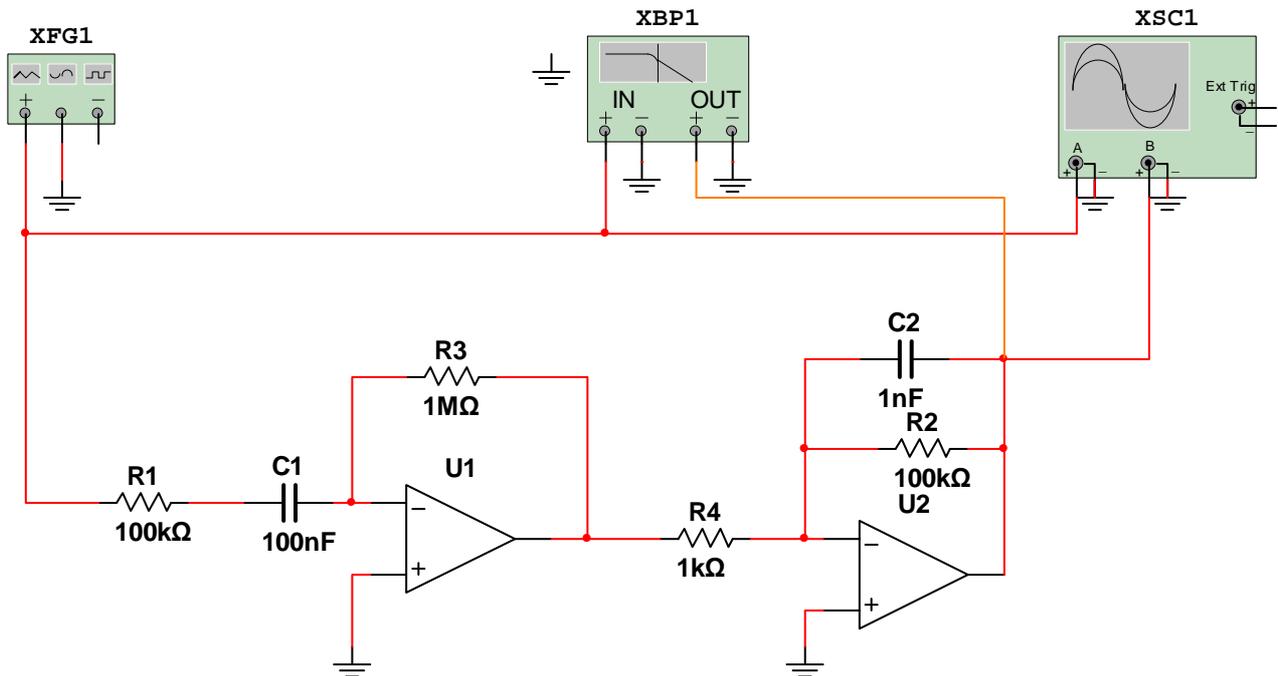


Filtro passa banda attivo con due operazionali invertenti in cascata (P.A. + P.B.)

7 maggio 2013



$$G_1(s) = -\frac{R_3}{R_1 + \frac{1}{sC_1}} = -\frac{sR_3C_1}{1 + sR_1C_1} \qquad G_2(s) = -\frac{\frac{R_2}{1 + sR_2C_2}}{R_4} = -\frac{R_2/R_4}{1 + sR_2C_2}$$

$$G(s) = G_1(s) \cdot G_2(s) = \frac{s \frac{R_3C_1R_2}{R_4}}{(1 + sR_1C_1) \cdot (1 + sR_2C_2)} = \frac{10s}{(1 + s \cdot 10^{-2}) \cdot (1 + s \cdot 10^{-4})}$$

Le due costanti di tempo sono: $R_1C_1 = 10\text{ms}$ ($\omega_{p1} = 100\text{rad./s}$) e: $R_2C_2 = 0.1\text{ms}$ ($\omega_{p2} = 10\text{Krad./s}$)

Le relative frequenze d'angolo sono: $f_1 = 16\text{Hz}$, $f_2 = 1600\text{Hz}$.

$f = 160\text{Hz}$ è una frequenza di centro banda laddove il primo stadio guadagna $-R_3/R_1 = -10$ ed il secondo stadio: $-R_2/R_4 = -100$.

Il guadagno complessivo vale +1000.

