

# FA-VA5 ANTENNA ANALYZER

Un analizzatore vettoriale di antenna in kit alla portata di tutti

di Gianfranco Albis IZ1ICI

" **P**er procedere alla costruzione di un'antenna ed al controllo di quanto si è realizzato, occorre possedere almeno i seguenti strumenti, che si possono costruire con un po' di pazienza e di attenzione: a) frequenzimetro ad assorbimento di griglia, in inglese chiamato GRID DIP METER o anche GRID DIPPER; b) ponte per la misura di impedenza di antenna, in inglese chiamato ANTENNA IMPEDANCE BRIDGE; c) ponte misuratore del Rapporto Onde Stazionarie, in inglese detto STANDING WAVE RATIO BRIDGE; d) oscillatore campione, possibilmente quarzato e con alimentazione stabilizzata; e) misuratore intensità di campo, in inglese FIELD STRENGTH METER; f) treppedi per sostegno antenne. [...] " [1] Come vedremo nel seguito di questa nota, non è strettamente necessario possedere tutti gli strumenti elencati, anzi. Ma andiamo con ordine. Gli esperimenti con le antenne costituiscono ancora oggi una importante parte dell'hobby per molti radioamatori. Non a caso, una seguitissima rubrica (ricca di contributi, spesso originali) della Rivista che avete tra le mani si intitola ANTENNE. La costruzione di un'antenna è il campo di battaglia sul quale tutti, prima o dopo, mettono alla prova le proprie capacità di sperimentazione pratica. Vuoi per l'economicità dei materiali necessari alla realizzazione [2], vuoi per la ridottissima attrezzatura meccanica necessaria alla costruzione, vuoi per la



grande percentuale di successi ottenibili, tutti ad un certo punto si trovano a "giocare" con un'antenna. La misurazione del rapporto di onde stazionarie (SWR) e la determinazione dei valori di impedenza sono inseparabili. L'SWR può essere stimato durante la trasmissione utilizzando un

misuratore di SWR, ma dati più accurati possono solo essere ottenuti usando un analizzatore di antenna. In commercio sono reperibili svariate versioni di tale strumento: i modelli più costosi sono generalmente al di fuori del budget a disposizione dello sperimentatore medio; quelli più economici spesso hanno prestazioni misere che ne sconsigliano l'acquisto. L'FA-VA5, lo strumento che andremo a conoscere nelle righe seguenti, colma questa lacuna. Questo strumento, progettato e sviluppato da Michael Knitter, DG5MK, che lo ha proposto qualche mese fa sulle pagine di una Rivista [3], è un sistema di misurazione vettoriale completo con una gamma di frequenza compresa fra 10 kHz e 600 MHz.

Tab. 1

Frequency range	0.01 MHz ... 600 MHz, (resolution: 1 Hz)
Measuring range limits	$SWR \leq 100$ , $Z \leq 1000 \Omega$
Measurement result	full impedance value (resistance and reactance), including sign
Accuracy	$\leq 2\%$ ( $0.01 \text{ MHz} \leq f \leq 200 \text{ MHz}$ , $Z < 1000 \Omega$ )
Dynamic range of Return Loss	Mode <i>Precise</i> : 80 dB to 200 MHz, 50 dB 200 MHz ... 600 MHz Mode <i>Standard</i> : 75 dB to 200 MHz, 45 dB 200 MHz ... 500 MHz Fast mode: 70 dB to 200 MHz, 40 dB 200 MHz ... 500 MHz
Frequency stability	0.5 ppm ( $-30^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$ )
Signal processing	24-bit ADC, 16-bit DSP, 32-bit calculation
Power supply	2 x 1.5V AA battery
Measuring input	50 $\Omega$ , BNC
Output signal	Squarewave $f = 1 \text{ MHz}$ , $R_L = 50 \Omega$ : $P_1 = 5.6 \text{ dBm}$ (1st harmonic, fundamental) $P_3 = -4.0 \text{ dBm}$ (3rd harmonic) $P_5 = -8.3 \text{ dBm}$ (5th harmonic) $f = 200 \text{ MHz}$ , $R_L = 50 \Omega$ : $P_1 = 4.5 \text{ dBm}$ (1st harmonic, fundamental) $P_3 = -7.2 \text{ dBm}$ (3rd harmonic) $P_5 = -15.3 \text{ dBm}$ (5th harmonic)
Current consumption	38 mA** (65 mA) at 1 MHz, 47 mA** (85 mA) at 200 MHz, Load resistance 50 $\Omega$ , lighting switched off, single frequency measurement Z
Current real time clock	0.9 $\mu\text{A}$
Dimensions	127 mm x 86 mm x 23 mm (L x W x H)
Mass	280 g incl. AA batteries

