

POLITECNICO DI TORINO

CAMPI ELETTROMAGNETICI

LABORATORIO 3

Linea a fessura

GRUPPO N _____ DATA _____ ORA _____

COGNOME

NOME

1. _____

2. _____

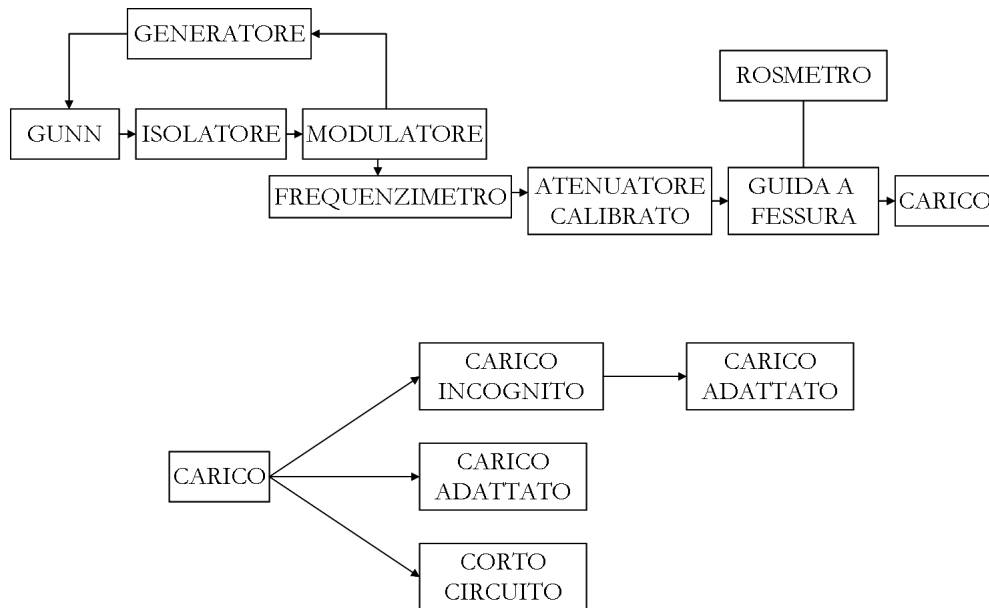
3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

1 SCHEMA A BLOCCHI DELL BANCO



2 DATI TECNICI

Caratteristiche della guida WR90

- Banda: 6.2 - 12.4 GHz
- Frequenza di taglio del modo TE_{10} (f_{c10}): 6.557 GHz
- Dimensione lato maggiore a : 0.9 in (2.286 cm)
- Dimensione lato minore b : 0.4 in (1.016 cm)

Il banco contiene:

- Generatore Gunn
- Attenuatore calibrato
- Cavità risonante
- Guida a fessura
- Isolatore a ferrite
- Alimentatore
- Modulatore
- ROSmetro

3 RELAZIONI UTILI

$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{c}{\lambda_{g10}} \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda_{g10}}{2a}\right)^2} \quad (1)$$

$$\lambda_0 = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda_{g10}}\right)^2 + \left(\frac{1}{2a}\right)^2}} \quad (2)$$

$$k_{cm,n} = \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2} \quad (3)$$

$$\lambda_{cm,n} = \frac{2\pi}{k_{cm,n}} \quad (4)$$

$$k_{z,m,n} = \sqrt{k^2 - k_{c,m,n}^2} \quad (5)$$

$$\lambda_{g,m,n} = \frac{2\pi}{k_{z,m,n}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2}} \quad (6)$$

$$Z_{TE_{m,n}} = \frac{\omega\mu}{k_{z,m,n}} = \frac{Z_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_{cm,n}}\right)^2}} \quad (7)$$

Per il modo fondamentale TE_{10} :

$$\lambda_{c10} = 2a \quad (8)$$

$$\lambda_{g,1,0} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda_0}\right)^2 - \left(\frac{1}{2a}\right)^2}} \quad (9)$$

dove:

- f è la frequenza
- λ_0 è la lunghezza d'onda nello spazio libero ($c = \lambda_0 f$)
- $k_{cm,n}$ è la costante critica del modo (m,n)
- $\lambda_{cm,n}$ è la lunghezza d'onda critica del modo (m,n)
- $k_{z,m,n}$ è la costante di propagazione longitudinale del modo (m,n)
- $\lambda_{g,m,n}$ è la lunghezza d'onda guidata ($\lambda_g > \lambda_0$)
- $Z_{TE_{m,n}}$ è l'impedenza modale TE ($Z_0 = 120\pi$ impedenza intrinseca del vuoto)

L'impedenza normalizzata $z(z)$ che si legge sulla carta di Smith, in funzione del coefficiente di riflessione Γ , è data da

$$z(z) = \frac{Z(z)}{Z_{TE}} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad (10)$$

Si definisce rapporto d'onda stazionario la quantità

$$ROS = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (11)$$

da cui

$$|\Gamma| = \frac{ROS - 1}{ROS + 1} \quad (12)$$

4 PRINCIPIO DELLA MISURA

Scopo dell'esperimento di laboratorio è misurare l'impedenza di un carico incognito. Grazie alla relazione tra impedenza normalizzata e coefficiente di riflessione (vedi eq. 10), si può ricondurre la misura di un carico incognito Z_L ad una misura di $|\Gamma|$ e $\arg \Gamma$.

