

Esperienza 7: misure sulla linea di trasmissione

- In questa esperienza si invia un segnale impulsivo in una linea di trasmissione lunga 100m.
- Si studiano sia il segnale in uscita (e quindi la velocità di propagazione) che l'effetto del segnale riflesso che torna all'ingresso.



Riassunto della teoria

- Nella linea di trasmissione il segnale si propaga come un'onda a velocità $v = 1/\sqrt{L_u C_u} \cong c/\sqrt{\epsilon_r}$
- A seconda di come è terminata la linea (cioè di quale carico è connesso alla sua estremità), una frazione del segnale può venire riflessa indietro verso il generatore, e quindi, sovrapponendosi al segnale inviato dal generatore, modificandone la forma. Si hanno diversi casi:
 - Linea adattata (carico uguale alla impedenza della linea)
 - Linea non adattata (carico diverso dall' impedenza della linea); casi particolari di questo sono
 - Linea aperta
 - Linea in corto
- Si studierà il segnale in ingresso variando il carico R_c in uscita in modo da esplorare i diversi casi.

In generale

- Per R_c qualsiasi ricaviamo il coefficiente di riflessione imponendo la legge di Ohm per R_c :

$$\frac{V(x=\ell, t=t_\ell)}{I(x=\ell, t=t_\ell)} = R_c$$

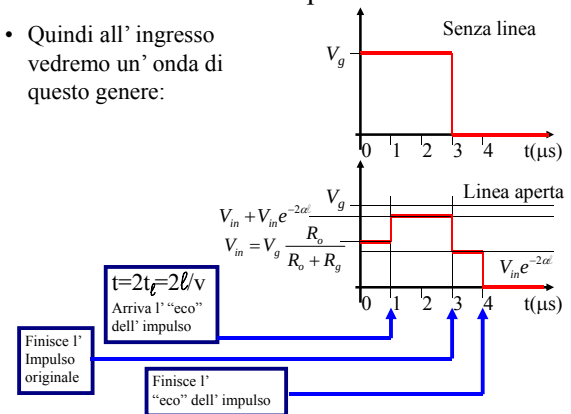
$$\frac{V_{in}e^{-\alpha\ell} + \Gamma V_{in}e^{-\alpha\ell}}{V_{in}e^{-\alpha\ell} - \Gamma V_{in}e^{-\alpha\ell}} = R_c \Rightarrow \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} = \frac{R_c}{R_o}$$

- Si verifica facilmente che Γ vale 0 per $R_c=R_o$, vale 1 per R_c infinita e vale -1 per $R_c=0$.

- In ingresso $V(x=0, t=2t_\ell) = V_{in}(1 + \Gamma e^{-2\alpha\ell})$

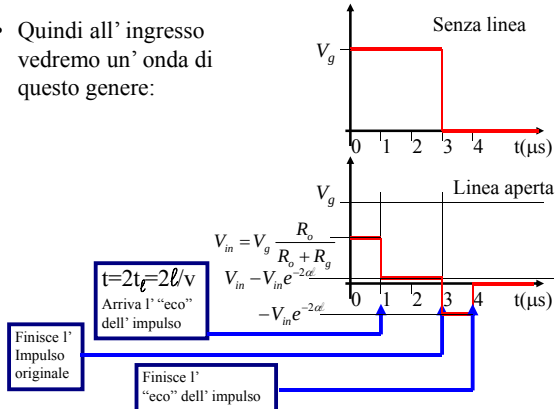
Linea Aperta

- Quindi all' ingresso vedremo un' onda di questo genere:

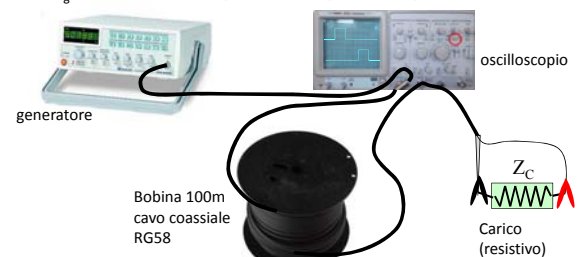


Linea in corto

- Quindi all' ingresso vedremo un' onda di questo genere:



- Collegare il generatore all' oscilloscopio (CH1).
- Collegare l' uscita SYNCHRO del generatore all' ingresso TRIGGER ESTERNO dell' oscilloscopio, e commutare su EXT il selettore del modo di Trigger.
- Utilizzare una frequenza $f=50kHz$ e scegliere l' onda quadra.
- Agire sui comandi di ampiezza, offset e duty cycle in modo da avere una V_g di 5V per $0 < t < 3 \mu s$, 0V per $3 \mu s < t < 20 \mu s$.



- Utilizzare una T per connettere il segnale dal CH1 dell'oscilloscopio all'ingresso della linea.
- Connettere l'altra estremità della linea al CH2 dell'oscilloscopio, con una T in modo da chiudere la linea con una resistenza da 50Ω (tappo a 50Ω)
- Si dovrebbe essere in condizioni di linea adattata (assenza di riflessioni).
- Misurare l'ampiezza del segnale applicato alla linea V_{in} .
- Ricavare R_0 supponendo che la R_g sia di 50Ω .

- Misurare il ritardo tra CH2 e CH1 e da questo ricavare la velocità di propagazione nella linea, sapendo che la lunghezza è di 100m.

- Togliere il tappo a 50Ω e osservare l'onda riflessa in CH1.
- Misurare $2t_l$, V_{in} , V_2 ,
- Stimare l'attenuazione α da

$$V_2 = V_{in} (1 + e^{-2\alpha l})$$

- Cortocircuitare la linea con un tappo a 0Ω e osservare l'onda riflessa in CH1.
- Misurare $2t_l$, V_{in} , V_3 ,
- Stimare l'attenuazione α da

$$V_3 = V_{in} (1 - e^{-2\alpha l})$$

- Connettere un BNC-coccodrillo all'uscita, e connettere una resistenza di carico $R_c = 10, 22, 33, 47, 100, 330 \Omega$. Misurare $2t_l$, V_{in} , V_C ,
- Stimare R_0 per ogni R_c dalle due relazioni sotto, e poi calcolare la media pesata

$$V_C = V_{in} (1 + \Gamma e^{-2\alpha l}) \quad \Gamma = \frac{R_C - R_0}{R_C + R_0}$$