\* Measurements beyond that, but possible with less accuracy

\*\* Mean, peak in parentheses

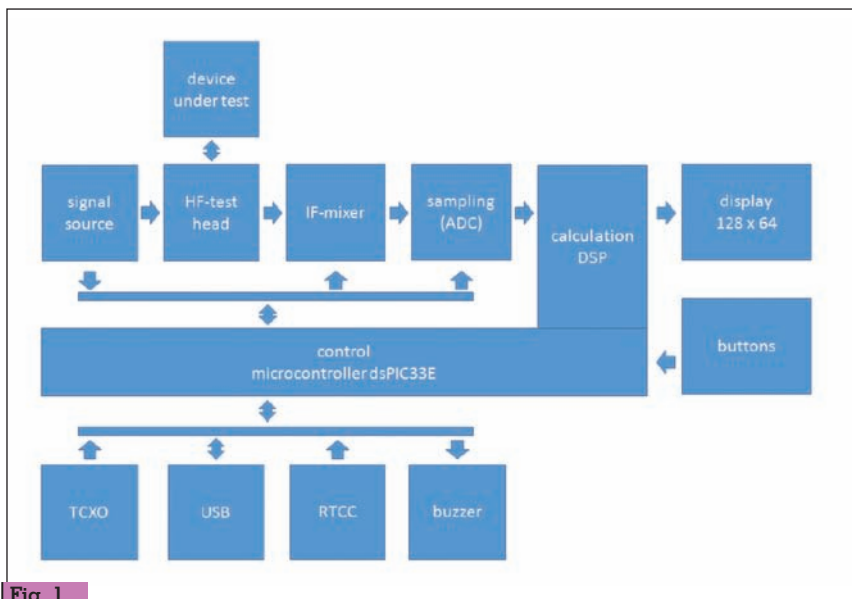


Fig. 1

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche tecniche principali dello strumento, e come si vede si tratta di caratteristiche di tutto rispetto. Lo strumento consente la misura e la visualizzazione dell'SWR, del valore dell'impedenza, sia della parte reale che di quella immaginaria, e di un sacco di altre cose. I dati di misura sono presentati sull'ampio display grafico che consente una facile ed immediata interpretazione di quanto si sta misurando. FA-VA5 abbiamo detto che va a colmare lo spazio esistente fra gli analizzatori molto costosi (irraggiungibili) e quelli molto economici (inutilizzabili). Viene quindi spontaneo chiedersi il perché di questa affermazione: come può essere performante e al contempo costare poco?? Sembrano due cose antitetiche ma la risposta è molto semplice e si riassume in una parolina di sole tre lettere: kit. FA-VA5 viene commercializzato in forma di kit composto da un circuito stampato premontato SMD (con a bordo un microcontrollore già programmato), un display grafico con retroilluminazione, un modulo USB (che consente l'interazione con il software installato su un PC) e un contenitore metallico appositamente progettato (che gli consente di avere un "abito sartoriale" di estrema eleganza e raffinatezza). Spetta all'acqui-

rente il compito (assolutamente facile) di completare il montaggio dello strumento e di metterlo all'opera. Prima di proseguire descrivendo la costruzione e l'uso di FA-VA5 diamo un'occhiata al suo schema a blocchi, visibile in figura 1. Il cuore dello strumento è costituito da un microcontrollore a 16 bit della Microchip della serie dsPIC33E che offre grande potenza di elaborazione, grande quantità di memoria e basso consumo di corrente. Michael ha provato a realizzare anche alcune versioni dello strumento usando un processore a 32 bit ma, considerato il prezzo molto superiore e il consumo elevato di corrente, non ha ritenuto opportuno adottare questa scelta progettuale. Intorno al microcontrollore ci sono una sorgente di segnali ad onda quadra cui viene abbinato un ingegnoso sistema di mixing che lavora sulle armoniche dell'onda quadra. A seconda del valore di frequenza impostato il microcontrollore decide se usare la prima armonica (per frequenze fino a 200 MHz) oppure la terza armonica (per frequenze superiori a 200 MHz). Ovviamente tale scelta è operata dal software ed è totalmente trasparente per l'utilizzatore. La catena di generazione e di elaborazione del segnale consente di spingere il limite massimo di frequenza di utilizzo dello strumen-

