

CAMPI ELETTROMAGNETICI

a.a. 2020/2021

LABORATORIO 1 - TEORIA

TRANSITORI SU LINEE DI TRASMISSIONE

Dalle Dispense del Prof. Dante Del Corso

INTRODUZIONE

Specifiche

Scopo di questa esercitazione è verificare il comportamento di spezzoni di linea in diverse condizioni di pilotaggio e di terminazione.

L'esecuzione delle misure richiede l'allestimento di un banco riflettometrico con strumenti standard.

Strumentazione e componenti richiesti:

- Generatore di segnali con impedenza di uscita 50Ω
- Oscilloscopio con banda passante di almeno 60 MHz
- Matassa di cavo con impedenza caratteristica $Z_w = 50 \Omega$ (RG58) di 15-20 m
- Altro spezzone di cavo di 1-2 m
- Adattatori e terminazione a 50Ω
- Altre resistenze per realizzare terminazioni non adattate e disadattamento al generatore (22, 120, 220 Ω)
- Condensatori per terminazione RC: 1 nF, 47 nF, 1 microF

Progetto

In questa esercitazione la parte di progetto comprende il calcolo delle forme d'onda previste per le diverse situazioni in cui vengono effettuate delle misure mediante il diagramma a traliccio.

Misure

La disposizione degli strumenti da usare per tutte le misure è indicata nella figura 1. Il generatore pilota la matassa di cavo. L'oscilloscopio rileva i segnali ai due estremi del cavo in diverse condizioni di pilotaggio e di terminazione. Per collegare elementi circuitali in serie o in parallelo al cavo sfruttare la basetta con le morsettiere riportate dai BNC. La basetta va collocata, a seconda della misura in atto, dal lato generatore o dal lato terminazione (vedi Fig. 1).

Il generatore va predisposto per generare onde quadre di ampiezza 2 V con frequenza 200 kHz circa (dati indicativi, per ottenere una comoda visualizzazione sull'oscilloscopio).

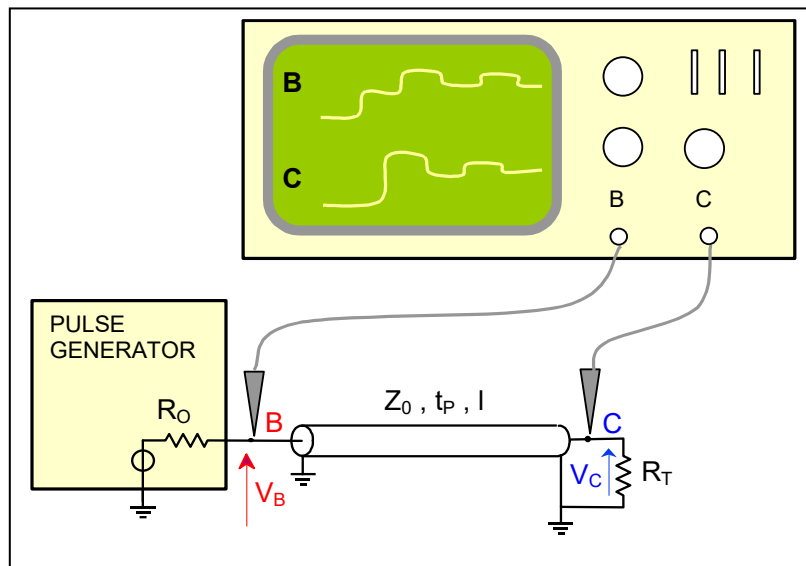


Fig 1 Banco di misura

Le misure da eseguire sono nell'ordine:

- A) Misura dei parametri del generatore;
- B) Misura dei parametri del cavo;
- C) Effetti del disadattamento lato generatore e lato remoto;
- D) Effetti del carico capacitivo;

La lunghezza del cavo determina il tempo di trasmissione t_p , e di conseguenza la scala dei tempi per tutte le misure e le caratteristiche degli strumenti. Con 10 m di cavo è possibile eseguire le misure con un oscilloscopio da 100 MHz. I componenti agli estremi del cavo possono essere collegati con adattatori del tipo mostrato in figura 2.

