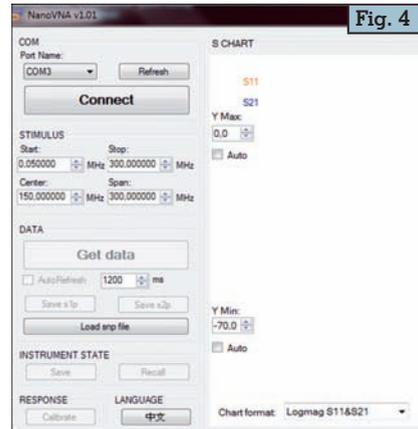


Fig. 4

poter visualizzare i grafici sullo schermo del PC, così da poter salvare ed esportare i file generati (figura 4).

I4civ.onorio@gmail.com

Referenze:

[1] <https://www.qrpforum.de/index.php?attachment/20010-nanovna-menu-structure-v1-1-pdf/>

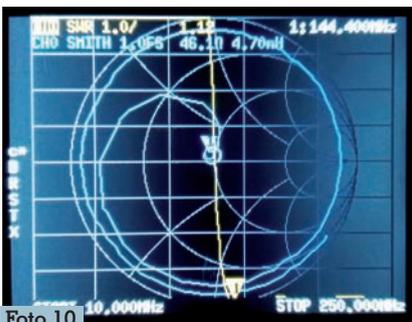


Foto 10

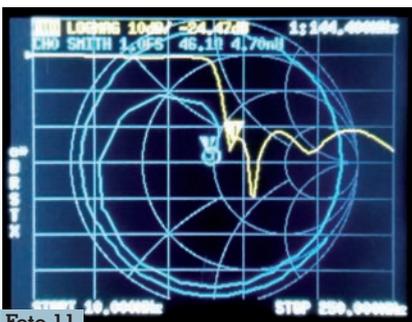


Foto 11

