

Che cos'è un VNA?

Il **vettore Network Analyzer** è una parte essenziale di apparecchiature di prova che nessun ingegnere RF dovrebbe essere senza. Se hai lavorato in precedenza con l'elettronica a basse frequenze, potresti considerare un buon DMM o un oscilloscopio il tuo migliore amico. Gli ingegneri RF farebbero volentieri scambi ~~entrambi~~ **un ambito** per un buon VNA!

Un buon VNA è un kit costoso. Molti anni fa, una buona probabilmente ti costerebbe quanto una bella casa. Al giorno d'oggi, puoi ritirare qualcosa di veramente buono per il prezzo di una bella macchina. *Nota, i VNA di fascia alta possono ancora vendere tra \$ 100.000 e \$ 1 milione. Userò il termine "VNA professionale".*

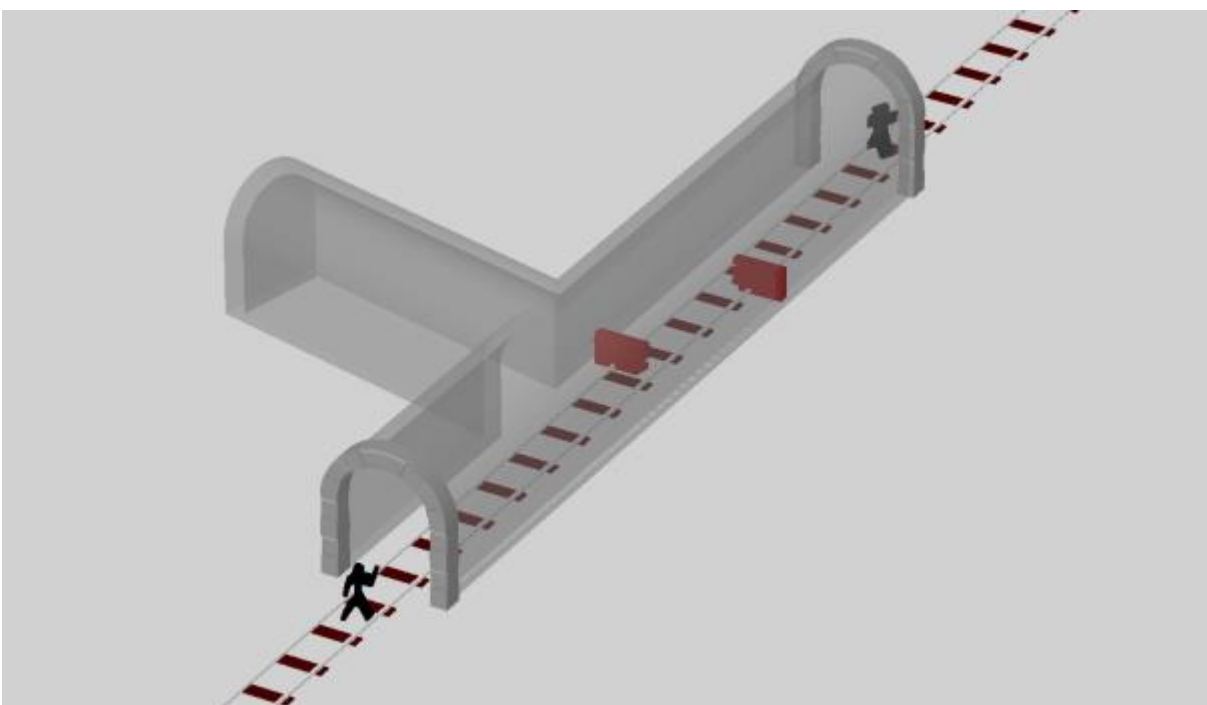
Fortunatamente, ci sono alternative economiche adesso, come il NanoVNA. Non regge il confronto con le prestazioni di un kit da strumento, ma per il prezzo, e usato con cura, non è poi così male.

Quindi, cosa fa...

Un VNA è progettato per iniettare una frequenza nota e ampiezza del segnale sorgente in una porta RF e misurare la **relativa** ampiezza e fase del segnale quando ricevuto in un numero a uno, o più della sua porte.

Sembra piuttosto complesso, ma in realtà non lo è. Un'analogia potrebbe aiutare. *Per un'analogia alternativa dai un'occhiata al sito di [KirbyMicrowaves](#)*. Supponi che ti trovi all'estremità di un tunnel del treno oscuro e desideri sapere qualcosa su ciò che è dentro. Supponiamo che tu non voglia entrare, perché, beh, hai paura del buio e non vuoi essere colpito da un treno.