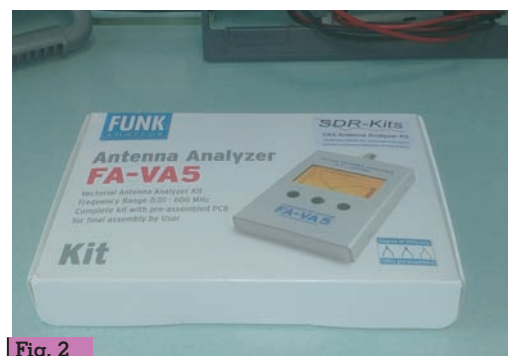


Fig. 2

to fino a 600 MHz con prestazioni di assoluto livello. Ancora guardando lo schema a blocchi si nota la presenza di un TCXO [4], che consente di ottenere un'ottima accuratezza in frequenza, e di un'interfaccia specifica per USB che consente allo strumento di "parlare" con un PC. Nello schema a blocchi spiccano due ulteriori "quadrantini" siglati RTCC e buzzer che sono, rispettivamente, un Real Time Clock che mantiene ora e data (utili per identificare le misure salvate in memoria) e un cicalino (che in una determinata modalità di funzionamento consente all'utilizzatore di "tunare con l'orecchio" un'antenna senza guardare il display dello strumento). Completa lo schema a blocchi il display 128x64 e i pulsanti di comando che consentono di accedere al menu dei comandi. Da questa, volutamente sintetica, descrizione è evidente che il progettista ha fatto uno sforzo titanico per ottenere un prodotto di altissimo valore tecnico. È altrettanto evidente il poderoso lavoro di ingegnerizzazione che si è concretizzato nello sviluppo del kit e nella sua successiva distribuzione commerciale. Dopo tante parole è giunto il momento di provarlo. Il primo passo da compiere, ovviamente, è quello di ordinare il kit. La vendita di FA-VA5 è stata affidata agli amici di SDR-Kits e il tempo di consegna è abbastanza celere [5]. Dopo qualche giorno finalmente arriva il postino (che suona sempre due volte...) e consegna l'agognato plico. La busta imbottita prende immediatamente la strada del laboratorio. Con delicatezza e con

