

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un componente incognito in un circuito**

Un componente incognito (scatola blu) è inserito in un circuito, come indicato in figura. Il componente incognito è descrivibile con un modello **a singolo elemento** concentrato. Verificare fino a che frequenza il componente può essere approssimato con tale modello. 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).



Figura 12: Dispositivo da misurare.

1. Isolare il componente incognito (scatola blu) e capire di che componente si tratta dal comportamento a “bassa” frequenza.
2. Riportare il parametro significativo che descrive il componente incognito in “bassa” frequenza (cioè NON bisogna misurare i valori dei componenti parassiti). Dove possibile, riportare i valori dei parametri con incertezza. Se ottenete qualche misura di fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.
3. Scrivere il modello circuitale del circuito riportato in figura, considerando **ideali** tutti i componenti (componente incognito, divisore di potenza,  $50\Omega$  e corto-circuito).
4. Misurare il coefficiente di riflessione dalla bocca libera del circuito in figura. Riportare sulla carta di Smith le misure e il modello analitico ottenuto considerando il circuito equivalente ricavato nel punto precedente.

Sulla relazione, riportate i grafici che ritenete significativi specificando se è fatta la calibrazione ed in che intervallo di frequenza.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un componente incognito in un circuito**

Un componente incognito (scatola blu) è inserito in un circuito, come indicato in figura. Il componente incognito è descrivibile con un modello **a singolo elemento** concentrato. Verificare fino a che frequenza il componente può essere approssimato con tale modello. 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).

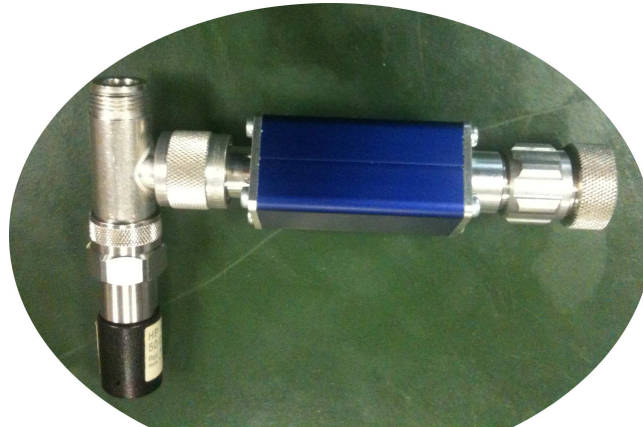


Figura 13: Dispositivo da misurare.

1. Isolare il componente incognito (scatola blu) e capire di che componente si tratta dal comportamento a "bassa" frequenza.
2. Riportare il parametro significativo che descrive il componente incognito in "bassa" frequenza (cioè NON bisogna misurare i valori dei componenti parassiti). Dove possibile, riportare i valori dei parametri con incertezza. Se ottenete qualche misura di fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.
3. Scrivere il modello circuitale del circuito riportato in figura, considerando **ideali** tutti i componenti (componente incognito, giunzione a T,  $50\Omega$  e corto-circuito).
4. Misurare il coefficiente di riflessione dalla bocca libera del circuito in figura. Riportare sulla carta di Smith le misure e il modello analitico ottenuto considerando il circuito equivalente ricavato nel punto precedente.

Sulla relazione, riportate i grafici che ritenete significativi specificando se è fatta la calibrazione ed in che intervallo di frequenza.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un componente**

Sul connettore sono montate 4 capacità in parallelo fra il conduttore centrale (inner) e massa; il connettore è poi inserito su un altro connettore a T, come riportato in figura. Sia  $C$  il valore della capacità totale.



Figura 14: Dispositivo da misurare.

Chiudere una delle porte libere con un carico da  $50\Omega$  e caratterizzare il dispositivo in riflessione dalla minima frequenza possibile fino alla prima risonanza.

1. Misurare il valore della capacità  $C$  con incertezza facendo il fit lineare a bassa frequenza, come visto a lezione (NON bisogna misurare i valori dei componenti parassiti).
2. Scrivere il modello circuitale del circuito sotto misura, considerando **ideali** tutti i componenti (capacità  $C$ , giunzione a T,  $50\Omega$ ).
3. Misurare il coefficiente di riflessione dalla bocca libera del circuito in figura. Riportare sulla carta di Smith le misure e il modello analitico ottenuto considerando il circuito equivalente ricavato nel punto precedente.

