



Filtri a capacità commutate

I filtri analizzati sul libro sono detti “continui” (non campionati) in contrapposizione ad una seconda categoria detta “a capacità commutate” (switched-capacitor). Questi ultimi emulano il funzionamento degli integratori ad operazionali presenti nei filtri continui mediante reti di commutazione che operano su condensatori interni, senza aggiunta di componenti esterni; la costante di tempo di integrazione risulta così proporzionale alla frequenza del clock di commutazione tanto che il filtro può essere sintonizzato semplicemente cambiando tale frequenza. La relazione tra frequenza di taglio e clock è tipicamente 1/50, 1/100, perciò il rumore dovuto al clock presente in uscita, essendo di frequenza cento volte maggiore, può essere facilmente eliminato. Come in tutti i dispositivi digitali, per evitare fenomeni di aliasing, il segnale da filtrare va preventivamente limitato in frequenza al di sotto della metà della frequenza di clock. Questi dispositivi sono disponibili in tutte le versioni, universali, Bessel, ecc., singoli e doppi, LP e BP.

ESEMPIO

In **fig. 1** è riportata la funzione di trasferimento del dispositivo Maxim MAX291, filtro LP Butterworth di ottavo ordine, piatto in banda e con 48 dB/ottava di pendenza al taglio.

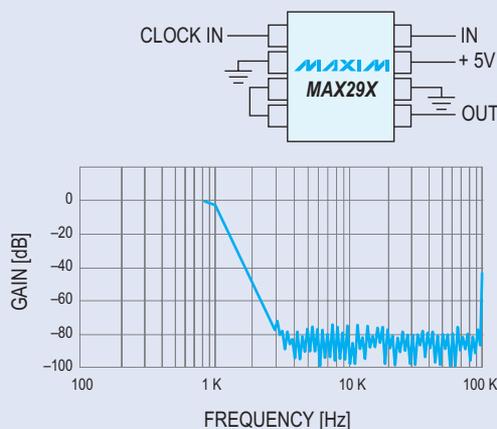


Fig. 1. Filtro Butterworth LP di ottavo ordine MAX291..



ESERCIZIO A

Analizzando lo schema funzionale del dispositivo filtro MAX260 in **fig. 2** individua tipo e prestazioni.

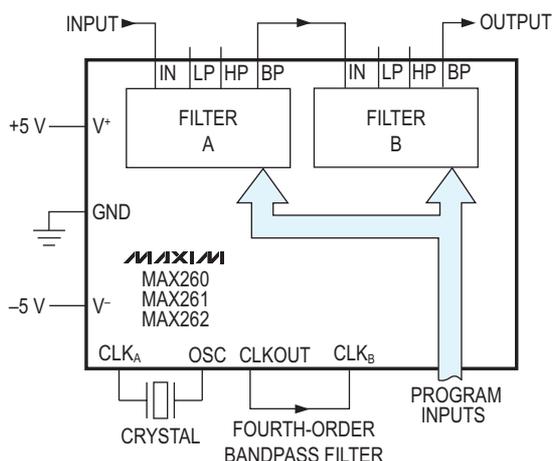


Fig. 2. MAX260, schema funzionale.

SOLUZIONE

Si tratta di un doppio filtro attivo universale, perché ciascun blocco presenta tutte le uscite LP, HP, BP. Poiché è definito del quarto ordine, ciascun blocco interno è del secondo ordine

La presenza di un ingresso di clock per ciascun blocco porta a supporre che si tratti di un filtro a capacità commutate. Gli ingressi di programmazione lasciano intendere che il tipo (BT, BL, CH) e la frequenza di taglio siano predefiniti.



ESERCIZIO B

Da un segnale periodico deformato composto da tre sinusoidi di pari ampiezza ± 1 V e con frequenza, rispettivamente, 200 Hz, 1 kHz e 2 kHz, si vuole estrarre la sola componente a 1 kHz. Sono state proposte due soluzioni basate sul dispositivo MAX260, i cui diagrammi sono riportati in **fig. 3**. Individua la soluzione con il miglior rapporto S/N in uscita.

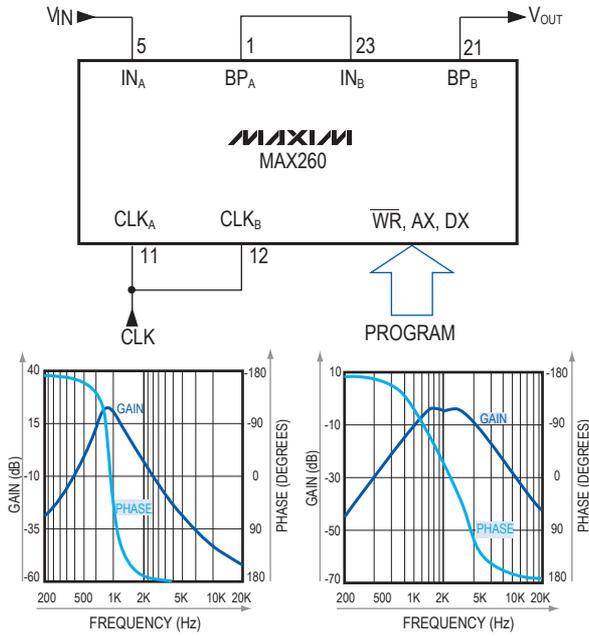


Fig. 3. Filtri passa banda.

SOLUZIONE

Confrontando tra loro i guadagni rilevati dai rispettivi grafici in corrispondenza delle frequenze di interesse (tab. 1) la soluzione più favorevole appare la prima.

Tab. 1 – Confronto tra filtri passa banda			
Guadagno [dB]	200 Hz	1 kHz	2 kHz
soluzione 1	-30	+20	-5
soluzione 2	-30	-5	-10

Nel primo caso, la tensione di uscita risulta composta da un segnale principale $\pm 10\text{ V}$ (+20 dB), 1 kHz, con sovrapposti due contributi di rumore:

$$\pm \frac{1\text{ V}}{31,62} = \pm 31,6\text{ mV}, 200\text{Hz}$$

$$\pm \frac{1\text{ V}}{1,778} = \pm 0,562\text{ V}, 2\text{ kHz}$$

ESERCIZIO 1

In un filtro LP a capacità commutate con $\frac{f_{\text{clock}}}{f_0} = 100$ si vuole posizionare la frequenza di taglio a 2 kHz; quale scelta bisogna operare?

[Ris.: $f_{\text{clock}} = 200\text{ kHz}$]