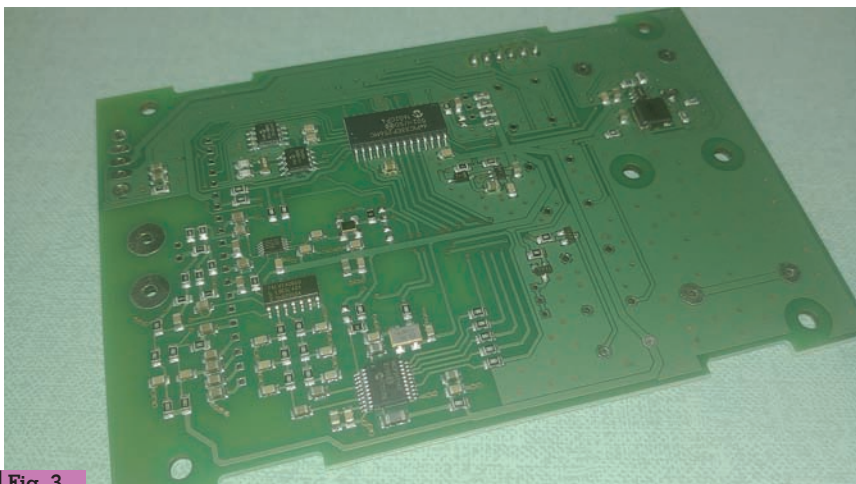


Fig. 3

l'aiuto di un taglierino la busta si apre e appare l'elegante scatola di cartoncino (figura 2) che finisce direttamente sul banco. Dentro è tutto accuratamente imballato con involti in carta, bubblewrap e bustine in plastica di varie dimensioni. Il manuale contenuto nella confezione, completissimo e dettagliato, è un vero e proprio libro di una quarantina di pagine, in quadricromia su carta patinata, che serve da guida per la costruzione dello strumento. Il manuale è aggiornato in continuazione: la mia copia è datata 13 luglio 2018 [6]. Il manuale va letto tutto, con molta attenzione: vengono descritte le procedure di montaggio che consentono all'acquirente di "completare" la costruzione dell'analizzatore. La complessità circuitale che abbiamo visto curiosando nello schema a blocchi è tale che la realizzazione dello strumento non è assolutamente fattibile con mezzi casalinghi. Ecco perché ho usato il verbo "completare": il kit viene fornito in for-

ma semi-assemblata, vale a dire che il montaggio di tutti i componenti chiave (disponibili solo in formato SMD) è già stato eseguito in maniera professionale con attrezzature specifiche. All'acquirente è demandato il compito di mettere insieme il resto dei pezzi. La prima operazione da

svolgere consiste nel verificare che siano presenti tutti i pezzi necessari, seguendo l'elenco della tabella 2. Una rapida scorsa alla lista consente di individuare i moduli premontati (main PCB SMD- components fitted e USB module), i componenti sciolti (BNC, pulsanti, porta-batteria) e altre cose insolite (rondella di mica e striscia di cartoncino) il cui scopo diventerà chiaro durante il montaggio. Nella figura 3 è visibile il PCB, di superba fattura, con i "multi-zampe" e gli altri microscopici componenti passivi già saldati in posizione, mentre in figura 4 si vede la bustina con il resto dei componenti. Si parte con il lavoro di assemblaggio. Tutto ciò che serve è un saldatore [7] controllato in temperatura, da un centinaio di watt, con punte intercambiabili: ne serve una molto piccola, acuminata, per saldare il display e il modulo USB e una più grande, a cacciavite,

Tab. 2

Abbreviation	Component	Number	Comment
X1	BNC socket	1	
S2 ... S4	pushbutton	3	
(S2 ... S4)	Button for push button switch	3	
S1	slide switch	1	
G1, G2	Battery holder for AA cell	2	
SG1	piezo buzzer	1	
USB	USB module	1	
	Mica washer	1	Fitted between USB module /PCB
	Graphic display pre-assembled with LED Backlight	1	LED backlight requires soldering
	Female header, 20-pin	1	for the display
	Socket strip, 3-pin	2	for the display
	Main PCB SMD-components fitted	1	6-pin header is soldered on
	Enclosure	1	consists of upper and lower shell
	Rubber foot	4	
	Cylinder screw M3 x 4	4	for mounting the Main PCB
	Countersunk screw M3 x 4	4	for assembling Enclosure
	Cardboard strip	1	width = 7 mm, for display adjustment
	Assembly and User Manual	1	this manual
	Type Label – self adhesive	1	Fit on bottom of Enclosure
SOL set	50 Ω Termination	1	Manufacturer is Telegärtner
	BNC connector	2	



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

per saldare il BNC e altra "roba grossa". Io ho usato una stazione termo-controllata Weller PU81 con una punta tonda da 0,2 mm e una punta a cacciavite da 2,4 mm. Si comincia saldando il commutatore a slitta che costituirà l'interruttore di accensione dello strumento. E fin qui fila tutto liscio come l'olio. Il passo successivo prevede la saldatura del modulo USB, ovvero un piccolo PCB anche lui zeppo di componenti SMD. Sotto a questo modulo va posizionata la rondella di mica isolante e poi vanno eseguite le sedici saldature lungo il perimetro. Il consiglio che dà il manuale è quello di partire saldando un solo piedino in un angolo e poi procedere all'eventuale riposizionamento per fare in modo che il connettore si affacci esattamente alla feritoia prevista sul contenitore metallico. L'operazione non è particolarmente difficile ma richiede di operare con cura. Il passo successivo prevede di fissare il display LCD al modulino di retroilluminazione. Anche qui occorre operare con molta cautela per evitare danni. Servono mano ferma e punta sottile del saldatore perché i piedini sono molto ravvicinati. Si può utilmente usare una spugnetta in polietilene espanso (foam) per fare in modo che il modulo di retroilluminazione aderisca per bene al display LCD. Si passa poi al posizionamento delle tre strip di contatti femmina sulla main board che serviranno a fissare il display LCD. Occorre fare in modo che, a lavoro concluso, il display finisca esattamente a filo del mo-

