

Accesso alle misurazioni a 43,5 GHz con tracciabilità con VNA ShockLine Anritsu

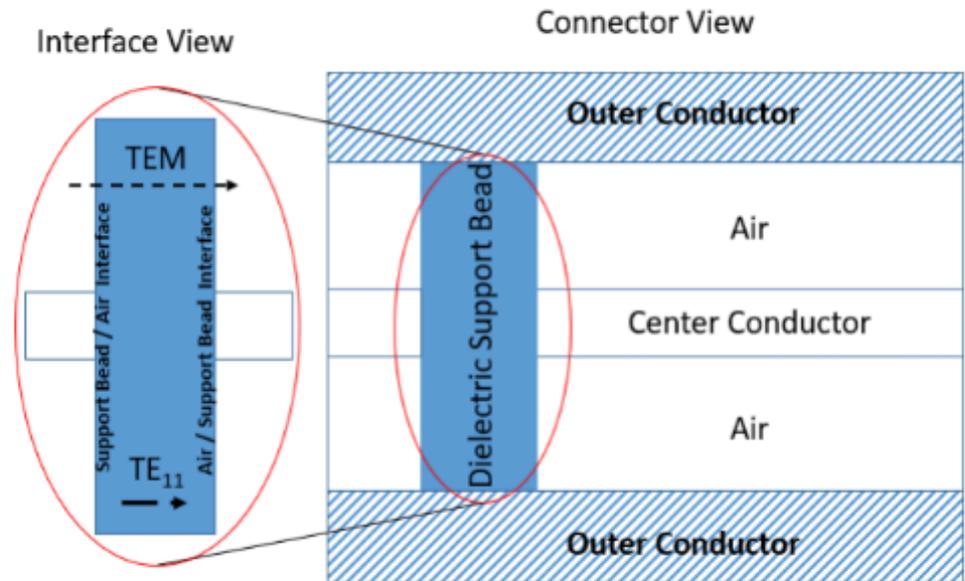
Home / Applicazioni / Accesso alle misurazioni a 43,5 GHz con tracciabilità con VNA ShockLine Anritsu

La migrazione dei sistemi di comunicazione verso frequenze più elevate richiede attrezzature in grado di effettuare misurazioni nelle nuove bande di frequenza che si estendono fino a 43,5 GHz.

Prodotti in evidenza



MS46122B-043 - OPTION 43, 43.5 GHZ FREQUENCY



Misurazioni nelle nuove bande di frequenza fino a 43,5 GHz

Strumenti per estendere il limite superiore di frequenza da 40 GHz a 43,5 GHz.

Crescita della domanda di velocità di trasmissione dei dati

Con l'aumento della familiarità delle persone con la tecnologia, la domanda di velocità di trasmissione dei dati è cresciuta in modo esponenziale sia nelle applicazioni di telecomunicazione che in quelle di difesa.

Le nuove tecnologie di telecomunicazione, come il 5G e i sistemi satellitari ad alta velocità di trasmissione (HTS), operano nelle bande di frequenza delle onde millimetriche (mmWave) comprese tra 20 GHz e 43,5 GHz al fine di soddisfare questa domanda. I produttori di attrezzature T&M hanno risposto a questa esigenza introducendo **prodotti aggiornati che estendono il limite superiore di frequenza da 40 GHz a 43,5 GHz**. Oltre all'estensione della frequenza, i produttori di apparecchiature T&M devono anche trovare un sostituto per i connettori di ingresso/uscita K (2,92 mm) e i componenti necessari per l'utilizzo dei loro prodotti, poiché K funziona solo fino a 40 GHz.

La sostituzione di un connettore/componente K con un connettore a frequenza più elevata (ad esempio 2,4 mm) comporta un costo maggiore per gli utenti delle apparecchiature di test.

Da qui nasce l'esigenza di **componenti e connettori di precisione** che continuino a sfruttare il connettore K ed estendere le sue prestazioni operative, prive di modalità, da 40 a 43,5 GHz. Inoltre, una misura è buona solo quanto lo sono i componenti che trasportano e ricevono il segnale dall'apparecchiatura di test. Oltre all'estensione della frequenza, è fondamentale **stabilire un chiaro percorso di tracciabilità**.