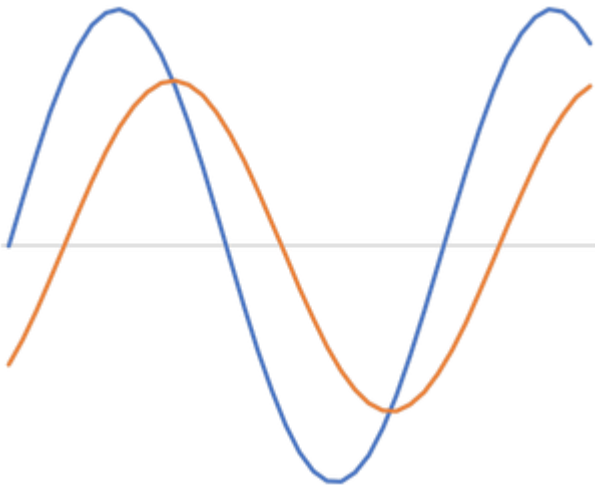
Hai una grande idea! Cosa succede se grido nel tunnel e faccio ascoltare un amico dall'altra parte. Potremmo essere in grado di calcolare la lunghezza dal volume e dal ritardo (sei stato attento a sincronizzare gli orologi) del suono ricevuto. Forse, possiamo rilevare una differenza tra i suoni di tonalità alta e bassa. Forse c'è del materiale che sta assorbendo i rumori acuti o un tunnel di servizio chiuso che ha creato una risonanza. Hai appena misurato le caratteristiche "thru" di questo tunnel. Nel linguaggio VNA, chiameremo questo una misura S21, nel senso che abbiamo fatto una misura di un segnale sulla porta 2 (il tuo amico) di un segnale iniettato sulla porta 1 (la tua bella voce).



Ora fai lo stesso, ma questa volta ascolta l'eco del tuo grido riflesso su di te. Forse c'è un blocco, da qualche parte nel tunnel che riflette la tua voce. Se senti l'eco, tornando allo stesso volume, potresti ragionevolmente pensare che nessuno dei suoni avrebbe potuto raggiungere l'altra estremità. Congratulazioni, hai appena misurato il riflesso del tunnel. Usando la stessa nomenclatura di prima, possiamo chiamare questo S11. cioè una misurazione di ciò che hai sentito alla porta 1, quando hai urlato nella porta 1.

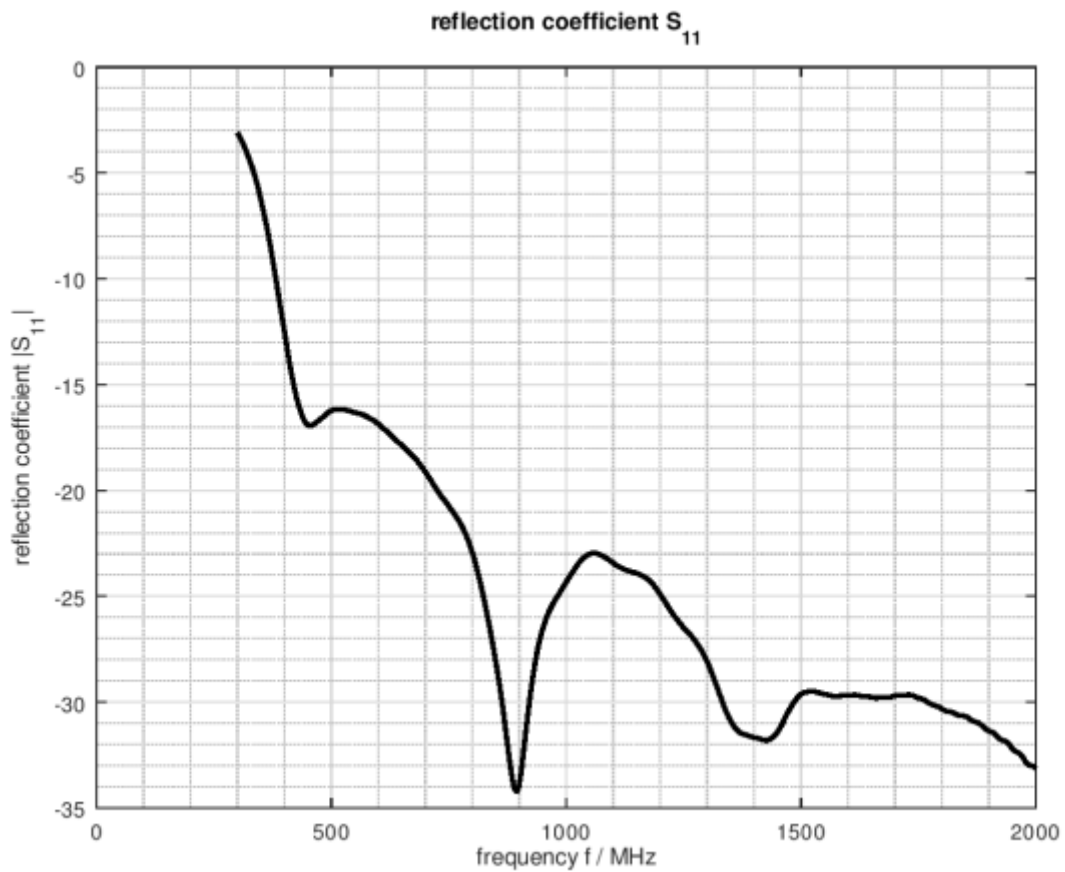
Ora possiamo iniziare a renderlo complesso come desideriamo. Immagina una rete di tunnel con molti ingressi. Possiamo ottenere un gruppo di amici in piedi ad ogni entrata e fare a turno per gridare e ascoltare. Numerieremo ogni ingresso da 1 a n e registreremo i dettagli di ciò che è stato ascoltato ad ogni ingresso, sempre usando la nomenclatura che abbiamo usato prima. Quindi, ad esempio, potremmo avere una misurazione di S32 per indicare che questa è una misurazione di ciò che abbiamo sentito all'ingresso 3 mentre qualcuno urlava all'entrata 2.