biletto metallico pertanto è necessario fissare le strip esattamente a 7 mm di distanza dal piano della main board. La striscia di cartoncino fornita nel pacchetto componenti consente di ottenere l'esatta distanza richiesta. Le saldature da eseguire sono in totale ventisei, dopodiché si possono togliere le strisce di cartoncino e procedere. In ordine andranno poi saldati il buzzer, i tre pulsanti, i due porta-batteria e il connettore BNC. Tutta l'operazione richiede al massimo un'oretta di tranquillo lavoro. Il manuale consiglia a questo punto, prima di procedere all'inscatolamento, di inserire le batterie (l'unico componente non fornito nel kit) e accendere lo strumento. Se tutto va bene, lo strumento si accenderà; in caso contrario occorre procedere a ricontrollare le saldature eseguite e rimediare alle eventuali mende. Nel mio caso è andato tutto bene, come visibile in figura 5. Ultimo sforzo e il circuito troverà posto nel suo mobile metallico. Paradossalmente, l'operazione più complicata che ho incontrato nel montare FA-VA5 è stata quella di inserire in posizione i gommini che fungono da piedini di appoggio!! Si avvita poi la main board sul fondo del mobile, si avvita il BNC e da ultimo le quattro viti svasate di chiusura del coperchio. Il lavoro, figura 6, è concluso: lo strumento è pronto per essere messo all'opera. Lo strumento può cominciare a essere usato immediatamente dopo il montaggio ma funziona in modo "non calibrato". La calibrazione serve per



Fig. 7

eliminare, o quantomeno per tenere in debito conto, gli errori sistematici di misura. Sono state sviluppate molteplici tecniche di calibrazione, ciascuna con le proprie peculiarità e con ambiti ben precisi di applicabilità<sup>[8]</sup>. Quella impiegata dall'FA-VA5 è la cosiddetta tecnica SOL, una delle più semplici e di più antica introduzione, la cui attuazione pratica consiste nell'applicare all'ingresso dell'analizzatore una serie di "campioni" dei quali sia nota la bontà e quindi "prendere nota" di questa correzione. I campioni usati, come ben evidenziato dall'acronimo SOL, sono un cortocircuito (Short), un circuito aperto (Open), un carico adattato (Load). Nella confezione di FA-VA5 è presente anche un kit di calibrazione SOL che, fedele alla filosofia dell'intero strumento, viene fornito in modo semi-assemblato<sup>[9]</sup> e richiede quindi di essere "completato" dall'acquirente. Nello specifico, il carico da 50 ohm è fabbricato e fornito da Telegärtner ma lo Short e l'Open vanno costruiti appositamente seguendo le istruzioni del manuale. Ho voluto personalizzare il "mio" kit incappucciando con un pezzo di guaina termo-restringente lo Short e l'Open, col risultato di figura 7. Sebbene l'FA-VA5 disponga di una vasta gamma di funzioni, il suo impiego pratico è abbastanza intuitivo e si concretizza nell'uso dei tre pulsanti presenti sul pannello frontale dello strumento. Premendoli in modo sbagliato non si corre alcun rischio di distruggere lo strumento: nella

peggiore delle ipotesi si otterranno risultati di misurazione inattesi o palesemente errati. Agli utenti meno esperti viene consigliato di iniziare con la misurazione di componenti con valori noti, quindi esplorare gradualmente il funzionamento dell'analizzatore con misure su antenne e dispositivi via via più complicati. I tre pulsanti hanno funzioni diverse a seconda del tipo di misurazione selezionato o della modalità operativa prescelta. In generale il pulsante sinistro consente di richiamare una funzione o una selezione. Il pulsante centrale e quello destro servono a ridurre o incrementare i valori numerici o per spostarsi tra le voci del menu. Un rapido cambio di valori numerici si può ottenere con la pressione prolungata dei pulsanti. La funzione di ciascun pulsante è chiaramente indicata in qualsiasi momento sul display. In tabella 3 e in tabella 4 sono riassunti i modi operativi selezionabili e tutte le opzioni della modalità set-up. Non ritengo necessario tediarsi descrivendo ciascuna voce: provate e divertitevi. Vediamo adesso di eseguire qualche misura. Come già detto, si può impiegare l'analizzatore in modo "non-calibrato" ma sarebbe