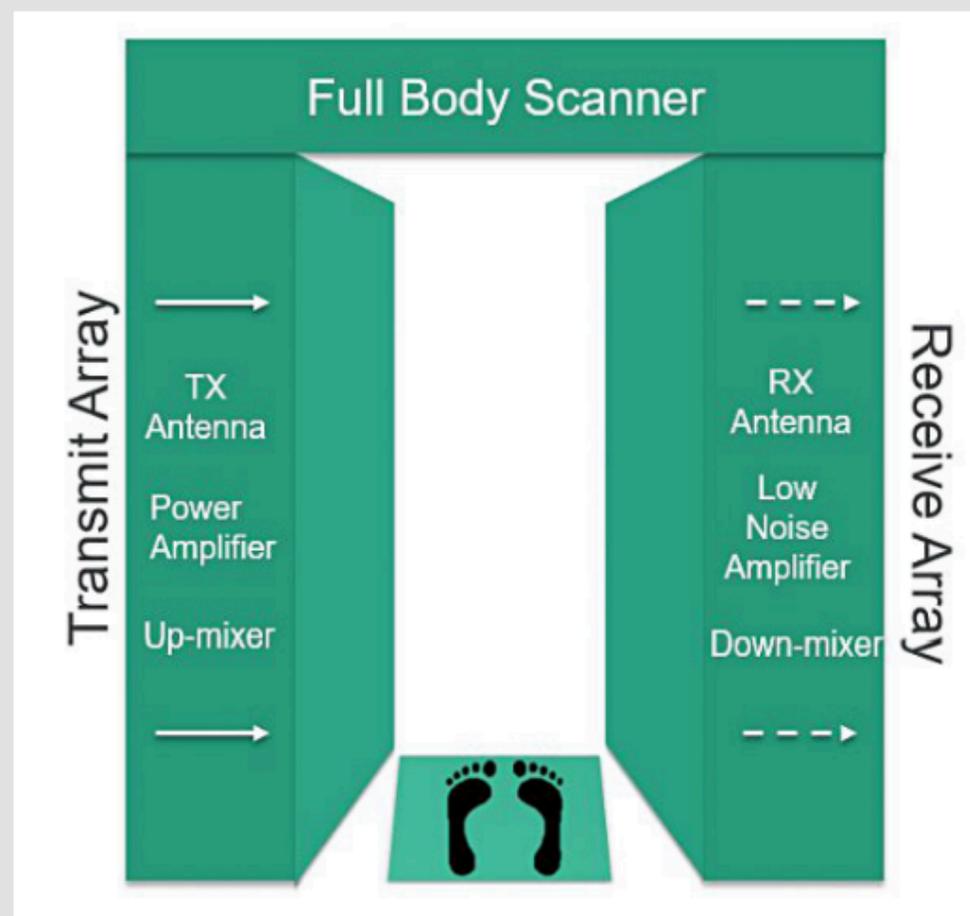
Questa nota applicativa analizza: i driver applicativi per lo sviluppo a 43,5 GHz; i fondamenti dei connettori; cos'è e perché è importante la tracciabilità; i connettori per le applicazioni a 43,5 GHz; infine, le soluzioni attualmente presenti sul mercato che possono affrontare il funzionamento a 43,5 GHz con la tracciabilità.

Cosa spinge i requisiti di frequenza a 43,5 GHz?

Nelle bande di frequenza tra i 20 e i 43,5 GHz, in particolare nelle bande da 37 a 43,5 GHz, sono presenti diversi settori verticali emergenti, quali: collegamenti radio backhaul a microonde per le reti mobili 5G, sistemi satellitari HTS, sistemi satellitari avanzati ad altissima frequenza (AEHF) e body scanner mmWave.

Questi nuovi sistemi richiederanno connettori, componenti e apparecchiature di test in grado di accedere alla banda di frequenza di 43,5 GHz, garantendo al contempo la tracciabilità. I viaggi sono una parte importante del settore economico e commerciale. L'aumento del traffico aeroportuale è un fattore importante, ma deve essere soppesato rispetto ai rischi di merci non approvate o pericolose.

Non molto tempo fa, era sufficiente una semplice perquisizione o un metal detector, ma i tempi sono cambiati e ora sono stati introdotti nuovi metodi per ridurre i rischi per i passeggeri. I **body scanner millimetrici** sono ormai diffusi in molti paesi. Un body scanner a onde millimetriche utilizza componenti a bassa frequenza alla sorgente e poi converte il segnale a 42 GHz alla trasmissione.



Nella fase di ricezione, i segnali a 42 GHz vengono acquisiti e tradotti a bassa frequenza per essere elaborati. Questo crea un ambiente in cui tutti i componenti di ricezione e trasmissione, come mixer, amplificatori e antenne operano nella gamma di frequenza dei 42 GHz.

