

a.a. 2014/2015

CAMPI ELETTROMAGNETICI

LABORATORIO

ANALIZZATORE DI RETI E COMPONENTI IN MICROSTRISCIA

GRUPPO N° _____ DATA _____ ORA _____

COGNOME

NOME

1.	_____	_____
2.	_____	_____
3.	_____	_____
4.	_____	_____
5.	_____	_____
6.	_____	_____

COMPONENTI IN MICROSTRISIA

- **Dispositivi a 1 porta**

- Carico Adattato (ML = Match Load)
- Carico $R=100\Omega$ non adattato e adattato a $\lambda/4$ ed a L dritto

- **Dispositivi a 2 porte**

- Filtro passa basso
- Risonatore ad anello

- **Dispositivi a 3 porte**

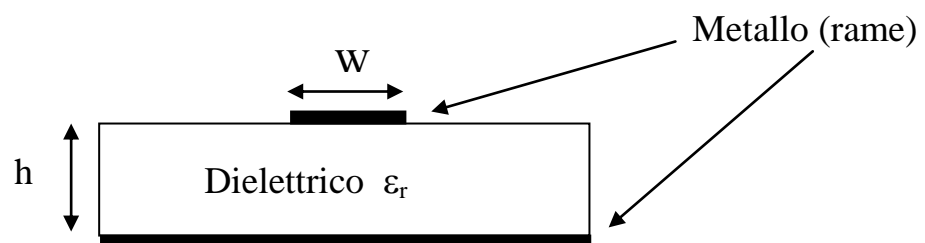
- Circolatore (isolatore)
- Divisore di potenza

- **Dispositivi a 4 porte**

- Accoppiatore direzionale

CARATTERISTICHE DEL BANCO

- Banda S : $f = 2\div 4$ GHz
- Substrato PFTE (**poly-fluoro-tetra-etilene**), con $\epsilon_r \cong 2.13$
- Impedenza caratteristica 50Ω



Dispositivi a una porta

CARICO ADATTATO ($ML = Match Load$)



Fig. 1 Carico adattato

L'adattamento è realizzato a centro banda (3 GHz). In corrispondenza di tale frequenza S_{11} è circa -30dB.

Sulla Carta di Smith si può visualizzare il comportamento al variare della frequenza: alla frequenza di centro banda sono al centro della carta di Smith.

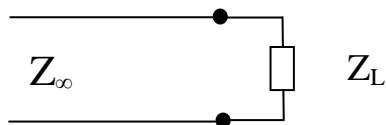
CARICHI DA 100 Ω NON ADATTATO E ADATTATO



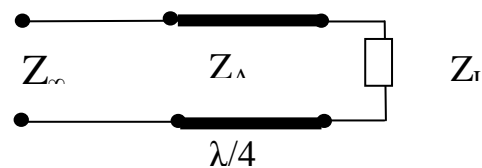
Fig. 2 a) Carico da 100 Ω . b) Adattatore a $\lambda/4$. c) Adattatore ad L.

Il carico resistivo (100 Ω) consiste in una resistenza miniaturizzata in serie chiusa su un carico a larga banda (a 'Farfalla').

CASO A : LINEA SENZA CIRCUITO DI ADATTAMENTO



CASO B : ADATTAMENTO CON TRATTO DI LINEA $\lambda/4$



CASO C : ADATTAMENTO CON LINEA + STUB IN PARALLELO

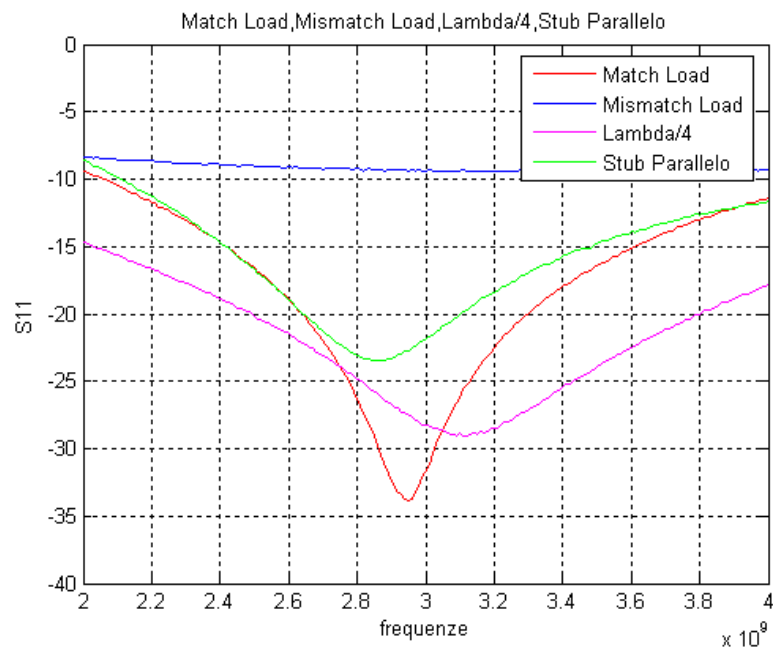
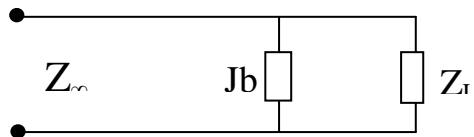