sciocco non fare la calibrazione vista la facilità di esecuzione e visto che garantisce la massima accuratezza delle misure. Si può fare la "master calibration", un processo che impiega diversi minuti per essere completato (per ogni standard S, O e L fa una scansione completa dell'intero range di frequenza). I risultati di questa calibrazione vengono immagazzinati in modo permanente nella memoria interna dell'analizzatore e richiamati ad ogni sessione successiva di misura. In alternativa, si può eseguire la calibrazione "basic", molto più veloce visto che opera solo sulla frequenza impostata, o sul range prescelto nella modalità multi-frequency. Lo svantaggio di questa opzione consiste nel fatto che ogni volta che si cambia frequenza occorre replicare l'operazione di calibrazione. Inoltre, spegnendo lo strumento tale calibrazione va perduta. Qualsiasi sia l'opzione prescelta, va ricordato che il connettore BNC. È possibile estendere il piano di calibrazione dello strumento (ad esempio per tenere in considerazione il contributo della linea di alimentazione di un'antenna) eseguendo la calibrazione nel punto più

opportuno per il tipo di misura che si intende eseguire. Tutte le possibilità di misura dello strumento, e sono veramente tante, sono descritte ampiamente nel manuale a corredo. Le ho provate quasi tutte e non posso dilungarmi su queste pagine nel descrivere i risultati ottenuti; non ha senso che proponga, ad esempio, i risultati ottenuti misurando le mie antenne perché ciascuno dei Lettori potrebbe avere risultati differenti. Ho voluto invece provare a misurare l'impedenza Z a frequenza fissa di alcuni componenti passivi (figura 8) e fare il confronto con la misura eseguita impiegando un altro strumento che ho preso come riferimento. Lo strumento "campione", se così vogliamo chiamarlo, che ho usato è un network analyzer HP8753D munito del cal kit HP85052D. Per capirci, si tratta di una macchina che ai suoi tempi costava una cifra importante, molto superiore al costo del nostro FA-VA5, e che può ancora essere ritenuto un discreto strumento. Ho ovviamente usato lo stesso kit di calibrazione sia sul network analyzer HP sia sull'FA-VA5 per poter avere risultati paragonabili. Considerato che il cal kit impiegato è in SMA è sta-



Fig. 8

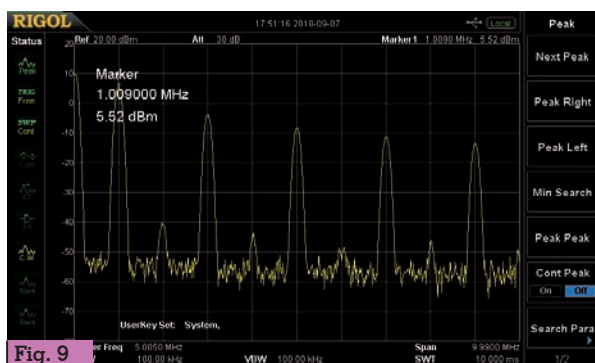


Fig. 9

Tab. 3

Menu item	Meaning
Return	Return to the previous measurement mode
Single frequency modes	SWR, Impedance or Reflection coefficient measurement at current frequency, SWR measurement with sound signal, current calibration
Multifrequency modes	SWR, Impedance or Reflection coefficient measurement within a frequency range (multi-frequency measurement) in the single or cyclic run, 5-band SWR measurement, current calibration
Frequency generator	RF generator mode
Clock	Displays the call sign, the time and the date
USB	manual USB mode
Data From Memory	Display and Deletion of Saved Measurement Results (Display Contents)
Setup	Enables the Setup menu (see Tab 3)