**Nota generale:** lo strumento va calibrato se necessario e nell'intervallo opportuno (nel caso si faccia la calibrazione specificarne il tipo e l'intervallo di frequenza). Sulla relazione riportate i grafici che ritenete significativi. Quando utilizzate fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un componente**

Sul connettore è capacità fra il conduttore centrale (inner) e massa; il connettore è poi inserito su un power splitter. Sia  $C$  il valore della capacità totale.



Figura 19: Dispositivo da misurare.

Chiudere una delle porte libere con un carico da  $50\Omega$  e caratterizzare il dispositivo in riflessione dalla minima frequenza possibile fino alla prima risonanza.

1. Misurare il valore della capacità  $C$  con incertezza facendo il fit lineare a bassa frequenza, come visto a lezione (NON bisogna misurare i valori dei componenti parassiti).
2. Scrivere il modello circuitale del circuito sotto misura, considerando **ideali** tutti i componenti (capacità  $C$ , divisore di potenza,  $50\Omega$ ).
3. Misurare il coefficiente di riflessione dalla bocca libera del circuito in figura. Riportare sulla carta di Smith le misure e il modello analitico ottenuto considerando il circuito equivalente ricavato nel punto precedente.

**Nota generale:** lo strumento va calibrato se necessario e nell'intervallo opportuno (nel caso si faccia la calibrazione specificarne il tipo e l'intervallo di frequenza). Sulla relazione riportate i grafici che ritenete significativi. Quando utilizzate fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

### Prova individuale

#### Caratterizzazione di un modo di cavit risonante tramite analizzatore di spettro

Si consideri il modo della cavit PILLBOX TM010 alla frequenza attesa di 1.91333 GHz.



Figura 20: Dispositivo da misurare.

1. Utilizzando il Signal generator della R&S e l'analizzatore di spettro si misuri la frequenza di risonanza ed il fattore di merito caricato del modo.
2. Noto il  $\beta_1$  ed il  $\beta_2$  della cavità, misurati durante l'esercitazione 5, valutare il  $Q_0$  del risonatore.
3. Utilizzando i valori misurati graficare il modulo di  $S_{21}/S_{21}(f_0)$  in funzione della frequenza normalizzata (deviazione) e confrontare il risultato con le misure.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

### Prova individuale

#### Caratterizzazione di un linea di trasmissione con TDR

Il prototipo di Beam Position Monitor (BPM) in figura è fatto da 4 strisce corto-circuitate ad un estremo che dovrebbero essere elettricamente **uguali**. A causa di imprecisioni durante la realizzazione (dimensioni, allineamenti) le strisce non hanno però la stessa impedenza caratteristica.

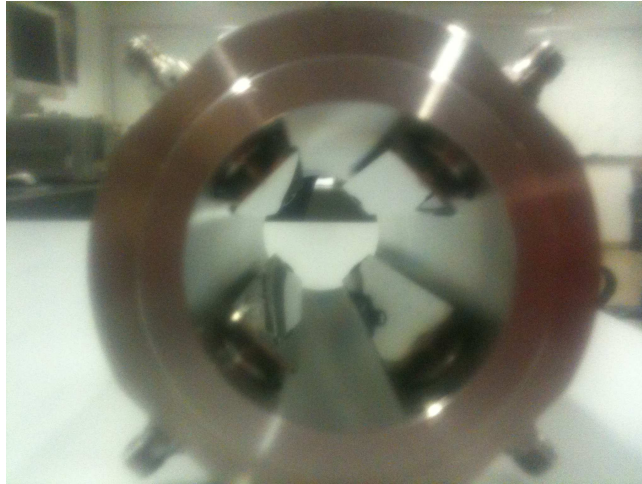


Figura 21: Prototipo di BPM.

1. Misurare la lunghezza elettrica di ciascuna delle strip, riportando i grafici significativi.
2. Misurare l'impedenza caratteristica di ciascuna linea riportarla in funzione della distanza  $z$  (cm) dal primo connettore, in modo che sia evidente la differenza fra le impedenze.
3. Sovrapporre in un unico grafico le 4 misure e commentare il risultato.

Nella relazione, riportare i grafici significativi di ciascuna misura e le configurazioni dello strumento.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

### Prova individuale

#### Caratterizzazione di un modo di cavità risonante

Considerare la cavità in figura.



Figura 22: Dispositivo da misurare.