Un'altra applicazione in cui la copertura di frequenza si estende fino alla gamma dei 43 GHz è l'**Advanced Extremely High Frequency (AEHF)**. Le applicazioni governative e di difesa con tecnologia satellitare richiedono velocità di uplink superiori a 40 GHz. Questi sistemi di comunicazione sono strategicamente importanti e, come i body scanner, richiedono un livello di accuratezza elevato.

Il più grande mercato con requisiti in mmWave è quello delle telecomunicazioni. Il 5G è attualmente la parola d'ordine nel settore delle telecomunicazioni.

Reazione del mercato T&M

La modifica della copertura di frequenza negli ultimi anni è stata silenziosamente incorporata da molte aziende di T&M aggiungendo questa opzione di frequenza ai loro prodotti esistenti.

Uno dei tanti aspetti della copertura di frequenza a 43,5 GHz è il modo in cui le aziende di T&M propongono di far passare l'utente alla copertura di frequenza estesa di 43,5 GHz mentre effettua le misure. Attualmente esistono due approcci per portare l'utente a 43,5 GHz. Il primo consiste nel dotare le apparecchiature di test di connettori da 2,4 mm. Questa opzione ha un duplice scopo. Innanzitutto, consente di ottenere facilmente prestazioni a 50 GHz sul connettore e di stabilire la tracciabilità. Tuttavia, un problema di questo approccio è che l'utente dovrà sostituire tutti i cablaggi, i kit di calibrazione (se necessario), gli adattatori e tutti gli altri componenti con quelli dotati di un connettore da 2,4 mm. Questa operazione diventa costosa, poiché i componenti da 2,4 mm sono tradizionalmente più costosi delle soluzioni da 2,92 mm.

Un altro problema che si presenta è dato dai numerosi DUT che hanno connettori K (2,92 mm). Gli utenti dovranno incorporare un adattatore nella loro soluzione di test. Sebbene la maggior parte dei produttori di connettori da 2,4 mm offra un adattatore per 2,92 mm, a meno che la soluzione non sia classificata/specificata per 43,5 GHz sul lato da 2,92 mm, non sarà possibile ottenere prestazioni a 43,5 GHz. Ciò è dovuto in parte al problema dell'over-moding. Questo concetto verrà analizzato in modo molto più dettagliato in seguito.

Il secondo approccio consiste nel dotare gli strumenti di connettori da 2,92 mm e dichiarare che lo strumento può effettuare misure fino a 43,5 GHz, con l'avvertenza che le specifiche da 40 a 43,5 GHz sono "misurate". Questo approccio presenta alcuni svantaggi in quanto, senza specifiche, i connettori molto probabilmente non vengono testati singolarmente e fanno parte di un approccio "catch all" con le specifiche dello strumento. Naturalmente, la tracciabilità non può essere dichiarata utilizzando l'approccio "misurato".

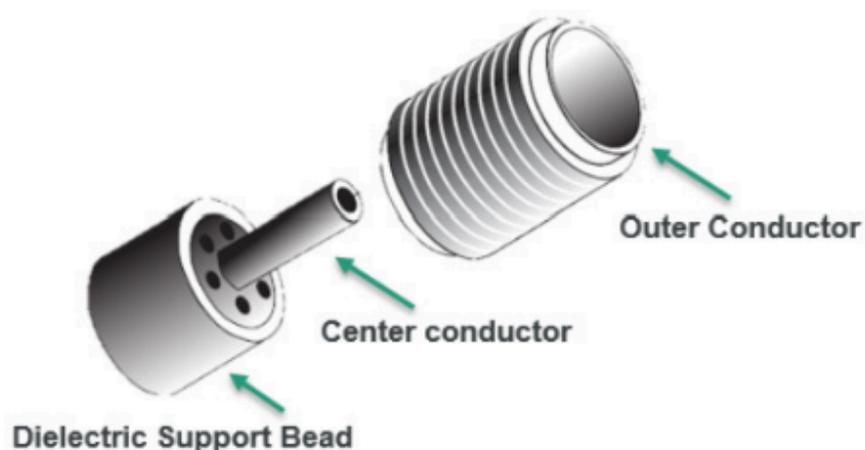
Design dei connettori: La parte più importante dell'equazione

Due degli aspetti più importanti delle prestazioni elettriche di un connettore sono la sua scalabilità in frequenza e la possibilità di soddisfare i requisiti di prestazione fino alla frequenza target di 43,5 GHz.