Tab. 4

Menu item	Meaning
Return	Return to operating mode
Language	Selection of the menu language
5 Band Frequencies	Definition of the frequency values for 5-band measurement
Clock	Setup of time and date
Sweep DSP Mode	DSP Setup Fast / Standard / Precise for selecting measuring accuracy and measuring time
Cal/Port Model Master	Input of data from the SOL elements for master calibration
Cal/Port Model Actual	Entry of SOL element data used for current calibration
SOL All Frequencies	SOL compensation over the entire frequency range (Master calibration)
Callsign	Personalization option by entering the call sign
Backlight Mode	Setup of the display backlight options
Display Update cycle	Defines the repetition rate of the measurements
USB Auto Mode	Automatically switches the FA-VA5 to USB mode
Delta Frequency	Calibration of internal TCXO reference frequency
SOL	Option to switch calibration on / off
Z0 Base	Change of reference impedance for SWR calculations
Impedance Model	Switching between Serial and Parallel model
Z Range Sweep	Determines the impedance range for multi-frequency measurements
Firmware	Start of the firmware update
Reset	Reset to factory settings

frequenza 20 MHz		
valore nominale	misura HP8753D	misura FA-VA5
470 $\Omega$	469,09 + j 18,11 $\Omega$	464 + j 18,2 $\Omega$
50 nH	0,06 + j 6,13 $\Omega$	0,1 + j 6,1 $\Omega$
470 pF	1,59 - j 18,65 $\Omega$	1,4 - j 18,7 $\Omega$

Tab. 5

frequenza impostata su FA-VA5	frequenza misurata con HP53131A
3,5 MHz	3,499983 MHz
14 MHz	13,999934 MHz
28 MHz	27,999870 MHz
50 MHz	49,999771 MHz
144 MHz	143,999340 MHz
200 MHz	199,999109 MHz

Tab. 6

to necessario interporre una transizione BNC-SMA sul connettore dell'FA-VA5 ma la calibrazione tiene in conto anche questo. Nella tabella 5 sono riportati i risultati che come si vede sono decisamente in accordo su entrambi gli strumenti. Per verificare l'accuratezza dell'FA-VA5 impiegato come generatore di frequenza ho usato un frequenzimetro HP53131A abbinato a un GPSDO Reference Oscillator e ho rilevato le misure riportate in tabella 6. Il segnale di uscita ad onda quadra a 1 MHz, visto sull'analizzatore di spettro, si presenta come in figura 9 e rispetta ampiamente i valori elencati nella tabella 1. L'analizzatore FA-VA5 può essere impiegato anche come dip-meter oppure ancora per trovare la risonanza di cavi oppure molto altro: lascio il piacere della scoperta a quelli che avranno il piacere di utilizzarlo. Restano da dire due parole sul software. Lo strumento dispone di una porta USB: abbiamo visto che è il primo pezzo che va assemblato sul PCB della main board. La porta USB consente di avere il controllo totale dello strumento tramite un PC. Il software VNWA Windows sviluppato da Thomas Baier, DG8SAQ, per l'analizzatore di rete vettoriale VNWA può essere usato anche per controllare il FA-VA5 [10]. Per tutte le versioni di Windows, dalla 7 in avanti il sistema operativo riconosce e installa automaticamente i driver necessari [11]. Collegando il PC all'FA-VA5 con un cavo USB, l'analizzatore si accende (prendendo l'alimentazione dalla porta USB stessa) e si porta in modalità

USB-mode. Tutto quello che si può fare con i tre tasti frontali si può fare anche attraverso il collegamento al PC: di fatto il software trasforma il FA-VA5 in un Vector Network Analyzer ad una porta che opera nell'intero range di frequenza da 10 kHz a 600 MHz. A titolo di esempio ho collegato un filtro trovato nella mia junk-box e ho misurato il coefficiente di riflessione  $S_{11}$  nell'intervallo da 10 MHz a 500 MHz: il risultato è visibile in figura 10. FA-VA5 è uno strumento altamente versatile che non può mancare nello shack di ogni radioamatore pertanto mi sento di consigliarne l'acquisto a quanti si divertono ancora con la radiofrequenza. Ho affermato più volte nelle righe precedenti che l'FA-VA5 è uno strumento economico ma molto performante però non ho ancora detto quanto costa. Il costo dello strumento è di 199 euro, IVA inclusa. Come dire, se stanziate un budget di 200 euro per l'acquisto vi resta ancora in mano un euro per prendere il caffè... Concludo ringraziando gli amici della SDR Kits, in particolare Jan e Tracy Verduyn, che mi hanno gentilmente fornito lo strumento per la prova. Alla prossima.