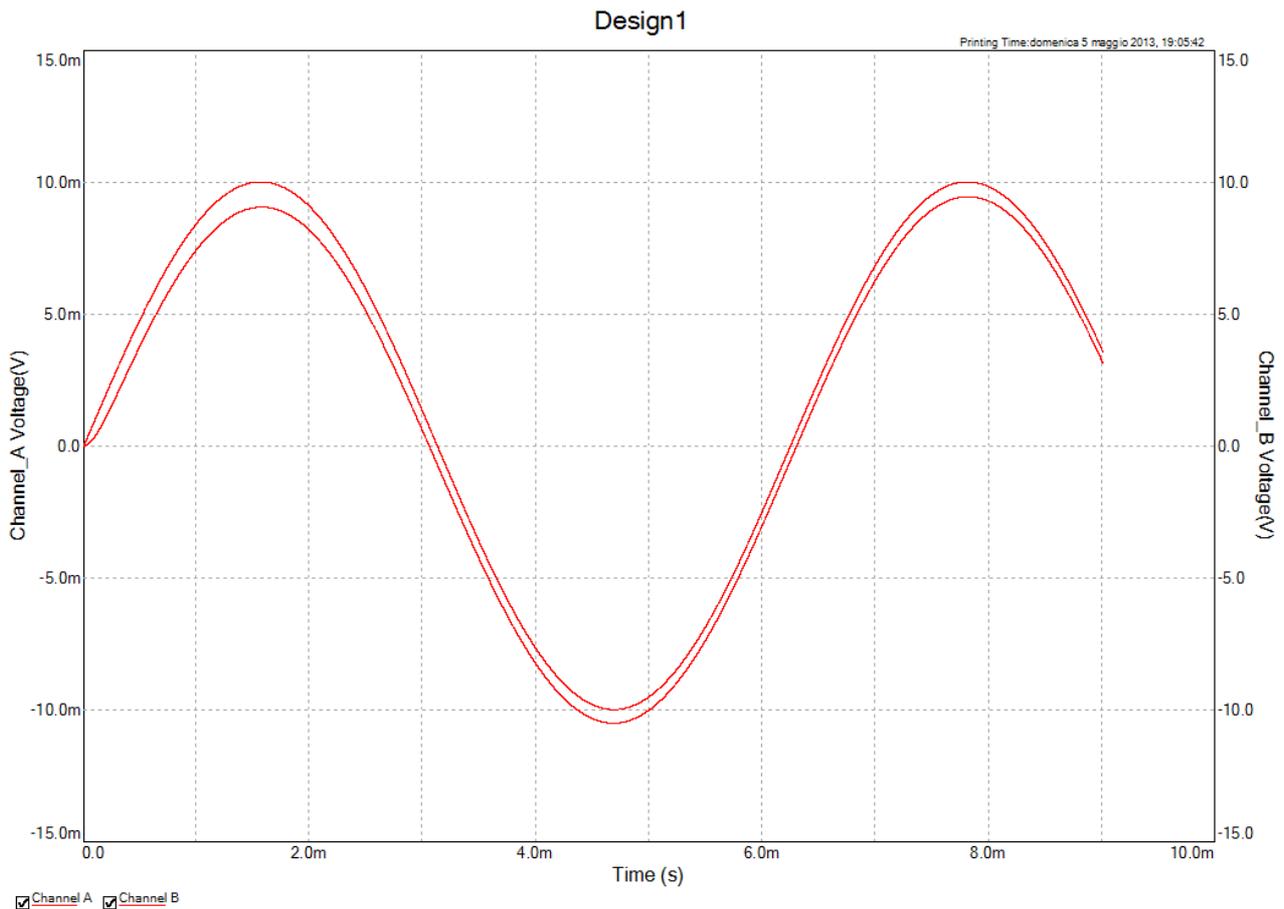
Analisi temporale per $T = 6.28\text{ms}$ ($f = 160\text{Hz}$)

L'ingresso ha ampiezza 10mV mentre l'uscita ha ampiezza 10V (guadagno 1000 a centro banda).

Si veda il successivo diagramma temporale nel quale a sinistra è quotato, in mV, il canale A dell'oscilloscopio che riceve il segnale di ingresso del generatore esterno; a destra è quotato, in Volt, il canale B dell'oscilloscopio che mostra il segnale di uscita del circuito.

L'ingresso è la forma d'onda che lambisce i tratteggi relativi a +10mV e -10mV.