Misurando il ROS, tramite la (11) si calcola $|\Gamma|$. Per ricavare $\arg \Gamma$ si effettua una misura di lunghezza elettrica d/λ_g . Noti $|\Gamma|$ e $\arg \Gamma$ si determina l'impedenza normalizzata corrispondente sulla Carta di Smith e, denormalizzando, si calcola il valore di Z_L .

5 CALCOLI PRELIMINARI

Prima di iniziare con le misure, ogni gruppo dovrà calcolare (e riportare sulle tabelle date) il valore di λ_g che si spera, usando come frequenza di riferimento 9 GHz (la frequenza reale di lavoro viene poi determinata dalla misura); questo dato calcolato deve servire per farsi un'idea dell'ordine di ampiezza (alcuni centimetri), ma non deve essere preso come valore certo, dovuto alla incertezza che viene dal diodo Gunn.

6 FASI DELLA MISURA

6.1 Misura della lunghezza d'onda

6.1.1 Con la linea a fessura

- a Collegare all'uscita della linea a fessura un corto circuito fisso.
- b Regolare l'attenuatore in modo opportuno.
- c Fissare su qualsiasi scala del RoSmetro un valore a caso.
- d Muovere il cursore della linea a fessura fino a raggiungere il valore scelto sul righello della linea a fessura, segnare come d_1 .

e Muovere ancora il righello della linea a fessura fino a raggiungere ancora il valore scelto passando per un minimo (verso il generatore) e misurare sul righello della linea a fessura la distanza, segnare d_2

f Calcolare la posizione del 1° minimo come

$$d_{cc1} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (13)$$

g Ripetere le operazioni per il minimo adiacente e calcolare d_{cc2}

h Calcolare λ_g come

$$\lambda_g = 2|d_{cc1} - d_{cc2}| \quad (14)$$

i Ricavare f , la frequenza di operazione, usando il λ_g misurato (TABELLA 1)

6.2 Misura del ROS del carico e di d/λ_g

a Misura e calcolo di d/λ_g

a1 Prendere la posizione di uno zero come riferimento (d_{cc})

a2 Smontare il corto circuito e montare la guida di cui si vuole misurare l'impedenza (guida reattiva + carico adattato)

a3 Determinare la posizione di un minimo (d_L) a destra o a sinistra della posizione dello zero presa come riferimento utilizzando la stessa procedura vista per il corto circuito.

a4 Calcolare la lunghezza elettrica (TABELLA 2)

$$\frac{|d_L - d_{cc}|}{\lambda_g} \quad (15)$$

c Misura del ROS (TABELLA 3)

c1 Spostandosi in un massimo, regolare l'attenuatore in modo che ROS sia 1 (in tal modo si fissa $V_{max} = 1$).

c2 Spostandosi in un minimo leggere sul ROSmetro il valore di ROS

6.3 Calcolo dell'impedenza normalizzata sulla carta di Smith

a Calcolare Γ_L a partire dal ROS tramite la 12

b Tracciare sulla carta di Smith un cerchio di raggio Γ_L

c Calcolare $\arg \Gamma$ muovendosi di d/λ_g verso il carico (se $d_L - d_{cc} > 0$) oppure verso il generatore (se $d_L - d_{cc} < 0$).

d Trovare il valore d'impedenza normalizzata come l'intersezione tra la circonferenza e la semiretta uscente dal centro della carta con lunghezza elettrica calcolata.

e Calcolare infine l'impedenza moltiplicando l'impedenza normalizzata per Z_{TE} , dove Z_{TE} si calcola usando la frequenza misurata (TABELLA 4).

7 TABELLE DI DATI

d_{cc1}	d_{cc2}	$\lambda_g = 2 d_{cc1} - d_{cc2} $	f

TABELLA 1 - MISURA DI λ_g e f

d_L	d_{cc}	d/λ_g

TABELLA 2 - MISURA DI d/λ_g

ROS	$ \Gamma $

TABELLA 3 - MISURA DI ROS e calcolo di $|\Gamma|$

$\zeta(z)$ (CdS)	Z_{TE}	Z_L

TABELLA 4 - CALCOLO DI Z_{TE} E Z_L

The Complete Smith Chart

Black Magic Design