Fig. 3 S_{ij} (dB) in funzione della frequenza (Hz)

Dispositivi a due porte

FILTRO PASSA BASSO

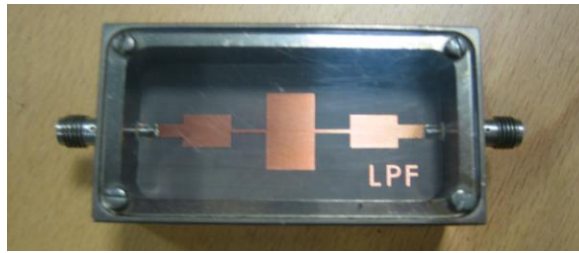
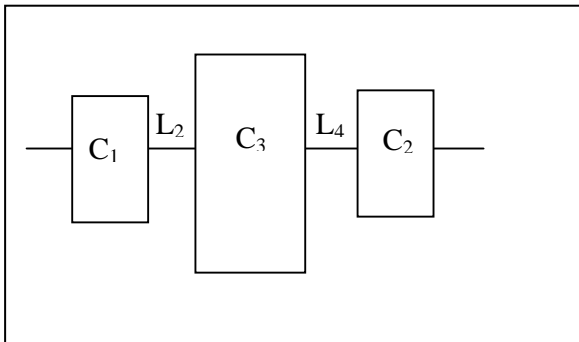


Fig. 4 Filtro passa basso



I filtri passa basso in microstriscia o stripline si possono realizzare alternando dei tratti di linea con impedenza caratteristica molto alta a tratti di linea con impedenza molto bassa.

Le prestazioni non sono elevate e il loro uso è limitato a quelle applicazioni in cui non è richiesta una transizione troppo ripida tra banda passante e banda attenuata. Il coefficiente S_{21} ha l'andamento tipico della funzione di trasferimento di un filtro passa basso.

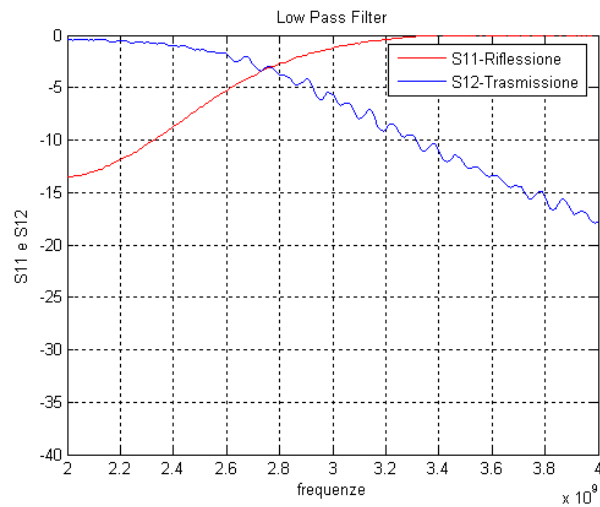
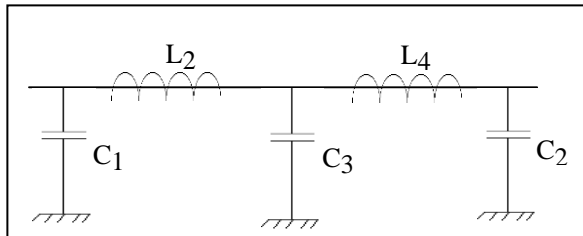


