

Laboratorio di Misure ad Alta Frequenza – A.A. 2013-2014

Qualche esercizio di ripasso ...

Es. 1: Misura di componenti circuitali incognito

Nella scatola è connesso un componente “semplice” (resistenza, capacità o induttanza): bisogna verificare fino a che frequenza il componente può essere approssimato con un modello a costanti concentrate. L’intervallo di frequenze di misura deve essere scelto in modo da includere la prima risonanza (o comunque una deviazione significativa dal comportamento a “bassa” frequenza).

- Capire di che componente si tratta dal comportamento a “bassa” frequenza.
- Scegliere la grandezza opportuna (e.g. parte reale e/o immaginaria di impedenza e/o ammettenza) da misurare perchè sia lineare l’andamento a bassa frequenza. Fare un grafico su un intervallo che includa la deviazione dal comportamento lineare; il grafico deve essere fatto in modo che sia chiaro il comportamento a tutte le frequenze (utilizzare per questo le scale logaritmiche, se necessario).
- Fare un grafico delle misure a bassa frequenza riportando la curva misurata e l’andamento lineare, in modo che sia chiaro a che frequenza il componente non soddisfa più il modello a costanti concentrate.
- Riportare il valore di resistenza, capacità o induttanza (se possibile con incertezza), a partire dalla pendenza della retta. Confrontare con le misure che ottenete dalla carta di Smith e, dove possibile, con il multimetro/tester.

Es. 2: Caratterizzazione di un modo di cavità risonante

Caratterizzare il modo TM_{ijk} della pillbox, ovvero misurare la frequenza di risonanza f_0 ed il fattore di merito non caricato Q_0 , coefficiente β delle antenne. Fare misure in riflessione, trasmissione, sia per antenne sottoaccoppiate che sovraccoppiate. Calibrare solo quando è necessario e nell’intervallo di frequenze utile alla misura (e verificare sempre la bontà della calibrazione). Il nome del modo può essere ricavato dalla carta dei modi.

Es. 3: Studio di segnali elementari e modulati

Utilizzando lo Spectrum Analyser:

- Misurare un segnale incognito (sinusoidale, onda quadra, onta triangolare simmetrica o non simmetrica) riconoscendone la frequenza e la forma. Confrontare con le attese teoriche, sia sulle frequenze presenti nei segnali sia sull’ampiezza delle stesse.
- Misurare un segnale modulato (con modulante sinusoidale $m(t)$) e riconoscere se è un segnale modulato in ampiezza o in fase/frequenza. Scrivere la formula del segnale modulato corrispondente in funzione dei parametri di $m(t)$ e dell’indice di modulazione. Calcolare l’indice di modulazione e la frequenza di $m(t)$.

Es. 4: Misure in Time Domain

Caratterizzare l'impedenza in funzione della posizione in una microstriscia.

- Dalle misure in riflessione, ricavare e fare un grafico di S_{11} in funzione del tempo (potete terminare l'altro estremo con 50Ω).
- Misurare la velocità di propagazione del segnale.
- Graficare l'impedenza caratteristica in funzione della distanza dal connettore (cioè il connettore corrisponde a $x=0$).

Es. 5: Caratterizzazione di componenti a RF

Con l'analizzatore di rete compiere le misure necessarie per caratterizzare componenti RF quali filtri, accoppiatori direzionali, attenuatori, phase shifter, amplificatori. Dove possibile confrontare le misure con le attese, per esempio dai datasheet.

Es. 6: Caratterizzare un VCO

- Misurare la frequenza di uscita in funzione della tensione applicata (almeno 10 punti). Fare un grafico delle f_0 in funzione delle V_{in} e riportare i coefficienti di un fit lineare, indicando la pendenza e l'intercetta della retta interpolante (con incertezza).
- Misurare su almeno 10 punti il valore della potenza di uscita in funzione della frequenza e costruirne il grafico.
- Misurare il rumore di fase (dBc/Hz) per gli offset: 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz.

Es. 7: Caratterizzare un amplificatore

- Misurare guadagno e compression point a 1 dB di un amplificatore per tre diverse frequenze.
- Misurare la distorsione di seconda armonica (SHI). Verificare che la distorsione visualizzata sia dovuta al DUT e non allo strumento di misura.
- Misurare il prodotto di intermodulazione del terzo ordine (TOI). Verificare che la distorsione visualizzata sia dovuta al DUT e non allo strumento di misura.

Es. 8: Misure di trasmissione e riflessioni di elementi circuitali

Provate a misurare in trasmissione e riflessione una capacità connessa come in Fig. 1, sovrapponendo i grafici di S_{11} e S_{12} con le attese teoriche viste a lezione. Il valore di capacità può essere ottenuto da opportune interpolazioni della fase delle misure in trasmissione (caso a e b in Fig. 1). Notare che i modelli valgono fino a frequenze in cui restano trascurabili gli elementi parassiti della capacità; tale limite si può indentificare velocemente dalla carta di Smith come anche il valore della capacità stessa.