L'intero insieme di tutte le possibili combinazioni di urla e ascolto ad ogni entrata è ciò che chiamiamo i parametri S del tunnel.



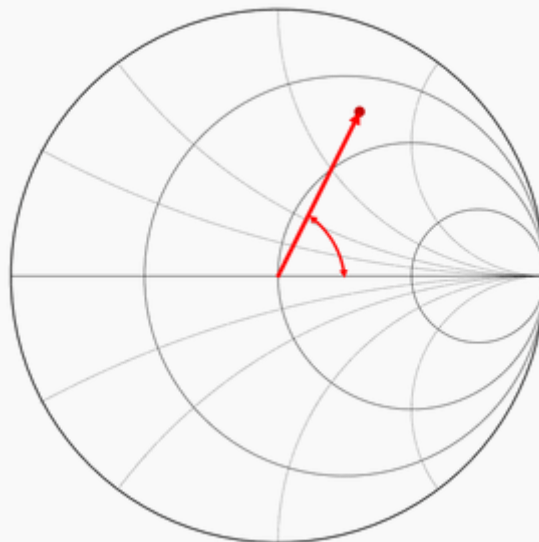
Ora, l'astuto, avrebbe potuto notare che avevo casualmente lasciato cadere la parola **parente** prima. Questo è importante, per mappare accuratamente i nostri tunnel, dobbiamo conoscere i dettagli esatti di ciò che abbiamo urlato negli ingressi. Quando lo facciamo con il nostro VNA, invece di muggire casualmente nel tunnel, cantiamo solo una singola nota e confrontiamo l'ampiezza e il tempo del segnale ricevuto. Con un solo tono, non possiamo misurare accuratamente il tempo (con una sola misurazione di frequenza), ma possiamo registrare la differenza di fase. Ora possiamo ripeterlo per ogni frequenza a cui siamo interessati.

Esistono diversi modi per tracciare questi dati. L'essere più semplice è solo un diagramma rettangolare di frequenza sull'asse X e ampiezza su Y. Comunemente scaleremo l'asse Y in una scala logaritmica (normalmente dB).



Una misura S11 di un tracciato come una scala rettangolare dB. *Errata - Questa è in realtà l'entità del coefficiente di riflessione.*

Il prossimo più comune è lo Smith Chart.



Il diagramma di Smith è solo un vettore dell'ampiezza e della fase normalizzate.

Sembra complesso, ma per ora ignora le linee divertenti. Questo è solo un diagramma polare con il nostro segnale ricevuto tracciato come ampiezza e fase. Il cerchio esterno rappresenta una situazione

in cui abbiamo ricevuto un segnale di uguale ampiezza rispetto al segnale trasmesso. Il centro del diagramma mostra dove il segnale ricevuto è vicino allo zero.

Entrambi i grafici mostrati sono utili. La trama rettangolare rende molto facile vedere come una rete si comporta a frequenze diverse. Il grafico smith è molto utile per la corrispondenza dell'impedenza, ma non è necessario per molti casi d'uso più semplici.

Mondovi 24 settembre 2019

Liberamente tradotto da Pie IK1NPP