L'uscita è spostata di una frazione di volt in basso perché, per $t=0$, ha influenza l'effetto causato dal polo con costante di tempo maggiore ($R_1C_1 = 0.01\text{s}$). Dopo alcuni periodi, tale forma d'onda oscillerà perfettamente tra +10V e -10V.

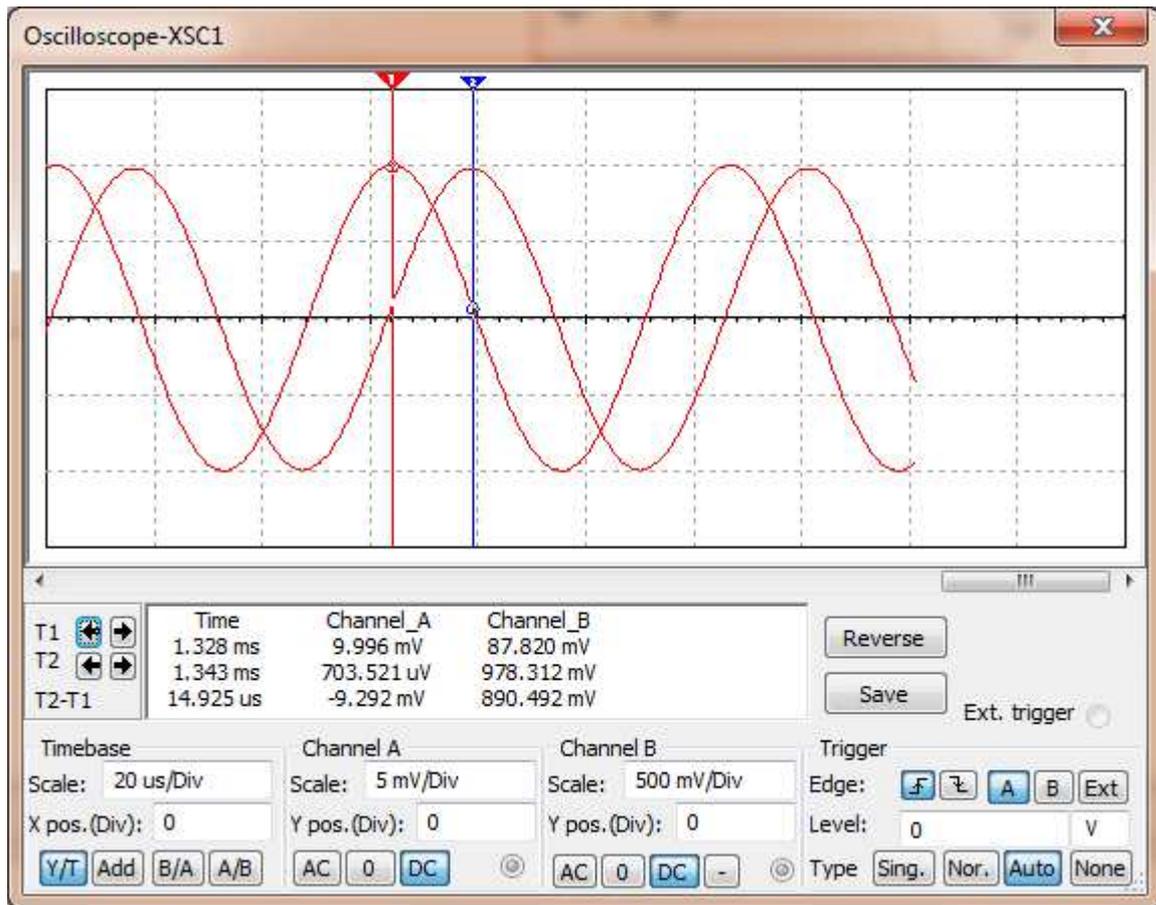


Analisi temporale per $T = 62.8\text{ms}$ ($f = 16\text{KHz}$) (vedi figura successiva).

L'ingresso ha ampiezza 10mV mentre l'uscita ha ampiezza 1V (guadagno 100 a centro banda).

Infatti per $f = 16\text{KHz}$ la pulsazione vale $16000 \cdot 6.28 = 100\text{Krad/s}$, cioè 10 volte maggiore della pulsazione $\omega_{p2} = 10\text{Krad/s}$; quindi il secondo stadio non guadagna più 100 ma 10 a causa dell'azione di $C2$ che ha ridotto la sua reattanza capacitiva e quindi il guadagno di tensione complessivo vale $(-10) \cdot (-10) = 100$.

