

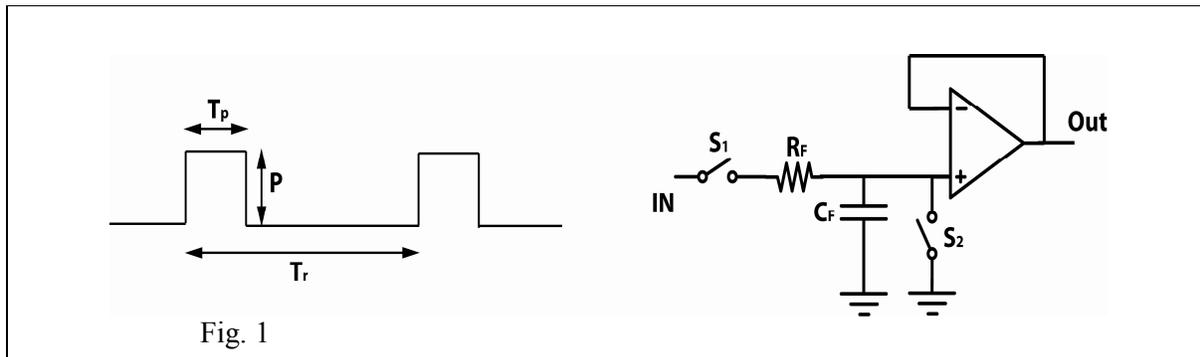
**Problema 1**

Ingresso:

- segnale impulsivo rettangolare con ampiezza  $P$  e durata  $T_p = 2 \mu\text{s}$
- rumore bianco con densita' (unilatera)  $S_n = (50 \text{ nV/Hz}^{1/2})^2$  e banda limitata da un polo semplice a  $f_L = 40 \text{ MHz}$ .

Un segnale con le caratteristiche sopra indicate proviene da una sorgente a bassa impedenza e con la sua ampiezza permette di monitorare una variabile di un processo industriale. La variabile deve essere monitorata a intervalli di 10 ms. Il tempo di arrivo di ciascun segnale è indicato da un segnale ausiliario di sincronismo. Il segnale è accompagnato da rumore come sopra indicato.

a) Per ora considerare che ogni  $T_r = 10 \text{ ms}$  arrivi un impulso, che deve essere individualmente misurato. Per migliorare il rapporto segnale/rumore (S/N) si utilizzi il circuito in Fig.1. Spiegare come dimensionarlo ed utilizzarlo perche' funzioni come Gated Integrator (GI). Valutare l'ampiezza  $P_{\text{min}}$  minima cosi' misurabile e confrontare con quanto ottenibile senza alcun filtraggio.



b) Per migliorare la sensibilita' del monitoraggio si utilizzi ora una ripetizione degli impulsi a frequenza piu' elevata  $f_r = 10 \text{ kHz}$  (cioe' con intervallo  $T_r = 100 \mu\text{s}$  tra due impulsi successivi) sfruttando l'informazione portata da piu' di un impulso. Spiegare come si possa utilizzare ora il circuito in Figura 1 come Boxcar Integrator (BI) e dimensionarlo in modo da ottenere il miglior innalzamento del rapporto segnale/rumore possibile compatibilmente con il requisito di monitorare la variabile ogni 10 ms.

c) Intendendo migliorare ancora la sensibilita' si utilizzi ora una ripetizione degli impulsi a frequenza ancora piu' elevata  $f_r = 100 \text{ kHz}$  (cioe' con intervallo  $T_r = 10 \mu\text{s}$  tra due impulsi successivi). Valutare il risultato ottenibile in questo caso utilizzando il boxcar dimensionato al punto (c) precedente. Analizzare e spiegare se si possa ottenere un ulteriore miglioramento con un diverso dimensionamento, dando una valutazione quantitativa

d) Considerare ora il caso in cui il rumore  $S_n$  abbia banda limitata da un polo a  $f_B = 160 \text{ kHz}$  e il segnale sia lo stesso sopra indicato. Rispondere in queste condizioni alle domande (a) e (b), spiegando rispetto al caso precedente cosa cambia e perche', arrivando a valutazioni quantitative.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

**Problema 2**

<b>Termoresistenze Pt100</b> $\alpha = 3,9 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ Potenza dissipata $P_d < 10 \mu\text{W}$	<b>Sensori a giunzione p-n in silicio</b> Potenza dissipata $P_d < 100 \mu\text{W}$
<b>Preamplificatore differenziale</b> $f_{pa} = 5 \text{ MHz}$ densità di rumore bianco $S_v^{1/2} = 80 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ (unilatera) $S_i^{1/2} = 2 \text{ pA/Hz}^{1/2}$ (unilatera)	

Occorre misurare piccole variazioni di temperatura in una camera termostatica operante a circa  $-50^\circ\text{C}$ , monitorando la temperatura a intervalli di 0,1 s con precisione migliore di  $0,1^\circ\text{C}$ . Per la misura di temperatura si ha a disposizione i due sensori qui sopra indicati con le relative specifiche. Per il prelievo dei segnali dai sensori si dispone di preamplificatori differenziali con le caratteristiche di banda e rumore sopra riportate.

a) Dire come utilizzereste questi sensori con una alimentazione continua e riportare e spiegare lo schema circuitale in cui sono inseriti sensore e preamplificatore, specificando le scelte quantitative fatte (tensione di alimentazione, ecc) e e giustificandole. Per ciascun caso valutare quindi il fattore di conversione  $dV/dT$  da temperatura a tensione.

b) Scegliere un filtraggio da inserire dopo il preamplificatore per migliorare il rapporto segnale/rumore (S/N) nella misura. Valutare per ciascun caso il rumore risultante e la corrispondente minima variazione di temperatura misurabile  $\Delta T_{\min}$ .

Considerare ora che vi siano nei generatori di rumore anche componenti di tipo  $1/f$  con frequenza d'angolo  $f_c = 50\text{kHz}$ .

c) Nelle misure eseguite come detto rispondendo al punto (b), valutare anche il contributo dato dalle componenti  $1/f$  al rumore e di conseguenza la minima variazione di temperatura misurabile  $\Delta T_{\min}$  con ciascuno dei due sensori. Se in queste condizioni non si raggiunge la precisione richiesta, individuate e spiegate modifiche allo schema circuitale sensore-preamplificatore e al filtraggio che permettano di migliorare. Indicate una ben definita soluzione con i suoi parametri quantitativi e valutate in queste condizioni la minima variazione di temperatura misurabile  $\Delta T_{\min}$  con ciascuno dei due sensori.