

POLITECNICO DI TORINO

CAMPI ELETTROMAGNETICI

**LABORATORIO 3**

**Linea a fessura**

GRUPPO N \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_\_ ORA \_\_\_\_\_

COGNOME

NOME

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

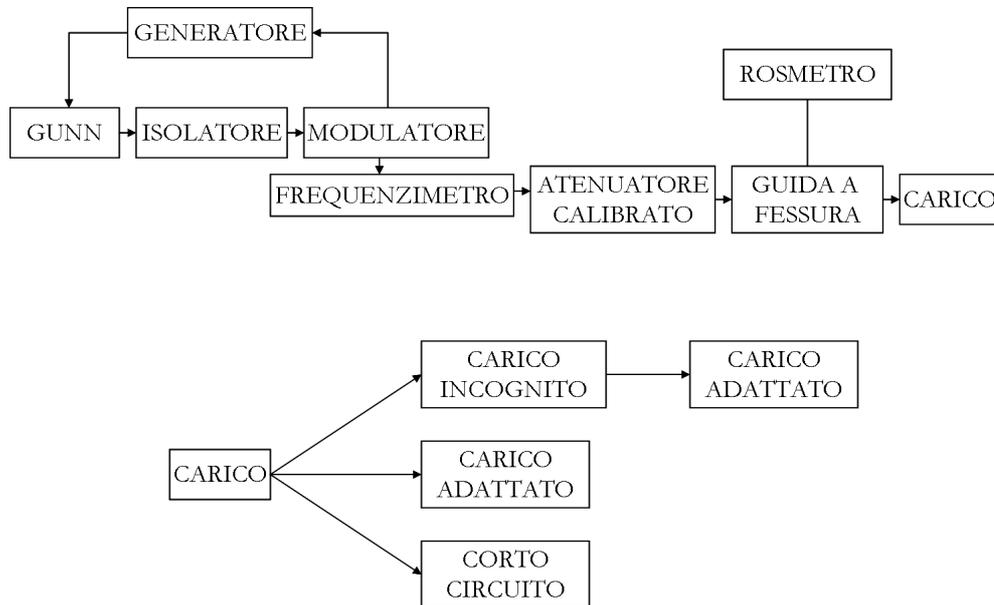
5. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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
- $\lambda_0$  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  $\Gamma$ , 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  $d/\lambda_g$ . 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  $\lambda_g$  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  $\lambda_g$  come

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

i Ricavare  $f$ , la frequenza di operazione, usando il  $\lambda_g$  misurato (TABELLA 1)

## 6.2 Misura del ROS del carico e di $d/\lambda_g$

a Misura e calcolo di  $d/\lambda_g$

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  $\Gamma_L$  a partire dal ROS tramite la 12

b Tracciare sulla carta di Smith un cerchio di raggio  $\Gamma_L$

c Calcolare  $\arg \Gamma$  muovendosi di  $d/\lambda_g$  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  $\lambda_g$  e  $f$

$d_L$	$d_{cc}$	$d/\lambda_g$

TABELLA 2 - MISURA DI  $d/\lambda_g$

$ROS$	$ \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