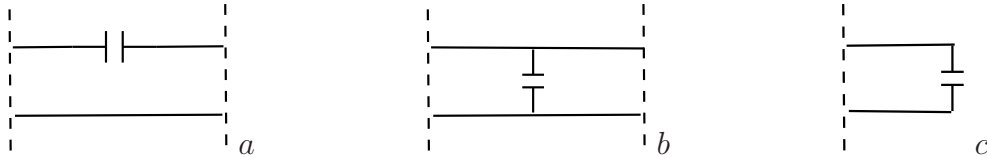


Figura 1: Connessioni di una capacità per misure in trasmissione (a e b) e riflessione (c) con VNA.

Laboratorio di Fisica Moderna – A.A. 2006-2007

Prova individuale

Per ciascuna esperienza riportare oltre ai risultati, le configurazioni degli strumenti ed i dispositivi eventualmente usati (anche con schemi circuitali ove necessario). Per essere sicuri di aver riportato tutti i parametri significativi, un metodo può essere quello di riportare con chiarezza tutte le informazioni necessarie a ripetere eventualmente l'esperienza.

Per tutti i risultati, riportare i grafici ritenuti importanti. Questi possono essere anche solo le "foto" delle schermate dello strumento, scegliendo i cursori in modo da evidenziare i punti più significativi (questo può non valere per tutti e tre gli esercizi).

1. Caratterizzazione di modi di una pill-box

Utilizzando le misure in riflessione caratterizzare il modo TM_{010} della pill-box: riportare f_0 , Q_0 , β dell'antenna in dotazione. Con la stessa antenna caratterizzare il modo TM_{011} , utilizzando una elaborazione delle misure in riflessione diversa dalla precedente (cioè in una usare l'interpolazione di S_{11} e nell'altro la carta di Smith o viceversa).

2. Banda passante per modulazione di ampiezza

Considerando l'attenuatore controllato in tensione, misurare la banda passante se nella porta di controllo è presente un segnale sinusoidale di frequenza variabile. Scegliere un punto di lavoro (e riportare i parametri significativi), usare come frequenza portante 1 GHz e riportare un grafico dell'ampiezza delle side-bands al variare della frequenza del segnale di controllo in modo che sia evidente la f_{3db} . Inoltre, nell'intorno del punto di lavoro scelto, caratterizzare l'attenuazione in funzione della tensione (continua) di ingresso.

3. Caratterizzazione di un componente incognito con il VNA

- 3.1 Individuare le caratteristiche del componente incognito, modellizzando il comportamento a bassa frequenza con un elemento a costanti concentrate (R , L o C con incertezza) e evidenziando il limite in frequenza della validità di un modello a costanti concentrate. Si possono utilizzare sia misure in riflessione che in trasmissione (fare una sola misura). Riportare la grandezza caratteristica del comportamento a bassa frequenza con incertezza.
- 3.2 Utilizzare il componente incognito per terminare una linea di trasmissione e caratterizzarlo mediante misure di TDR. Far vedere il tipico andamento di una risposta ad un gradino e calcolare da questa capacità, resistenza o induttanza (valore con incertezza). L'intervallo di frequenze di misura va scelto per evitare che la misura stessa sia inficiata dagli elementi parassiti del sistema sotto misura (componente stesso e connessioni).
- 3.3 Confrontare i due valori ottenuti e combinarli in un'unica misura. (**facoltativo**).

(*Suggerimento* : Nella TDR, se S_{11} è una costante, usare le solite formule di conversione; se invece ha un andamento esponenziale, ricordare che il logaritmo di un esponenziale è una retta la cui pendenza è legata alla costante di tempo).

Laboratorio di Fisica Moderna – A.A. 2005-2006

Prova individuale

Caratterizzazione di strip-lines

Utilizzando la tecnica delle misure in tempo con il VNA, caratterizzare l'impedenza in funzione della posizione in una microstriscia. Per le tre strip-lines indicate:

- Misurare la lunghezza elettrica della linea in riflessione. Scegliere la terminazione e il tipo di eccitazione più adatta alla misura. Riportare la misura.
- Dal paragone con la lunghezza geometrica, misurare la velocità media di propagazione del segnale.
- Riportare la misura dello S_{11} in funzione del tempo in modo che sia evidente il solo contributo della linea sotto-misura.
- Riportare l'impedenza caratteristica in funzione della distanza dal connettore (cioè il connettore corrisponde a $x=0$).

Indicare inoltre la configurazione dello strumento e la ragione delle scelte.

Nella relazione vanno riportate solo le “foto” delle schermate dello strumento, scegliendo i cursori in modo da evidenziare i punti più significativi (questo non vale per l'ultimo punto). Le misure sopra richieste sono le “minime richieste”, potete ovviamente aggiungere quello che riteniate significativo.

Concludere con un breve commento sulle misure, paragonando eventualmente quello che secondo voi può essere paragonato fra le misure effettuate.