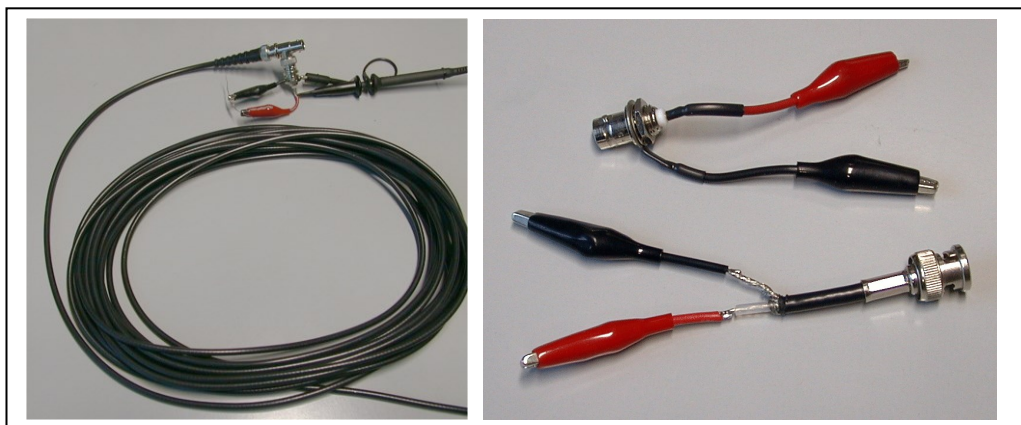


Fig 2 Cavo e adattatori usati per l'esperienza.

A) Misura dei parametri del generatore

- 1) Verificare l'ampiezza V_B dell'uscita del generatore a vuoto utilizzando la sonda dell'oscilloscopio (vedi Fig. 3a).
- 2) Collegare al generatore un carico R_L noto (ad esempio, $100\ \Omega$), e misurare il nuovo valore di V_B ; dalle due misure calcolare l'impedenza di uscita R_O del generatore (Figura 3 b). Il valore ottenuto deve essere prossimo a $50\ \Omega$.

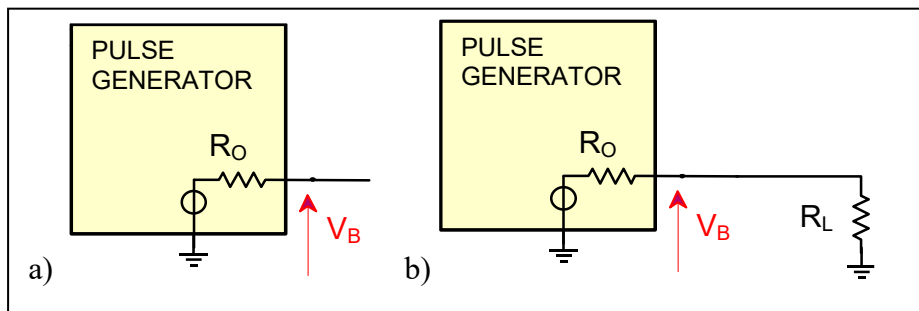


Fig 3 Misura dell'impedenza di uscita del generatore.

B) Misura dei parametri del cavo

- 1) Collegare il generatore ed i cavi corto e lungo ai due canali dell'oscilloscopio, e verificare le forme d'onda ai due estremi. (Figura 4); confrontare con il risultato ricavato con diagramma a traliccio (Esercizio 1 scheda).

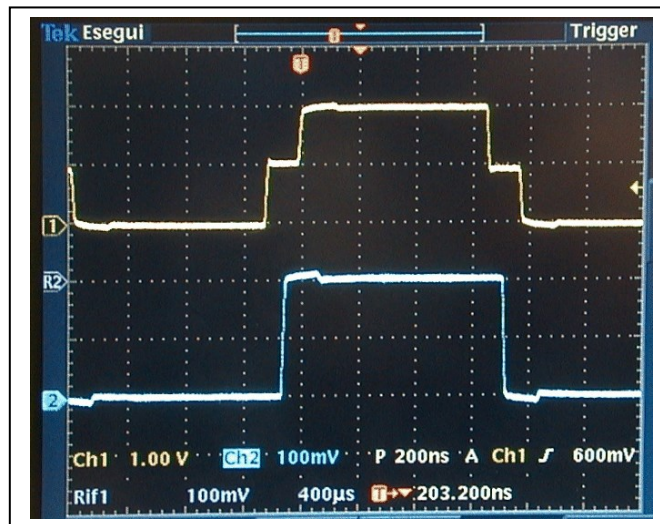


Fig. 4 La traccia superiore corrisponde al segnale lato generatore; i due gradini corrispondono rispettivamente all'onda incidente e all'onda riflessa. Dato che il generatore è adattato, non vi sono ulteriori riflessioni.

