POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
II SESSIONE - ANNO 1996

Ramo: ELETTRONICA Tema N. 1

Di uno spezzone di cavo telefonico sono stati misurati, al variare della frequenza:

- il modulo del coefficiente di trasmissione (fig. 1):

$$t(p) = 2\sqrt{\frac{R_g}{R_u}}\frac{V_2}{E}$$

  con $R_g = R_u = 600\,\Omega$;

- il modulo e la fase dell'impedenza d'entrata Z_e, con l'uscita del cavo chiusa su $R_u = 600\,\Omega$ (fig. 2).

I valori misurati sono riportati in Tab. 1.

Tabella 1

f Hz	$20\log\lvert t(j\omega)\rvert$	$\lvert Z_e(j\omega)\rvert$ Ω	$\arg Z_e(j\omega)$
100	− 3,00	1094	− 2°
200	− 3,02	1093	− 2° 40′
400	− 3,03	1089	− 6°
800	− 3,10	1056	−13°
1000	− 3,14	1036	−16° 30′
2000	− 3,46	896	−29°
3000	− 3,94	755	−38°
4000	− 4,50	640	−44°
5000	− 5,12	552	−46° 30′
6000	− 5,82	476	−48°
8000	− 7,20	387	−48° 30′
10000	− 8,42	331	−47° 10′
12000	− 9,55	293	−45° 20′
15000	−10,95	254	−43°
18000	−12,20	229	−40°
20000	−12,90	220	−38°

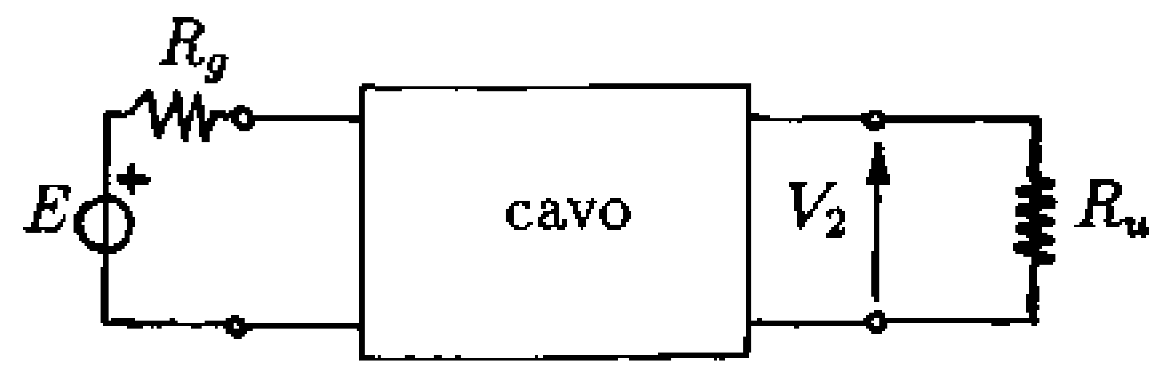


Fig. 1 *Cavo caricato da entrambi i lati. Il coefficiente di trasmissione è così definito:* $t(p) = 2\sqrt{R_g/R_u}\,\frac{V_2}{E}$

Fig.2 *Impedenza d'entrata* $Z_e(p)$ *del cavo chiuso su* $R_u = 600\,\Omega$

Volendo sostituire il cavo con un doppio bipolo a parametri concentrati, si chiede di progettare un doppio bipolo passivo, possibilmente sbilanciato, che soddisfi ai seguenti requisiti:

a) il modulo del coefficiente di trasmissione approssimi quello del cavo entro $\pm 0,5\,\mathrm{dB}$;

b) l'impedenza d'entrata, con l'uscita chiusa su una resistenza di $600\,\Omega$, approssimi il modulo (entro $\pm 0,5\%$) e la fase (entro $\pm 5°$) dell'impedenza d'entrata del cavo.

Il candidato, dopo aver effettuato il progetto, supponga di volerlo verificare ricorrendo al programma di simulazione SPICE. A tal fine, il candidato scriva un insieme di comandi atti ad effettuare l'analisi in frequenza del doppio bipolo progettato.

SUGGERIMENTO:

