



### Problema 1

Da un preamplificatore collegato a un sensore (indicato nella figura semplicemente come un generatore di tensione) proviene una sequenza di impulsi di tensione eguali (ampiezza  $V_P$ , durata  $T_P$ , intervallo di ripetizione  $T_R$ ) accompagnati da rumore a larga banda (densità unilatera  $S_n$  costante, taglio ad alta frequenza dovuto a un polo semplice a  $f_n$ ). Si vuole misurare l'ampiezza  $V_P$ .

a) scrivere l'espressione del rapporto segnale/rumore (S/N) ottenuto misurando un impulso così come è, senza impiegare alcun filtraggio.

Per migliorare S/N sono disponibili i filtri indicati in figura. Per ciascuno dei due filtri:

- b1) indicare i parametri da dimensionare e i criteri con cui li dimensionereste;
- b2) ricavare e disegnare la funzione peso;
- b3) scrivere l'espressione del S/N ottenuto utilizzando il filtro e del relativo fattore di miglioramento rispetto al caso a).

Considerando il caso in cui venga variato l'intervallo di ripetizione  $T_R$  e non venga cambiato niente nei filtri detti, spiegare se e come variano all'uscita di ciascuno dei filtri

- c1) il segnale;
- c2) il rumore;
- c3) il S/N.

d) Dire se i filtri detti si possano realizzare anche in versione a filtro attivo, motivando la risposta e indicando gli schemi circuitali da impiegare.

### Problema 2

**Situazione.** Un forno industriale opera intorno a  $300\text{ }^\circ\text{C}$  e si vuole misurarne la temperatura con errore inferiore a  $1\text{ }^\circ\text{C}$ , monitorandola a intervalli di  $0,5\text{ s}$ . Nel punto da misurare viene posta la giunzione di una termocoppia standard tipo R (cioè Pt-Pt/Rh), caratterizzata da sensibilità di circa  $11\text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  e resistenza di circa  $15\text{ }\Omega/\text{m}$  per un filo, circa  $25\text{ }\Omega/\text{m}$  per l'altro filo. L'apparato elettronico di misura è posto nella sala di controllo dell'impianto a circa  $12\text{ m}$  dalla termocoppia e tra i potenziali di massa nella sala e nel forno vi è una differenza che tipicamente può arrivare a  $15\text{ V}$ .

**Domande:**

- a) scegliere il tipo di circuito elettronico da collegare alla termocoppia e disegnare lo schema della configurazione circuitale adottata per effettuare la misura, spiegandolo e motivando le scelte fatte;
- b) indicare quali parametri elettrici del circuito influenzino la precisione della misura e valutare i limiti che devono rispettare per soddisfare i requisiti.
- c) posto che l'amplificatore impiegato abbia generatori di rumore riferiti all'ingresso a larga banda con densità spettrale efficace  $(S_v)^{1/2} = 8\text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$  e  $(S_i)^{1/2} = 4\text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$  (valori riferiti a densità unilatera), valutarne l'effetto sulla misura.

**Problema 3**

Un diodo laser che emette a lunghezza d'onda 780 nm viene utilizzato per generare impulsi ottici di durata  $T_L = 1 \mu\text{s}$ . Questi impulsi vengono diretti su oggetti distanti, che riflettono circa il 2 % della potenza ottica incidente. Viene richiesto di rivelare i segnali ottici riflessi e misurarne l'ampiezza con  $S/N \geq 5$ . Si ha a disposizione due tipi di rivelatore: un fotomoltiplicatore con catodo multialcali S20 e un fotodiodo p-i-n in Silicio con strato svuotato della giunzione spesso circa 20  $\mu\text{m}$ . Per ciascuno dei due rivelatori:

- a) indicare e spiegare quali parametri del fotorivelatore abbiano influenza sull'ampiezza minima di impulso ottico che si può misurare soddisfacendo la specifica sopra detta e indicarne i valori tipici.
- b) indicare che tipo di preamplificatore impieghereste e quali suoi parametri abbiano influenza sull'ampiezza minima di impulso ottico misurabile.
- c) scegliere il fotorivelatore da utilizzare, indicare il tipo di apparato che impieghereste per misurare gli impulsi e di conseguenza scrivere l'espressione della potenza ottica dell'impulso del laser minima necessaria per rivelare e misurare gli impulsi riflessi.