Fig. 5 S_{ij} (dB) in funzione della frequenza (Hz)

Dispositivi a tre porte

DIVISORE DI POTENZA

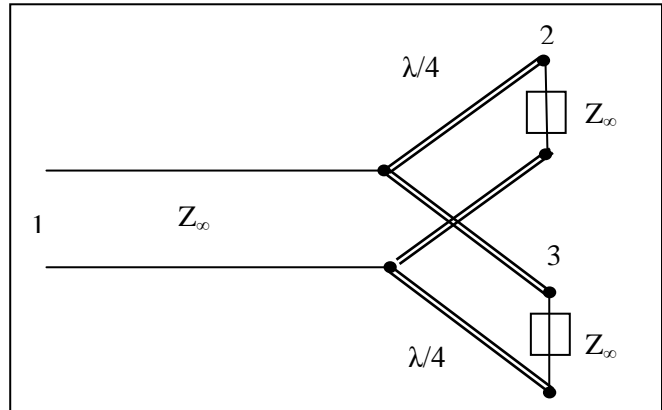


Fig. 6 Divisore di potenza

Le porte 2 e 3 sono state adattate con un tratto di linea $\lambda/4$ di impedenza caratteristica $\sqrt{2} Z_{\infty}$.
La potenza si a metà tra di esse.

$$\underline{\underline{S}} = \begin{bmatrix} 0 & S_{12} & S_{13} \\ S_{12} & 0 & S_{23} \\ S_{13} & S_{23} & 0 \end{bmatrix}$$

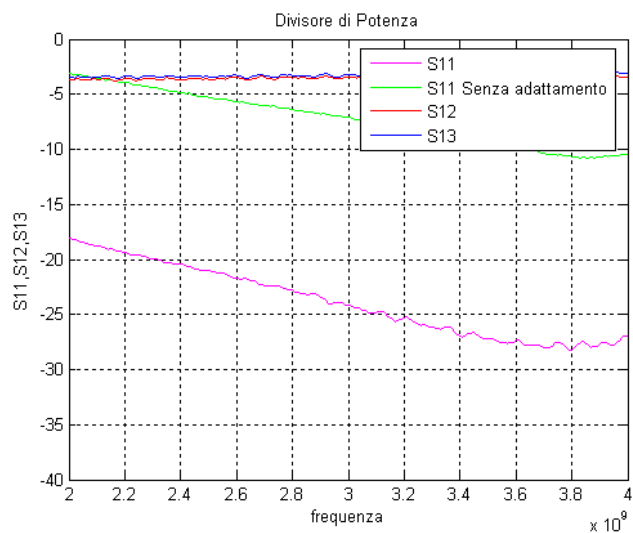


Fig. 7 S_{ij} (dB) in funzione della frequenza (Hz)

ACCOPIATORE DIREZIONALE

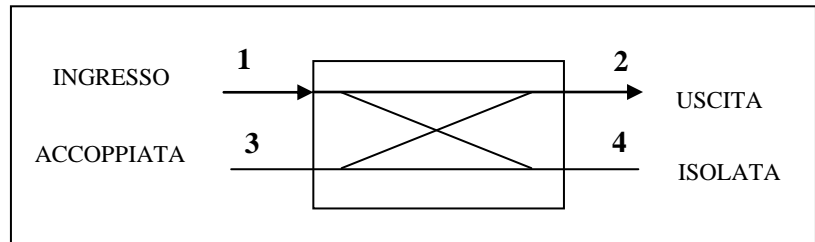


Fig. 8 Accoppiatore direzionale.

La potenza entrante nella porta 1 è accoppiata alla porta 3 (porta accoppiata) con fattore di accoppiamento $|S_{13}|^2 = K^2$, mentre la potenza rimanente esce dalla porta 2 (porta di uscita) con coefficiente $|S_{12}|^2 = 1-K^2$.

In un accoppiatore direzionale ideale, non c'è potenza uscente dalla porta 4 (porta isolata).