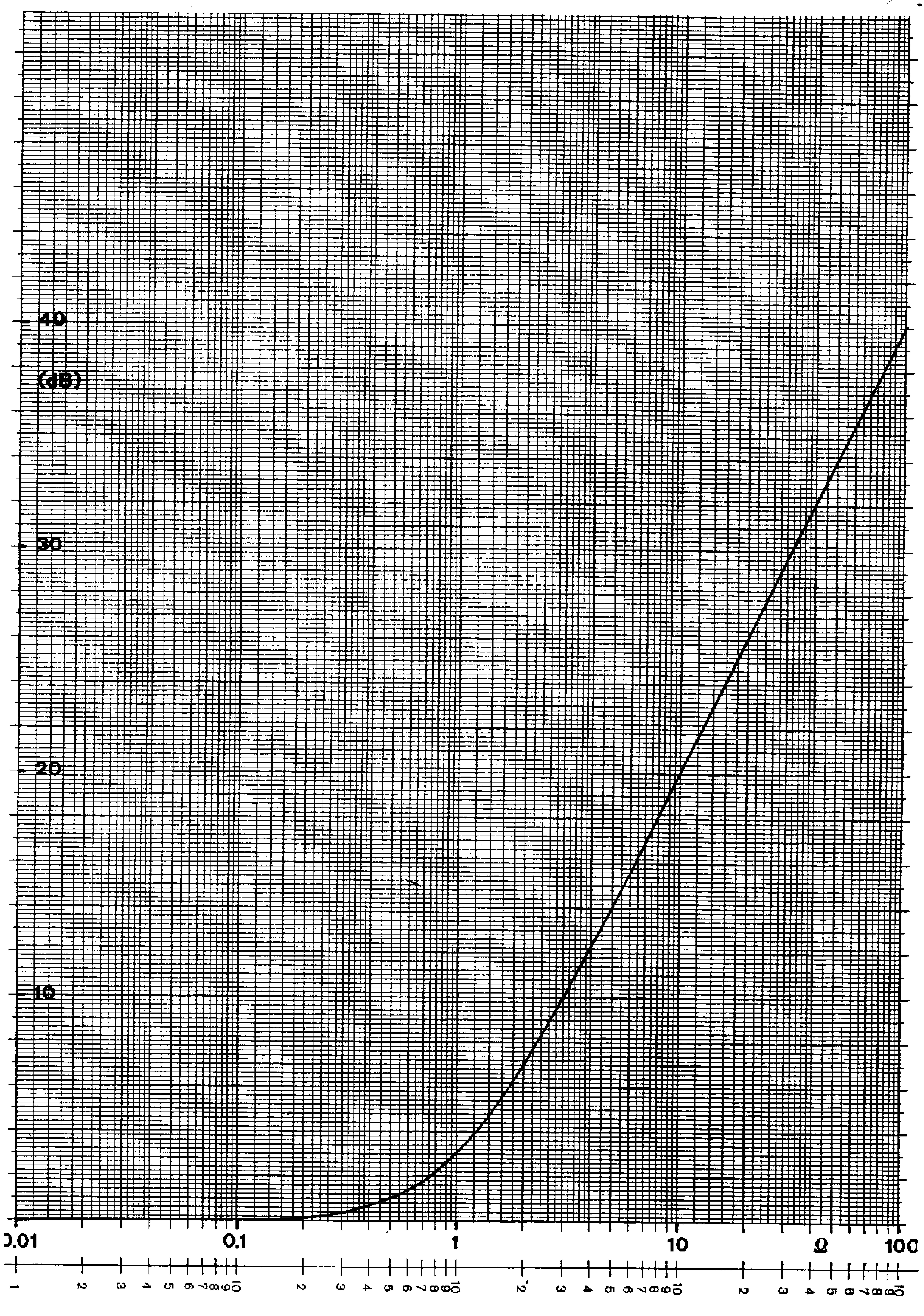
La soluzione del problema è facilitata se si sfruttano le relazioni esistenti tra le funzioni di rete sopra indicate e i parametri di diffusione.

Table 3-4 Matrix Conversion for Scattering Parameters†

	$[y_{ij}]$		$[z_{ij}]$		$[S_{ij}]$	
$[y_{ij}]$	y_{11}	y_{12}	$\dfrac{z_{22}}{\Delta_z}$	$\dfrac{-z_{12}}{\Delta_z}$	$\dfrac{1+S_{22}-S_{11}-\Delta_S}{1+S_{11}+S_{22}+\Delta_S}$	$\dfrac{-2S_{12}}{1+S_{11}+S_{22}+\Delta_S}$
	y_{21}	y_{22}	$\dfrac{-z_{21}}{\Delta_z}$	$\dfrac{z_{11}}{\Delta_z}$	$\dfrac{-2S_{21}}{1+S_{11}+S_{22}+\Delta_S}$	$\dfrac{1+S_{11}-S_{22}-\Delta_S}{1+S_{11}+S_{22}+\Delta_S}$
$[z_{ij}]$	$\dfrac{y_{22}}{\Delta_y}$	$\dfrac{-y_{12}}{\Delta_y}$	z_{11}	z_{12}	$\dfrac{1+S_{11}-S_{22}-\Delta_S}{1+\Delta_S-S_{11}-S_{22}}$	$\dfrac{2S_{12}}{1+\Delta_S-S_{11}-S_{22}}$
	$\dfrac{-y_{21}}{\Delta_y}$	$\dfrac{y_{11}}{\Delta_y}$	z_{21}	z_{22}	$\dfrac{2S_{21}}{1+\Delta_S-S_{11}-S_{22}}$	$\dfrac{1+S_{22}-S_{11}-\Delta_S}{1+\Delta_S-S_{11}-S_{22}}$
$[S_{ij}]$	$\dfrac{1+y_{22}-\Delta_y-y_{11}}{1+y_{11}+y_{22}+\Delta_y}$	$\dfrac{-2y_{12}}{1+y_{11}+y_{22}+\Delta_y}$	$\dfrac{\Delta_z+z_{11}-z_{22}-1}{1+z_{11}+z_{22}+\Delta_z}$	$\dfrac{2z_{12}}{1+z_{11}+z_{22}+\Delta_z}$	S_{11}	S_{12}
	$\dfrac{-2y_{21}}{1+y_{11}+y_{22}+\Delta_y}$	$\dfrac{1+y_{11}-\Delta_y-y_{22}}{1+y_{11}+y_{22}+\Delta_y}$	$\dfrac{2z_{21}}{1+z_{11}+z_{22}+\Delta_z}$	$\dfrac{\Delta_z-z_{11}+z_{22}-1}{1+z_{11}+z_{22}+\Delta_z}$	S_{21}	S_{22}

† Since S_{ij} are in normalized form, one must divide z_{11} and z_{22} by R_1 and R_2 and multiply y_{11} and y_{22} by R_1 and R_2 respectively. Similarly, divide z_{21} and z_{12} by $\sqrt{R_1R_2}$ and multiply y_{21} and y_{12} by $\sqrt{R_1R_2}$. The impedances R_1 and R_2 are the reference impedances of ports 1 and 2, respectively.

ove $\Delta_S = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$.



40
(dB)
30
20
10
0.01
0.1
1
10
Ω
100