Per ottenere prestazioni elettriche ottimali una considerazione importante riguarda la propagazione dei modi nel connettore. La frequenza superiore di un connettore può essere determinata utilizzando l'equazione generale riportata di seguito e per il connettore K è di circa 46 GHz, assumendo un dielettrico dell'aria perfetto.

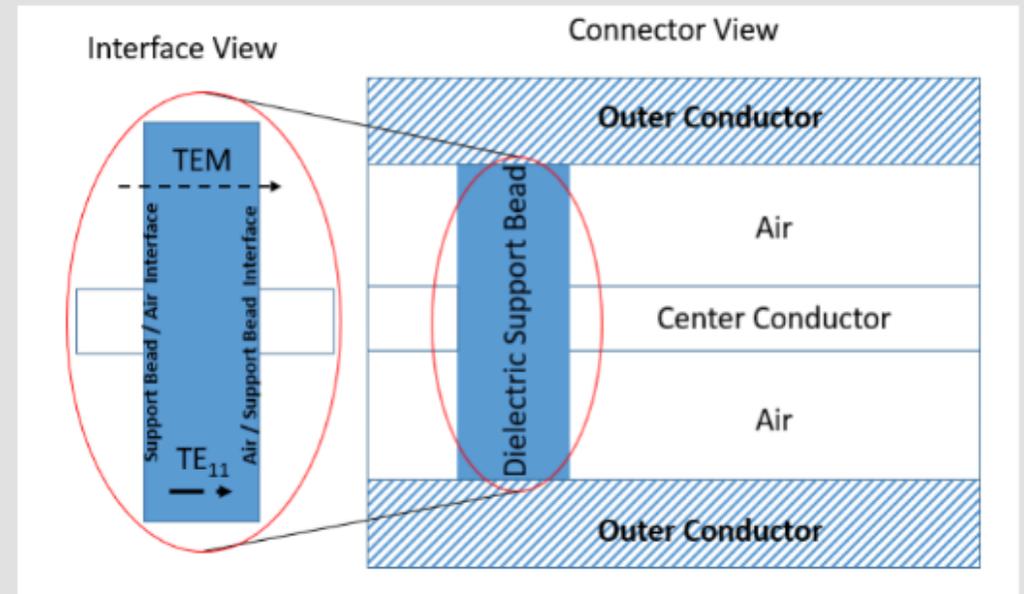
$$f_c = \frac{c}{\lambda_c \sqrt{\mu_r \epsilon_r}} \quad [3]$$

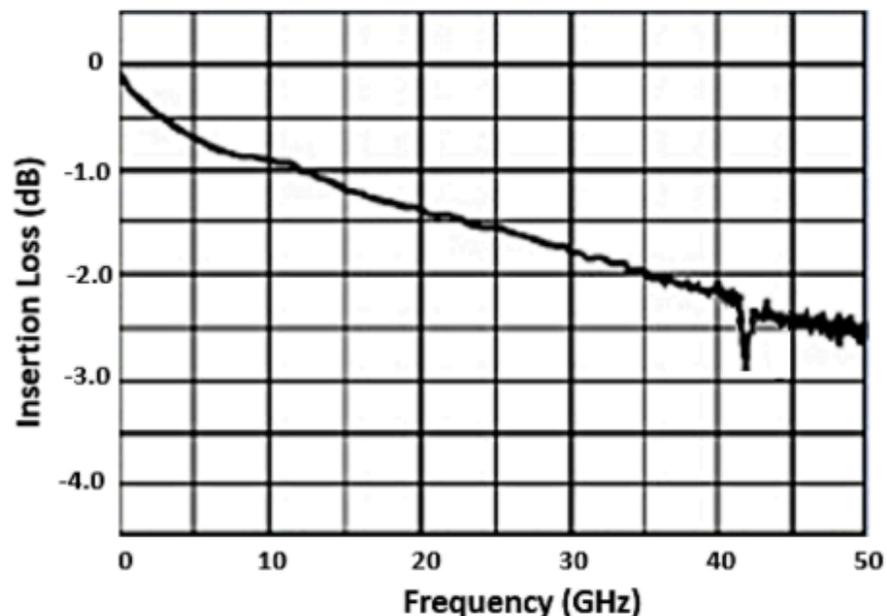
f_c è la frequenza di taglio dell'aria; c è la velocità della luce a $3,0 \text{ E}8 \text{ m/s}$; ϵ_r è la permittività relativa; μ_r è la permeabilità relativa; λ_c è la lunghezza della linea.



