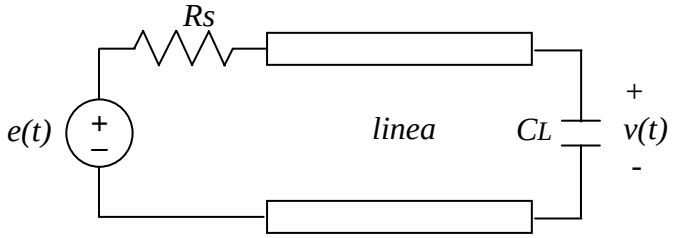
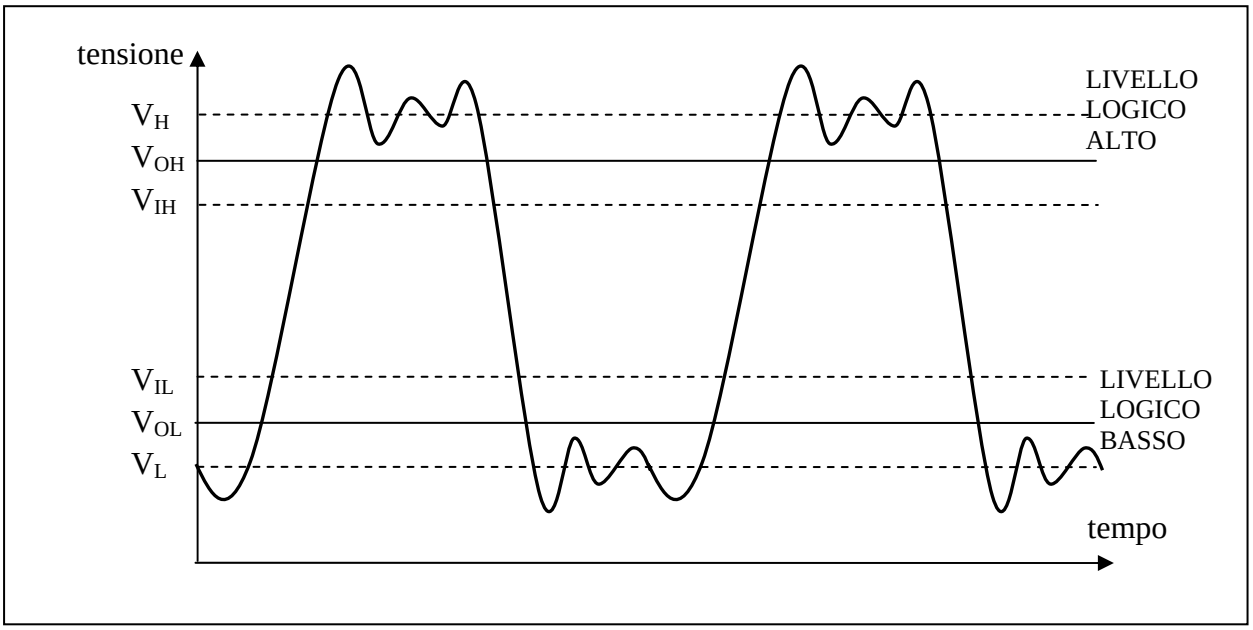
Esercitazione 2: Effetti delle linee di trasmissione sull'integrità di segnale

La figura in esame rappresenta un modello equivalente semplice di un sistema di trasmissione dati costituito da un trasmettitore (rappresentato dal suo equivalente di Thèvenin), una interconnessione elettrica ed un ricevitore, schematizzato attraverso la sua capacità equivalente ai morsetti di ingresso. I parametri di riferimento per la segnalazione dati sono in figura e si riferiscono alla famiglia logica TTL.



Parametri del driver e del ricevitore in un sistema di segnalazione



PARAMETRI FAMIGLIA LOGICA TTL

	V_{OL} [V]	V_{OH} [V]	V_{IL} [V]	V_{IH} [V]
DRIVER	0.1	2.1		
RECEIVER			0.8	2.0

Il generatore impone un'onda quadra di tensione di periodo T_s, rise-time e fall-time $0.05T_s$, duty-cycle 0.5, mentre $R_S = 50\,\Omega$. Il canale di trasmissione viene testato al variare della frequenza del segnale, quindi al variare di T_s. Il test viene superato se il segnale sul ricevitore è tale da consentire commutazioni alto-basso e basso-alto con un ritardo minore di $0.25T_s$.

Punto A: effetto della linea e scelta del ricevitore

Si assuma che la linea di trasmissione sia ideale e sia descritta dai seguenti parametri p.u.l.:

$$len = 10\,cm, \quad L = 0.3\,\mu H/m, \quad C = 120\ pF/m.$$

I possibili valori delle capacità equivalente dei ricevitori sono riportati nella tabella seguente:

Capacità (pF) equivalente all'ingresso dei ricevitori				
REC. 1	**REC. 2**	**REC. 3**	**REC. 4**	**REC. 5**
50	20	10	5	1

Utilizzando il modello di linea distribuito e assumendo per la frequenza dell'onda quadra i seguenti valori: $f_s = 1/T_s = 50\,\text{MHz},\ 100\,\text{MHz}, 500\,\text{MHz},$

- valutare ad ogni frequenza quali ricevitori tra quelli individuati nella tabella soddisfano le specifiche;
- ripetere l'analisi in presenza di driver leggermente disadattato ($R_S = 60\,\Omega$ e $R_S = 45\,\Omega$).

Punto B: analisi con un modello concentrato ideale

Confrontare i risultati ottenuti al punto A con quelli ottenibili modellando la linea con una cella singola L-C, utilizzando i parametri p.u.l. e la lunghezza forniti al punto A.

Punto C: effetto delle perdite

Si consideri il caso del punto A, con $f_s = 1/T_s = 100\,\text{MHz}$. Valutare le prestazioni dei vari ricevitori assumendo che la linea sia in perdita, con $R = 10\,\Omega/\text{m}, G = 0$. Si conduca l'analisi per lunghezze della linea pari a 10 cm e a 50 cm.

SPUNTI PER L'APPROFONDIMENTO

1) Con riferimento alle condizioni descritte al punto A, verificare che se $R_S < Z_0$ è più semplice rispettare la specifica. Si verifichi che al decrescere di R_S, si ottengono delle sovratensioni. Supponendo che il limite di tali sovratensioni sopportabile dal ricevitori sia il 15% del valore nominale, verificare per i vari ricevitori scelti quale sia il massimo livello di disadattamento tollerabile tra R_S e Z_0
2) Con riferimento alle varie frequenze utilizzate per il generatore, valutare la lunghezza elettrica della linea e verificare se una cascata di *N* celle L-C può simulare la linea in modo efficace, scegliendo 10 celle per ogni lunghezza d'onda.
3) Ripetere le analisi del punto A considerando la linea come il canale attivo di un sistema di 3 conduttori descritto dalle matrici:

$$\underline{\underline{L}} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.05 \\ 0.05 & 0.3 \end{bmatrix} \mu H/m, \quad \underline{\underline{C}} = \begin{bmatrix} 120 & -15 \\ -15 & 120 \end{bmatrix} pF/m.$$

   Si assuma che le estremità della linea vittima siano adattate.