

Problema 1

Fotodiodo (PD) efficienza quantica $\eta = 0,5$ a $\lambda = 620$ nm corrente di buio $I_B = 1$ pA	Carico $R_L = 1k\Omega$ $C_L = 1pF$
Fotomoltiplicatore (PMT) catodo S20 efficienza quantica $\eta = 0,04$ a $\lambda = 620$ nm $G > 10^7$ corrente di buio al catodo $I_B = 8 \cdot 10^{-18}$ A $(n_B = 50 \text{ elettroni/s})$	Preamplificatore $S_V^{1/2} = 1 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ (unilatera) $S_I^{1/2} = 1 \text{ pA/Hz}^{1/2}$ (unilatera)

Una sostanza eccitata da un impulso laser ultrabreve emette un impulso di luce a $\lambda = 620$ nm, dovuto a un decadimento fluorescente esponenziale con vita media $T_F = 100$ ns. Si utilizza come fotorivelatore un fotodiodo al silicio o un fotomoltiplicatore, collegato a un carico e a un preamplificatore con le caratteristiche sopra riportate.

(a) Si utilizzi come rivelatore il fotodiodo e un gated integrator (GI) per misurare l'ampiezza di un singolo impulso di corrente dal rivelatore $i_F = I_F \exp(-t/T_F)$. Usare tempo di gate (cioè tempo di integrazione) T_G sufficiente per raccogliere praticamente tutta la carica dell'impulso $Q_F = I_F T_F$. In queste condizioni valutare la minima carica misurabile, esprimendone il valore in Coulomb e in numero di elettroni. Calcolare l'energia e il numero di fotoni del corrispondente impulso ottico.

(b) Ancora usando il fotodiodo, indicare e spiegare le caratteristiche del filtraggio ottimo per la misura dell'impulso detto in (a). Valutare la minima carica così misurabile (in Coulomb e in numero di elettroni) e il fattore di miglioramento del filtro ottimo rispetto al caso (a).

Riprendere in considerazione il GI: esaminare e spiegare se e come sia possibile utilizzarlo in condizioni diverse per ottenere un risultato più vicino all'ottimo di quanto visto in (a). Valutare questo risultato e indicare il fattore di inferiorità del GI in queste condizioni rispetto al filtro ottimo.

(c) Ancora usando il fotodiodo, considerare di avere impulsi ripetitivi con frequenza di ripetizione $f_r = 1$ kHz. Indicare e spiegare come si possa utilizzare la ridondanza di informazione per migliorare la sensibilità di misura. Valutare il massimo fattore di miglioramento ottenibile, tenendo conto che l'intensità di fluorescenza può variare su tempi $T_V > 10$ s.

Tenendo conto che il valore della frequenza di ripetizione f_r non è stabile, ma può derivare nel tempo, indicare schemi di filtraggio analogico adatti per effettuare la misura richiesta e confrontarli con altri schemi analogici che risultano invece adatti solo se f_r è bene costante.

(d) Considerando ora di usare il PMT, indicare e spiegare le differenze che si presentano nel trattare i casi (a) e (c). Non si chiede di svolgere tutti i calcoli quantitativi, ma solo di spiegare a livello qualitativo dando indicazioni quantitative di massima.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Fotodiodo (PD) efficienza quantica $\eta = 0,5$ a $\lambda = 620$ nm corrente di buio $I_B = 1$ pA	Carico $R_L = 40k\Omega$ $C_L = 1pF$
Fotomoltiplicatore (PMT) catodo S20 efficienza quantica $\eta = 0,04$ a $\lambda = 620$ nm $G > 5 \cdot 10^6$ corrente di buio al catodo $I_B = 8 \cdot 10^{-18}$ A ($n_B = 50$ elettroni/s)	Preamplificatore $S_V^{1/2} = 2$ nV/Hz ^{1/2} (unilatera) $S_i^{1/2} = 1$ pA/Hz ^{1/2} (unilatera)

Una soluzione liquida scorre con flusso turbolento in un condotto. Per monitorarne la densità viene misurata l'intensità trasmessa di un fascio laser a $\lambda = 620$ nm che attraversa il flusso. Il 10% della potenza del fascio incidente è modulata sinusoidalmente a frequenza $f_m = 100$ kHz da un modulatore elettroottico pilotato da un segnale elettrico, che è disponibile per l'apparato di misura. Il fattore di trasmissione ottica T varia lentamente, cioè con variazioni sensibili su tempi dell'ordine di 0,2 s o più lunghi. Si utilizza come rivelatore un fotodiodo al silicio o un fotomoltiplicatore, collegato a un carico e a un preamplificatore con le caratteristiche sopra riportate. Si misura l'ampiezza P_m della componente modulata e si intende arrivare a misurare il fattore di attenuazione fino al valore $T = 0,001$.

(a) Utilizzando come rivelatore il fotodiodo, descrivere e dimensionare un apparato di misura basato su un filtro a parametri costanti. Valutare la minima potenza modulata $P_{m_{min}}$ con esso misurabile e la minima potenza necessaria del fascio laser $P_{L_{min}}$ per arrivare a misurare l'attenuazione fino al livello richiesto $T = 0,001$.

(b) Ancora utilizzando come rivelatore il fotodiodo, descrivere e dimensionare un apparato di misura basato su un amplificatore lock-in. Valutare in queste condizioni la minima potenza modulata $P_{m_{min}}$ misurabile e la minima potenza necessaria del fascio laser $P_{L_{min}}$.

(c) Considerare ora di utilizzare il PMT e l'apparato di misura basato sul filtro a parametri costanti visto in (a). Spiegare cosa cambia ora nella valutazione della minima potenza modulata $P_{m_{min}}$ e la minima potenza necessaria del fascio laser $P_{L_{min}}$ necessaria (nelle valutazioni non tenere conto dell'effetto di fluttuazione statistica del guadagno del PMT).