Le due forme d'onda, inoltre, presentano uno sfasamento di $\frac{1}{4}$ di periodo (90°) a causa del comportamento capacitivo dell'impedenza R_2-C_2 del secondo stadio.

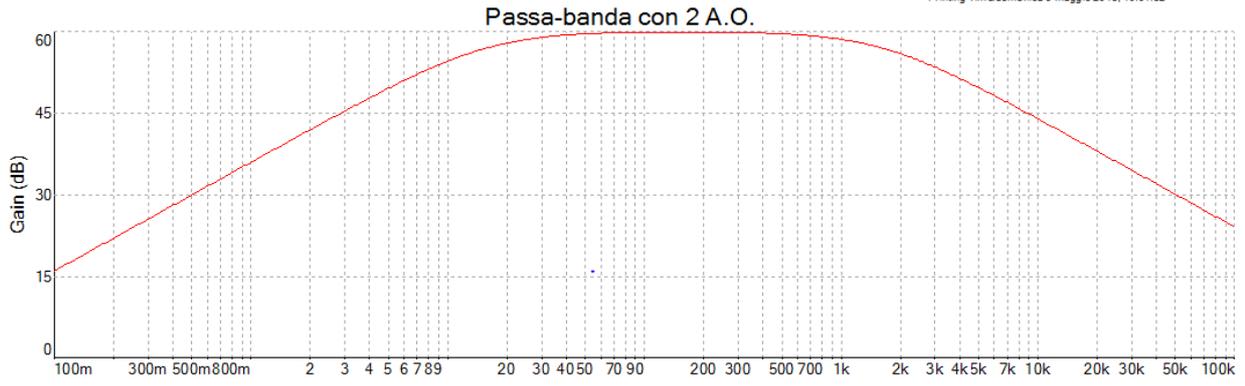


Con lo strumento virtuale Bode Plotter è possibile osservare il comportamento in frequenza del modulo e della fase della f.d.t. del circuito complessivo.

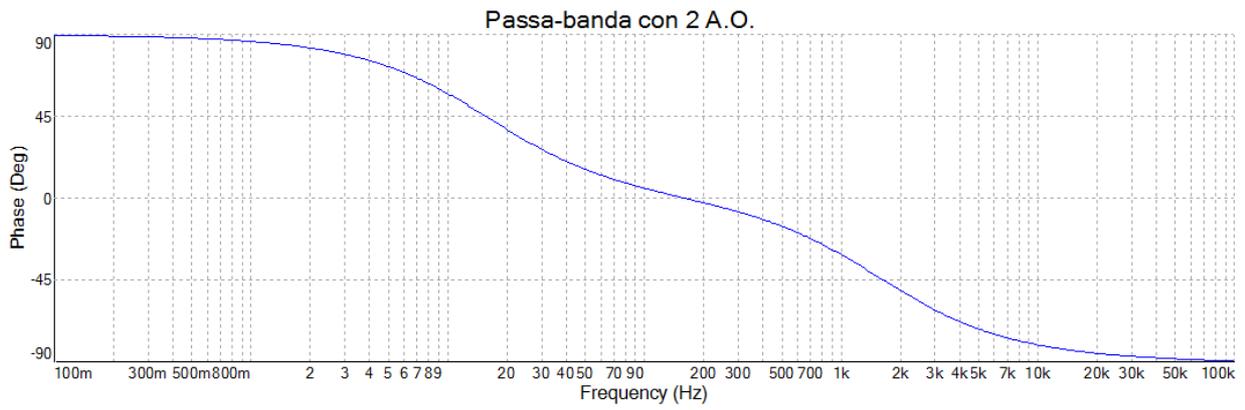
In particolare si nota che il guadagno vale circa 60dB (1000) nel campo di frequenze compreso tra 20Hz e 2KHz mentre per $f = 16\text{Kz}$ il guadagno vale 40dB (100).

Il diagramma della fase mostra uno sfasamento di 90° per bassi valori di frequenza per effetto dello zero nell'origine del filtro passa alto realizzato dal primo stadio, 0° per $f = 160\text{Hz}$ ($\omega_{p1} = 1000\text{rad./s}$) e -90° per elevati valori di frequenza.

In particolare per $f = 16\text{KHz}$ la fase vale -80° circa, assai prossima a -90° .



Bode Result



Bode Result