1. Agire sui tuner in modo da ottenere un modo che risuoni alla frequenza di 1.91170 GHz.
2. Misurare  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  lasciando la porta non utilizzata aperta.
3. Caratterizzare il modo in trasmissione, ottenendo il fattore di qualità *unloaded*  $Q_0$  dalla misura automatica di  $Q$  e dai valori di  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ .
4. Caratterizzare il modo in riflessione, misurando  $Q_0$ ,  $\beta_1$ .
5. Confrontare in un grafico le misure di  $|S_{21}|$  (non calibrate) con le attese teoriche a partire da  $Q_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  normalizzando rispetto al massimo e alla frequenza di risonanza.

Sulla relazione, riportate i grafici che ritenete significativi specificando se è fatta la calibrazione ed in che intervallo di frequenza.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un modo di cavità risonante**

La cavità in figura può essere alimentata con due antenne in cui è possibile variare l'accoppiamento ruotando il connettore (dopo aver allentato la rondella). Una volta in posizione, basta stringere la rondella perchè il connettore sia immobile.



Figura 23: Dispositivo da misurare

Considerare il primo modo della cavità sotto misura (frequenza inferiore a 400 MHz).

1. Scrivere l'espressione analitica di  $S_{21}$  nel caso di accoppiamento simmetrico.
2. Agire sulla posizione delle antenne in modo da ottenere un accoppiamento simmetrico in modo che  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$  sia compreso fra 0.4 e 0.7. Per facilitare questa procedura, potete misurare prima il  $\beta$  ad una porta, poi visualizzare  $S_{11}$  e  $S_{22}$  ed agire sull'altra porta fino al raggiungimento della condizione desiderata. **Consiglio:** a questo punto non preoccupatevi di stringere la rondella che potrebbe far muovere il connettore perdendo la condizione di accoppiamento simmetrico, ma ultimate le misure senza toccare il dispositivo.
3. Riportare in un unico grafico le misure di  $S_{11}$  e  $S_{22}$  in modo da dimostrare il corretto posizionamento delle antenne.
4. Dalle misure (calibrate) di  $S_{21}$  ricavare  $Q_0$ ,  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ .
5. Sovraporre in un unico grafico le misure di  $|S_{21}|$  con le attese teoriche a partire da  $Q_0$ ,  $\beta$ .

Sulla relazione, riportate i grafici che ritenete significativi specificando se è fatta la calibrazione (e che tipo) ed in che intervallo di frequenza.



## Laboratorio di Misure ad Alta Frequenza – A.A. 2012-2013

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un modo in cavità**

La cavità risonante è alimentata da una guida d'onda sulla cella centrale e da un accoppiatore (porta A della Figura). Il dispositivo lavora a frequenze intorno a 11.4 GHz ed in particolare il modo di lavoro è in **accoppiamento critico**.



Figura 24: Dispositivo da misurare.

Il dispositivo va caratterizzato con **misure in riflessione dalla porta A**, lasciando tutte le altre porte aperte. Considerare **SOLO** il modo più vicino alla condizione di accoppiamento critico.

1. Riportare, in funzione della frequenza di risonanza ( $f_0$ ), del fattore di accoppiamento ( $\beta$ ) e del fattore di qualità ( $Q_0$ ) *unloaded*, l'**impedenza della cavità**  $Z(f)$  e, poi, l'approssimazione lineare della fase  $\angle Z$  nell'intorno della frequenza di risonanza. Scrivere la formula del modulo del **coefficiente di riflessione**  $\Gamma$ .
2. Misurare il  $\beta$  dal rapporto d'onda stazionario.
3. Misurare il fattore di qualità  $Q_0$  dal modulo dell'impedenza della cavità.
4. Misurare il fattore di qualità  $Q_0$  con incertezza da un fit lineare (intorno a  $f_0$ ) di  $\angle Z(f)$ .
5. Riportare un grafico con i valori di  $|\Gamma|$  misurati e le attese teoriche utilizzando  $f_0$ ,  $\beta$ ,  $Q_0$  misurati nei punti precedenti.

Lo strumento va calibrato solo quando necessario e nell'intervallo opportuno. Sulla relazione riportate i grafici che ritenete significativi.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione del mixer ZEM-4300+**

Il componente sul bancone è un mixer del quale vogliamo misurare la perdita di conversione.



Figura 28: Dispositivo da misurare.