Dalla forma d'onda rilevata all'estremo vicino (lato generatore) e dalla lunghezza (misurata) del cavo, calcolare la velocità di propagazione.

Per il cavo RG58 si dovrà ottenere un valore prossimo a $0,7\ c$.

- 2) Collegare una resistenza di terminazione da 50Ω (vedi Appendice) e verificare l'assenza di riflessioni .

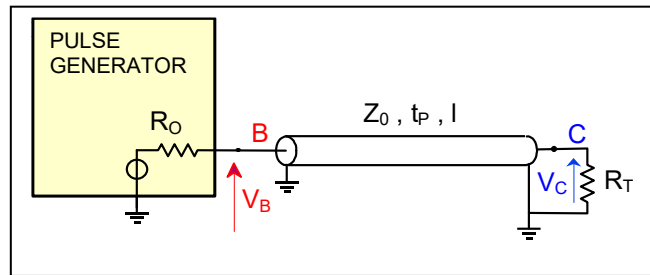


Fig. 5 Misura della velocità di propagazione nel cavo.

C) Disadattamento lato driver e lato terminazione

- 1) Collegare una resistenza R_S (220Ω) in serie tra generatore e linea, lasciando la linea aperta all'estrem remoto ($\Gamma_T = 1$).
- 2) Dalle forme d'onda ai due estremi calcolare il coefficiente di riflessione Γ_G (generatore), e confrontare con il valore calcolato.

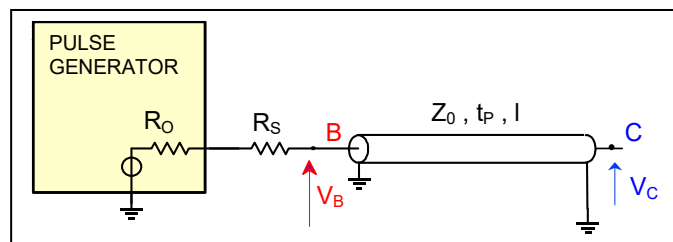


Fig. 6 Resistenza di terminazione serie per $R_O < Z_0$, linea aperta all'estremo remoto.



Fig. 7 Segnali per $R_O > Z_0$, e linea aperta all'estremo remoto.

Ripetere la misura con resistenza equivalente del generatore più bassa della impedenza caratteristica (collocare una resistenza da $22\ \Omega$ in parallelo sull'uscita del generatore). Dato che il coefficiente di riflessione lato generatore è negativo, saranno presenti delle oscillazioni. Verificare le forme d'onda con quelle previste mediante il diagramma a traliccio, e il valore misurato di Γ_G con quello calcolato.

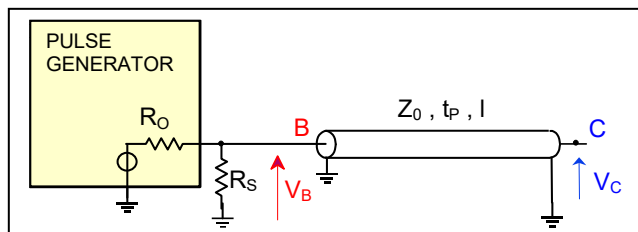


Fig. 8 Resistenza $R_G < Z_0$, linea aperta all'estremo remoto.

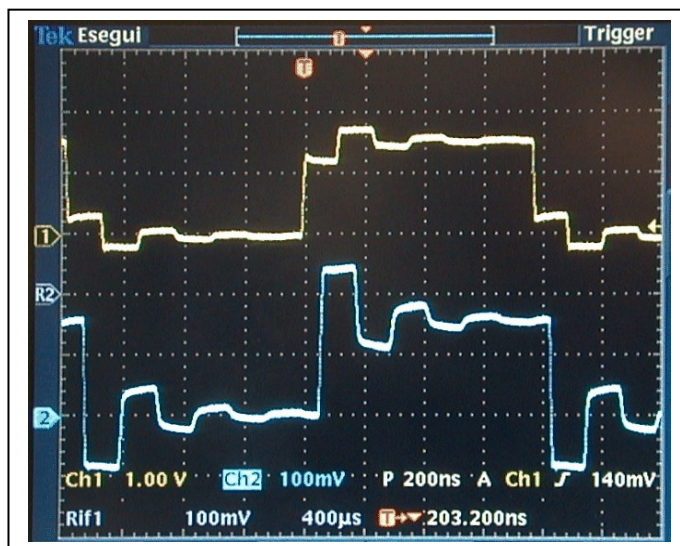


Fig. 9 Segnali per $R_O < Z_0$, e linea aperta all'estremo remoto.