In pratica, la frequenza di taglio è più bassa a causa delle sfere di supporto dielettrico necessarie per rendere utilizzabile il connettore. Poiché la lunghezza d'onda si riduce per una data frequenza in quel dielettrico, i modi aggiuntivi possono propagarsi a frequenze più basse e questo è il motivo per cui la maggior parte dei connettori K è specificata fino a 40 GHz. Per comprendere appieno la complessità di portare un connettore da 40 GHz al 94% del suo limite teorico, è necessario notare i problemi comuni. Come appena accennato, le **sfere di supporto dielettrico** sono necessarie per il conduttore centrale di un connettore. La figura a lato illustra l'anatomia di un connettore.

Al di sopra della frequenza di taglio del connettore K, può propagarsi un modo aggiuntivo (etichettato TE₁₁ nella figura a destra, che non è trasversale) e altri modi possono propagarsi a frequenze ancora più elevate. Ciò può rappresentare un problema in quanto l'energia del segnale di ingresso può scambiarsi avanti e indietro tra i modi dati dalle piccole imperfezioni della **Dielectric support Bead**. Poiché i modi hanno impedenze e velocità di fase diverse, questo può portare a una risposta risonante in trasmissione o in riflessione. L'interscambio di energia è illustrato nella figura a lato.





L'effetto della modifica all'interno dei connettori si manifesta durante le misurazioni. Questo è chiaramente visibile in una misura di trasmissione del connettore e risulterà in un grande picco di attenuazione all'interno di una piccola larghezza di banda di frequenza. Una volta superata la **risonanza di modo**, la traccia tornerà al percorso di trasmissione originale. La risposta alla sovrarmodulazione su un connettore K è illustrata nella figura a sinistra.

Esistono modi per ovviare questo problema (ad esempio, riducendo la circonferenza del dielectric bead, ottimizzando l'impedenza del dielectric bead, ecc.) e si può ridurre la possibilità di accoppiamento di energia nel modo. Supponendo che un produttore superi tutti gli ostacoli legati a questo fenomeno, le misure risulteranno comunque affidabili? La risposta a questa domanda varia da applicazione ad applicazione in base al grado di severità delle specifiche di prova. Nella maggior parte dei casi, queste informazioni possono essere mostrate nelle schede tecniche, dove le prestazioni sono qualificate come specifiche rigide o misurate.

Prestazioni misurate e prestazioni specificate

Un termine per stabilire le specifiche elettriche che sta diventando sempre più diffuso per la regione >40-43,5 GHz degli strumenti di test è “misurato”. Una specifica “misurata” o caratteristica si riferisce a misure che hanno fornito una serie ragionevole di dati che possono essere quantificati, con un certo livello di fiducia, e determinati come rappresentativi di tutte le unità.

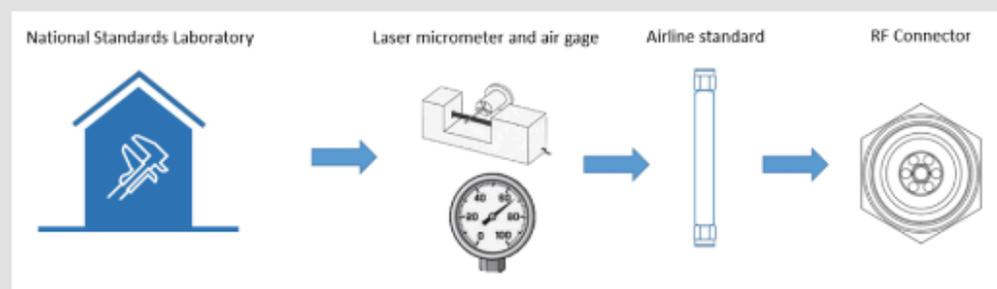
Questo non è un approccio insolito alla definizione delle specifiche elettriche. Tuttavia, la differenza tra i dati “misurati” forniti e le specifiche al di sotto dei 40 GHz è che il budget di incertezza è chiaramente definito attraverso una catena ininterrotta di tracciabilità, mentre le misure tra 40 e 43,5 GHz generalmente non lo sono. Per i produttori, il budget di incertezza può essere importante in quanto una misura sul loro prodotto stabilirà la conformità o la non conformità a una particolare specifica richiesta.

Cos'è la tracciabilità e perché è importante?