1. Si colleghi il Signal generator della R&S allo spectrum analyser generando un segnale alla frequenza di 1 GHz con una potenza di 0 dBm. **Riportare nella relazione la traccia dello spectrum e la potenza misurata.**
2. Si colleghi il function generator Agilent allo spectrum analyser e si generi un segnale alla frequenza di 10 MHz e ampiezza 100mV. **Riportare nella relazione la traccia dello spectrum e la potenza misurata.**
3. Si alimenti la porta *L* del mixer con il segnale del Signal generator e la porta *I* con quello del function generator. Si misuri con lo spectrum la frequenza e la potenza della principale armonica alluscita *R*.
4. Valutare la perdita di conversione ( $K(\text{dB})$ ) tra l'armonica in *R* e l'ingresso in *L*:  
$$PL(\text{dBm}) = PR(\text{dBm}) - K(\text{dB}).$$
5. Utilizzando il programma matlab valutare l'andamento (approssimato) nel tempo ed in frequenza del segnale di uscita.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

### Prova individuale

#### Caratterizzazione di un componente incognito

Considerate il dispositivo sotto misura come descrivibile a costanti concentrate (resistenza, capacità o induttanza). 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).



Figura 29: Dispositivo da misurare.

1. Capire di che componente si tratta dal comportamento a “bassa” frequenza.
2. Misurare i parametri del modello significativo, come visto a lezione. Dove possibile, riportare i valori dei parametri con incertezza. Se ottenete qualche misura di fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.
3. Riportare sulla carta di Smith le misure e l'approssimazione ottenuta considerando il circuito equivalente del componente utilizzando i valori misurati nel punto precedente.

Sulla relazione, riportate i grafici che ritenete significativi specificando se è fatta la calibrazione ed in che intervallo di frequenza.

## Laboratorio di Misure ad Alta Frequenza – A.A. 2012-2013

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un modo in cavità**

La cavità risonante è alimentata da una guida d'onda sulla cella centrale e da un accoppiatore (porta A della Figura). Il dispositivo lavora a frequenze intorno a 2.856 GHz ed in particolare il modo di lavoro è in **accoppiamento critico**.



Figura 30: Dispositivo da misurare.

Il dispositivo va caratterizzato con **misure in riflessione dalla porta A**, lasciando tutte le altre porte aperte. Considerare **SOLO** il modo più vicino alla condizione di accoppiamento critico.

1. Riportare, in funzione della frequenza di risonanza ( $f_0$ ), del fattore di accoppiamento ( $\beta$ ) e del fattore di qualità ( $Q_0$ ) *unloaded*, l'**impedenza della cavità**  $Z(f)$  e, poi, l'approssimazione lineare della fase  $\angle Z$  nell'intorno della frequenza di risonanza. Scrivere la formula del modulo del **coefficiente di riflessione**  $\Gamma$ .
2. Misurare il  $\beta$  dal rapporto d'onda stazionario.
3. Misurare il fattore di qualità  $Q_0$  dal modulo dell'impedenza della cavità.
4. Misurare il fattore di qualità  $Q_0$  con incertezza da un fit lineare (intorno a  $f_0$ ) di  $\angle Z(f)$ .
5. Riportare un grafico con i valori di  $|\Gamma|$  misurati e le attese teoriche utilizzando  $f_0$ ,  $\beta$ ,  $Q_0$  misurati nei punti precedenti.

Lo strumento va calibrato solo quando necessario e nell'intervallo opportuno. Sulla relazione riportate i grafici che ritenete significativi.

## Laboratorio Multidisciplinare di Elettronica I – A.A. 2014-2015

## Prova individuale

**Caratterizzazione di un componente**

Su un estremo di un connettore a T è montato un tratto di linea di trasmissione corta, approssimabile a bassa frequenza come una capacità  $C$ ; l'altro estremo è chiuso su un carico da  $50\Omega$ . Considerare come porta da cui fare le misure, l'estremo libero della giunzione a T.



Figura 31: Dispositivo da misurare.

Caratterizzare il dispositivo in riflessione dalla minima frequenza possibile fino alla prima risonanza.

1. Misurare il valore della capacità  $C$  con incertezza facendo il fit lineare a bassa frequenza, come visto a lezione (NON bisogna misurare i valori dei componenti parassiti).
2. Scrivere il modello circuitale del circuito sotto misura, considerando **ideali** tutti i componenti (capacità  $C$ , giunzione a T,  $50\Omega$  e corto-circuito).
3. Misurare il coefficiente di riflessione dalla bocca libera del circuito in figura. Riportare sulla carta di Smith le misure e il modello analitico ottenuto considerando il circuito equivalente ricavato nel punto precedente.

**Nota generale:** lo strumento va calibrato se necessario e nell'intervallo opportuno (nel caso si faccia la calibrazione specificarne il tipo e l'intervallo di frequenza). Sulla relazione riportate i grafici che ritenete significativi. Quando utilizzate fit lineari, riportare le misure ed i fit lineari sovrapposti.