#### Note e bibliografia:

[1] Il brano in corsivo è tratto dal capitolo VII del famoso "Il manuale delle antenne" compilato da Angelo Barone, pubblicato da Edizioni C.D. nel lontano 1971. Tale volume è stato per anni una lettura obbligata e insostituibile per i radio-sperimentatori, una vera guida ricca di spunti teorico-pratici. Per certi versi, tenendo a mente sia la sua anzianità che qualche eccessiva semplificazione (dovute non a carenze dell'Autore ma per privilegiare lo spirito divulgativo), si rivela essere ancora oggi un buon repertorio di informazioni utili.

[2] "...anche un chiodo, opportunamente accordato, può diventare una valida e funzionante antenna...". Forse le parole esatte non furono proprio queste ma la persona che mi ha riferito questa "perla di saggezza" ne attribuisce la paternità a Gianfranco Sinigaglia, I4BBE (SK), professore di Elettronica e pioniere della Radioastronomia in Italia. Se qualcuno ha qualche ulteriore elemento di conferma (o di smentita) si faccia avanti.

[3] Il sito web di Michael è <https://www.dg5mk.de/> L'articolo originale nel quale descrive lo strumento si intitola "Vektoreller Antennenanalysator FA-VA 5 für

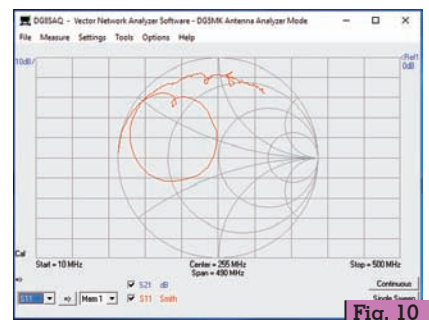


Fig. 10

10kHz bis 600 MHz", è stato pubblicato su Funkamateure in due puntate (aprile e maggio 2018). Non ho ovviamente letto l'articolo originale ma ne cito il titolo a beneficio di quanti conoscono il tedesco.

[4] Un riferimento di frequenza basato su un TCXO (Thermal Compensated Crystal Oscillator) consente di ottenere un'accuratezza tipica che può arrivare fino a 0,5 ppm.

[5] Il sito web per l'acquisto di FA-VA5 è <https://www.sdr-kits.net/> In realtà, in questo momento, l'altissima richiesta di questo prodotto ha comportato l'esaurimento dello stock con disponibilità immediata. È possibile comunque fare gli ordini che verranno evasi entro la prima metà di ottobre.

[6] Per disporre sempre dell'ultima revisione disponibile si può consultare il già citato sito web <https://www.sdr-kits.net/> o in alternativa il sito web <https://www.box73.com/>

[7] Ho usato di proposito questo termine che potrebbe sembrare arcaico, o almeno affettato, in quanto lo ritengo molto più corretto del termine "saldatore" che tutti usano disinvoltamente. In italiano, il termine "saldatore" indica propriamente l'operaio che esegue le saldature. Molto più corretti i nostri amici d'oltralpe e d'oltremarica che indicano il saldatore con i termini, rispettivamente, di "fer à souder" e di "soldering iron".

[8] Andrea Ferrero, Mohamed Sayed, Valeria Teppati, "Modern RF and microwave measurement techniques", Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2013. L'intero capitolo 8 è dedicato alla trattazione matematica delle tecniche di calibrazione più diffuse: vengono discussi pregi e difficoltà implementative, analizzandone inoltre a fondo gli aspetti computazionali.

[9] A richiesta, può essere fornito anche un kit di calibrazione ad alte prestazioni, denominato High Quality Calibration Set, usabile fino ad oltre 600 MHz. A questo proposito si faccia riferimento al già citato sito <https://www.sdr-kits.net/>

[10] Il software può essere scaricato al link seguente <https://www.sdr-kits.net/introducing-DG8SAQ-VNWA3>

[11] Se così non fosse, i driver necessari possono essere scaricati al link seguente <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>