Come accennato in precedenza, la tracciabilità è la strada per stabilire un solido bilancio dell'incertezza. La tracciabilità, tuttavia, è molto più di questo: è anche un sistema di garanzia della qualità i cui risultati possono essere collegati a un istituto di metrologia nazionale riconosciuto come il NIST o il METAS.

Non tutti i connettori possono essere rintracciabili. Un esempio è il connettore SubMiniature versione A (SMA). Pur essendo molto utilizzato, di solito non è considerato tracciabile a causa della sua interfaccia dielettrica, della mancanza di standardizzazione e dei bassi livelli di ripetibilità. Per questo motivo i connettori SMA non supportano misure di precisione.

Fortunatamente, le caratteristiche di base del connettore K sono in grado di supportare la tracciabilità e, con un'attenta progettazione, possono raggiungere incertezze ragionevoli e documentabili fino a 43,5 GHz. **L'aspetto fondamentale della tracciabilità del connettore è l'impedenza**, che dipende dalla valutazione dimensionale e dal controllo delle linee aeree utilizzate per misurare i connettori. Le misure dimensionali vengono eseguite con strumenti tracciabili come micrometri laser, dispositivi di misura a coordinate e calibri ad aria. Una volta effettuate queste misure, il passo successivo per determinare la tracciabilità è collegare le prestazioni della linea aerea attraverso i kit di calibrazione e altri componenti al singolo connettore. Alcune delle grandezze di misura utilizzate per valutare i connettori sono descritte nello standard IEEE P287 per i connettori coassiali. La Figura a lato illustra un percorso generale di tracciabilità.



Soluzioni attuali

Gli utenti che devono soddisfare la richiesta di 43,5 GHz hanno utilizzato in passato connettori da 2,4 mm e, pur essendo una soluzione tracciabile e affidabile, potrebbe non essere la più economica. Il costo del cambiamento per gli utenti con ambienti di ricerca e sviluppo, produzione o test già consolidati da 2,92 mm può essere piuttosto elevato, poiché la maggior parte dei sistemi di test dispone di apparecchiature ausiliarie come adattatori, cavi e kit di calibrazione.

La migrazione a una piattaforma da 50 GHz più costosa, sotto forma di supporto da 2,4 mm, può essere particolarmente difficile per i clienti sensibili al prezzo e con un budget limitato. Anritsu ha introdotto una nuova linea di connettori da 2,92 mm, Extended-KTM, in grado di **estendere la frequenza a 43,5 GHz**. Questi nuovi connettori presentano il design robusto degli attuali connettori K di [Anritsu](#), ma con specifiche garantite fino a 43,5 GHz, tracciabilità e prestazioni prive di modalità. Anritsu offre connettori per cavi, connettori a candela e connettori a flangia a 2 e 4 viti per la massima flessibilità dei requisiti di interfaccia. **Anritsu dispone anche della tecnologia Extended-K** in una serie limitata di componenti. I componenti Extended-K utilizzano connettori Extended-K, forniscono specifiche tracciabili a 43,5 GHz senza sovraincasso e non richiedono il costoso investimento di passare a connettori da 2,4 mm. I nuovi adattatori della serie 33K sono inseribili in fase e consentono agli utenti una certa flessibilità nella calibrazione e nelle misure fino a 43,5 GHz.

I nuovi cavi semirigidi per porte di test 3670AK sono dotati di funzionalità Extended-K e offrono ottime specifiche e prestazioni prive di modalità fino a 43,5 GHz. Per gli utenti che dispongono di connettori per porte di test da 2,4 mm e hanno bisogno di raggiungere i 43,5 GHz e di offrire la compatibilità con i componenti esistenti, gli adattatori 34KV sono in grado di raggiungere questo obiettivo. Gli adattatori 34K sono anche tracciabili. Gli utenti che necessitano non solo di componenti di test ma anche di sistemi di test per le misure nella gamma dei 43,5 GHz possono ora ottenere questa funzionalità con gli analizzatori di rete vettoriali (VNA) Anritsu ShockLine™.

I VNA Anritsu ShockLine dispongono anche della funzionalità Extended-K fino a 43,5 GHz. I VNA ShockLine sono il cavallo di battaglia degli strumenti di produzione per il collaudo dei parametri S. Qualsiasi VNA ShockLine, abbinato a un kit di calibrazione portatile ThruOpen-Short-Load Maschio e femmina (TOSLK50A-43,5 e TOSLKF50A-43,5), offre un sistema completo di prestazioni prive di modalità e una catena ininterrotta di tracciabilità fino a un istituto nazionale di metrologia.