COEFFICIENTE DI ACCOPPIAMENTO: $C = 10 \log_{10} P_3/P_1 = -20 \log_{10} K$ [dB]

DIRETTIVITÀ: $D = 10 \log_{10} P_4/P_3 = 20 \log_{10} K/|S_{14}|$ [dB]

ISOLAMENTO: $I = 10 \log_{10} P_1/P_4 = -20 \log_{10} |S_{14}|$ [dB]
 $I = D + C$ [dB]

$$S = \begin{bmatrix} 0 & \sqrt{1-k^2} & jk & 0 \\ \sqrt{1-k^2} & 0 & 0 & jk \\ jk & 0 & 0 & \sqrt{1-k^2} \\ 0 & jk & \sqrt{1-k^2} & 0 \end{bmatrix}$$

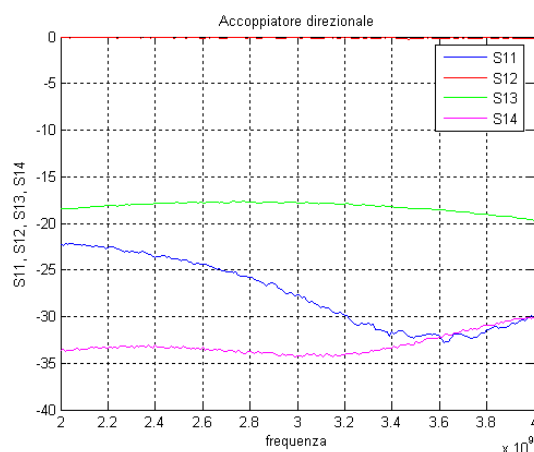
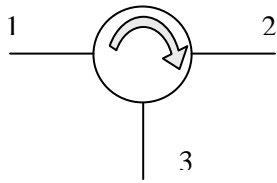


Fig. 9 S_{ij} (dB) in funzione della frequenza (Hz)

CIRCOLATORE

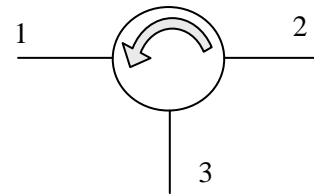


Fig. 10 Circolatore destro.



Circolatore destro

$$\underline{\underline{S}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



Circolatore sinistro

$$\underline{\underline{S}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Grazie al particolare orientamento della ferrite i segnali circolano esclusivamente nel senso della freccia (orario o antiorario).

PERDITE DI TRASMISSIONE, 1 a 2 = $10\log_{10} P_2/P_1 \cong -0,5\text{dB}$

ISOLAMENTO, 1 a 3 = $10\log_{10} P_3/P_1 < -20\text{dB}$

RISONATORE AD ANELLO

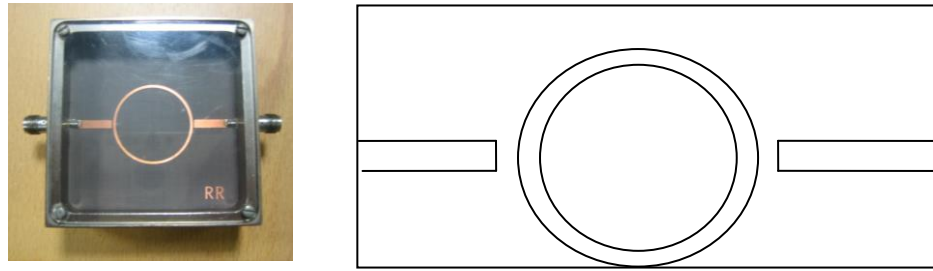


Fig. 11 Risonatore ad anello

Alla frequenza di risonanza f_r , il diametro dell'anello è $n\lambda_g$, dove n è il modo di propagazione ed è dato dal costruttore ($n=2$).

A basse frequenze, la separazione tra la linea di accesso e l'anello si comporta come un circuito aperto. All'aumentare della frequenza, per effetto dell'accoppiamento tra la linea e l'anello, la potenza entra nell'anello.

Alla frequenza di risonanza f_r se il segnale percorre l'anello un numero di giri pari, ha uno sfasamento di 2π e si somma (in fase) al segnale in ingresso.

$$L = 2\pi r = n\lambda_g/2$$

$$W = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Diametro} = 23,3 \text{ mm}$$

$$f_r \cong 3\text{GHz} \quad (n=2)$$

Dalla risposta in frequenza si può calcolare il Q del risonatore:

$$Q = \frac{f_r}{f_2 - f_1} = \frac{\pi}{\alpha\lambda_g}$$

dove f_r = frequenza di risonanza; f_1 = frequenza a -3 dB inferiore; f_2 = frequenza a -3 dB superiore, α attenuazione della microstriscia.

Fig. 12 Risonatore ad anello

