

Problema 1

In un processo industriale occorre rilevare con risoluzione di $0,5^\circ\text{C}$ in temperatura e $0,1\text{s}$ in tempo le variazioni di temperatura di un ambiente intorno a 300°C . L'operazione va svolta per cicli operativi di 10 minuti, con intervallo di 1 minuto tra un ciclo e l'altro. Viene utilizzata una termocoppia tipo R (Platino/Platino-Rodio) con coefficiente $dV/dT = 11 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ e giunzione di riferimento a temperatura di 20°C monitorata con precisione di $0,1^\circ\text{C}$. Preamplificatore ed elettronica di misura distano circa 10 m dal forno; i fili di collegamento compatibili con i due terminali della termocoppia hanno rispettivamente $r_1 = 40 \Omega/\text{m}$ e $r_2 = 20 \Omega/\text{m}$; il potenziale di massa dove è la termocoppia è differente da quello dell'elettronica: $V_{CM} \approx 10\text{V}$.

- (1) Disegnare e spiegare lo schema dei collegamenti elettrici da usare. Indicare che tipo di preamplificatore occorre usare, spiegando i motivi.
- (2) Indicare e spiegare quali siano i parametri dell'amplificatore cui occorre dedicare particolare attenzione e valutare le specifiche per essi necessarie in questo caso.
- (3) Sapendo che i generatori di rumore riferiti all'ingresso del preamplificatore hanno componenti a larga banda con densità (unilatera) $(S_o)^{1/2} = 10\text{nV}/\text{Hz}^{1/2}$ $(S_i)^{1/2} = 3\text{pA}/\text{Hz}^{1/2}$ valutare il loro effetto nella misura.
- (4) Posto che i generatori di rumore riferiti all'ingresso abbiano anche componenti di tipo $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 10\text{kHz}$, valutare il loro effetto nella misura. Spiegare se e come si possa ridurre questo effetto fino a renderlo trascurabile.

Problema 2

Le giunzioni difettose di una fibra ottica riflettono circa 1% della potenza ottica di un impulso laser lanciato in fibra. La tecnica di Riflettometria Ottica nel Dominio del Tempo (OTDR) utilizza l'effetto per individuare queste giunzioni. Si lancia un impulso laser in fibra, si rilevano gli impulsi dovuti alle riflessioni e il ritardo con cui arriva un impulso riflesso rispetto al lancio permette di risalire alla posizione del difetto (l'impulso si propaga a velocità di $20\text{cm}/\text{ns}$ e fa andata e ritorno). Si vuole analizzare con OTDR un collegamento in fibra con attenuazione di $0,2\text{dB}/\text{km}$ (in potenza ottica) utilizzando un diodo laser che genera impulsi rettangolari con durata $T_L = 100\text{ns}$, potenza di $P_L = 1\text{mW}$, lunghezza d'onda $\lambda_L = 1550\text{nm}$. Si ha a disposizione due diversi rivelatori: (a) un fotodiodo PIN in InGaAs con responsività $S = 0,5\text{A}/\text{W}$ a 1550nm e corrente di buio $I_b = 7\text{pA}$; (b) un fotomoltiplicatore (PMT) con catodo avente efficienza quantica $\eta = 0,3\%$ a 1550nm , corrente di buio al catodo $I_{bk} \approx 1\text{fA}$ (cioè 10^{-15}A), guadagno interno $G = 10^6$. Per il prelievo del segnale dal rivelatore si usa un preamplificatore di corrente a larga banda (limitata da un polo a frequenza $f_{pa} = 100\text{MHz}$) con rumore di corrente riferito all'ingresso con densità (unilatera) $(S_i)^{1/2} = 2\text{pA}/(\text{Hz})^{1/2}$.

- (1) considerando di usare il PIN, valutare la massima distanza in fibra alla quale si può individuare una giunzione difettosa.
- (2) considerando di usare il PMT, valutare la massima distanza in fibra alla quale si può individuare una giunzione difettosa.
- (3) per entrambi valutare la risoluzione spaziale ottenibile, cioè la distanza minima che deve separare due giunzioni difettose perchè siano individualmente e separatamente rilevabili.

Problema 3

Per l'apparato del Problema 2

- (1) nel caso del PIN, individuare un filtraggio analogico che ottimizzi la misura dell'impulso riflesso e valutare la distanza massima e la risoluzione spaziale così ottenibili.
 - (2) nel caso del PMT, individuare un filtraggio analogico che ottimizzi la misura dell'impulso riflesso e valutare la distanza massima e la risoluzione spaziale così ottenibili.
- Per aumentare ulteriormente la distanza massima si può fare una media di misure effettuate su un numero N di impulsi. In queste condizioni:
- (3) nel caso del PIN, valutare come cresca con il numero N la distanza massima misurabile;
 - (4) nel caso del PMT, valutare come cresca con il numero N la distanza massima misurabile.