D) Carico capacitivo

- 1) Collegare un condensatore da 1 nF (C_T) all'estremo remoto del cavo.
- 2) Verificare le forme d'onda agli estremi del cavo.

Per una analisi di prima approssimazione, quando il gradino raggiunge l'estremo remoto, il condensatore può essere considerato un corto circuito ($\Gamma_T = -1$), mentre a transitorio esaurito diventa un circuito aperto ($\Gamma_T = 1$). Quindi le forme d'onda corrispondono a quelle di un corto circuito per $t = t_p$ all'estremo remoto, e per $t = 2 t_p$ per l'estremo vicino.

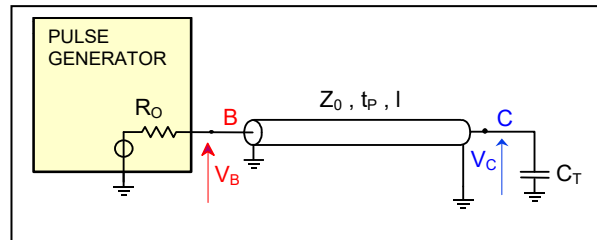


Fig. 10 Verifica delle forme d'onda con carico capacitivo.

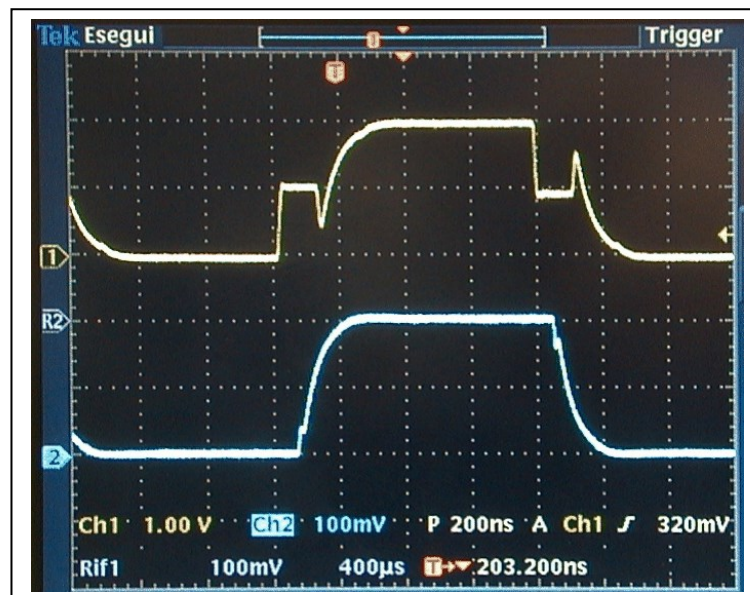


Fig. 11 Forme d'onda nella linea di trasmissione con carico capacitivo.

APPENDICE

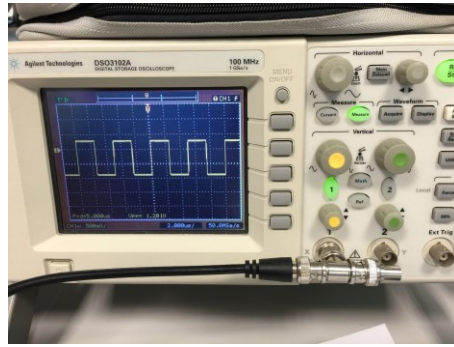


Fig. A1 Collegamento carico da 50 Ohm



Fig. A2 Collegamento resistenza in serie

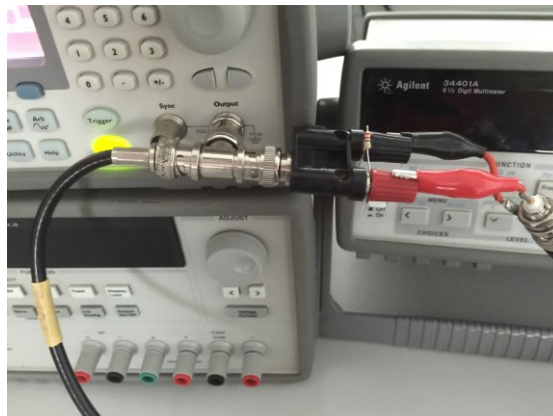


Fig. A.3 Collegamento resistenza in parallelo