

Fig.1

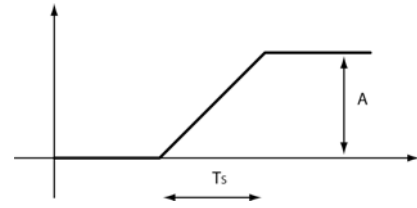


Fig.2

Problema 1

Il segnale di un fotorelevatore viene prelevato (Fig.1) da un preamplificatore ad altissima impedenza di ingresso, banda passante limitata da un polo semplice a frequenza $f_p = 10$ MHz e generatori di rumore riferiti all'ingresso con densità spettrali efficaci (unilaterali) $(S_V)^{1/2} = 1$ nV/(Hz) $^{1/2}$ e $(S_I)^{1/2} = 0,05$ pA/(Hz) $^{1/2}$ a larga banda. $C_L = 10$ pF è la capacità totale tra ingresso del preamplificatore e massa e $R_L = 200$ M Ω la resistenza di carico. Il segnale di tensione sul carico ha forma a quasi-gradino di ampiezza A , con fronte di salita a rampa lineare di durata $T_s = 20$ μ s (Fig.2). Si vuole misurare A con buona sensibilità, cioè ottenendo rapporto S/N > 10 anche per piccola ampiezza.

- Valutare il rumore all'uscita del preamplificatore e di conseguenza la minima ampiezza A_{min} misurabile senza usare altri filtri.
- Individuare e spiegare quale funzione peso deve avere il filtraggio da utilizzare a valle del preamplificatore per ottenere la massima sensibilità. Valutare il rumore nella misura effettuata con tale filtraggio e di conseguenza la minima ampiezza così misurabile.
- Individuare un tipo di filtro praticamente realizzabile che approssimi il filtraggio indicato in (b). Dimensionarne i parametri caratteristici e valutare il rumore nella misura effettuata con tale filtraggio e di conseguenza la minima ampiezza così misurabile.
- Tenere ora conto anche di una componente spettrale $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 1$ kHz nei generatori di rumore. Valutare se ciò cambia sensibilmente i risultati precedentemente ottenuti e in caso affermativo indicare quali altri filtri impieghereste contro il rumore $1/f$ (sono sufficienti valutazioni quantitative di prima approssimazione).

Problema 2

Si deve misurare l'attenuazione di fibre ottiche in plastica, che attenuano la potenza ottica dell'ordine di 20 dB/km. Si dispone di una sorgente lunghezza d'onda $\lambda = 750$ nm con potenza calibrata $P_s = 1$ μ W, impulsata con durata di impulso rettangolare $T_p = 200$ μ s. Si utilizza un fotorelevatore connesso a un preamplificatore ad alta impedenza, con schema equivalente come nella Fig.1, ma con i seguenti valori: $R_L = 1$ k Ω ; $C_L = 10$ pF; $(S_V)^{1/2} = 1$ nV/(Hz) $^{1/2}$; $(S_I)^{1/2} = 1$ pA/(Hz) $^{1/2}$; $f_p = 10$ MHz.

Come fotorelevatore si dispone di due soluzioni alternative: un fotodiodo al Silicio con efficienza di rivelazione $\eta = 0,3$ a $\lambda = 750$ nm e corrente di buio $I_d < 1$ pA; oppure un fotomoltiplicatore dotato di guadagno $G = 10^6$ avente catodo S20 con $\eta = 0,01$ a $\lambda = 750$ nm e corrente di fondo (emissione termica più radiazione di fondo) $I_b = 3,2$ fA.

- Misurando direttamente l'impulso in uscita dal preamplificatore senza altri filtri valutare la potenza minima che deve arrivare sul rivelatore per avere almeno S/N = 10. Valutare di conseguenza la lunghezza massima di fibra su cui si può operare con ciascuno dei rivelatori.
- Scegliere un filtraggio da utilizzare dopo il preamplificatore per migliorare la misura sul singolo impulso ed effettuare anche in questo caso le valutazioni fatte al punto (a).
- Si può migliorare ancora la misura (cioè diminuire ulteriormente la potenza minima e aumentare la lunghezza di fibra) utilizzando gli stessi componenti (sorgente e rivelatore)? In caso affermativo spiegare come procedere e valutare il miglioramento ottenibile.
- Considerare ora che nei generatori di rumore del circuito vi sia anche una componente spettrale $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 1$ kHz. Spiegare in quale delle valutazioni precedenti essa produce una variazione significativa, ed indicare come si può procedere per limitarla.