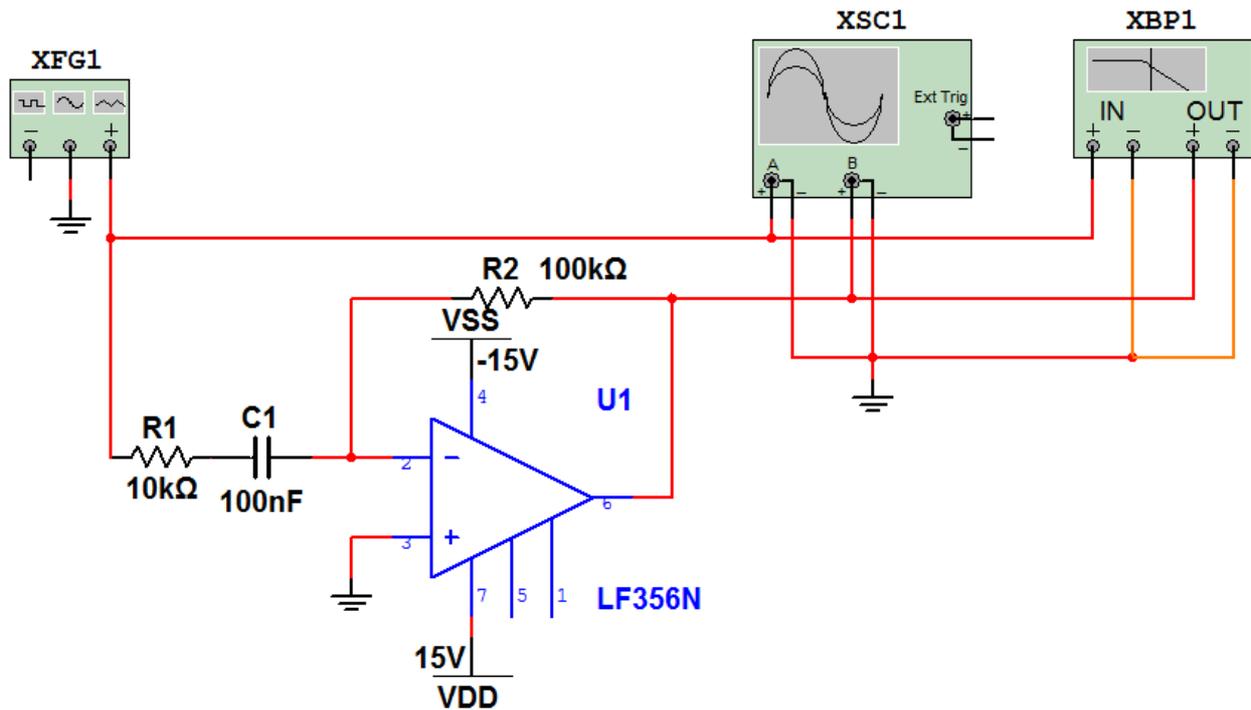


I.T.T. "M. PANETTI" - BARI
Esercitazione di Sistemi Elettronici
Classe 4 ETA
3 Maggio 2013

Filtro attivo passa alto del primo ordine invertente con A.O.

Schema elettrico



Pulsazione di taglio e funzione di trasferimento:

$$\omega_t = \frac{1}{R_1 \cdot C_1} = 1000 \text{ rad/s.}$$

$$G(s) = -\frac{sR_2C_1}{1+sR_1C_1} = -\frac{s \cdot 0.01}{1+s \cdot 0.001}$$

$$G(0) = 0$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} G(s) = -10$$

Ponendo $s=j\omega$ si può svolgere l'analisi in frequenza del modulo $M=|G(j\omega)|$ e della fase $\varphi(j\omega)$:

$$G(j\omega) = -\frac{j\omega \cdot 0.01}{1+j\omega \cdot 0.001}$$

$$M = |G(j\omega)| = \frac{\omega \cdot 0.01}{\sqrt{1+(\omega \cdot 10^{-3})^2}}$$

$$\varphi(j\omega) = -90^\circ - \text{arctg}(\omega \cdot 10^{-3})$$

ω (rad./s)	M	$M_{dB}=20\log(M)$	φ
1	0.01	-40	-90°
10	0.1	-20	-90°
100	1	0	-95.71°
1000 (ω_t)	7.07	17	-135°
10000	10	20	-174.29°
100000	10	20	-180°

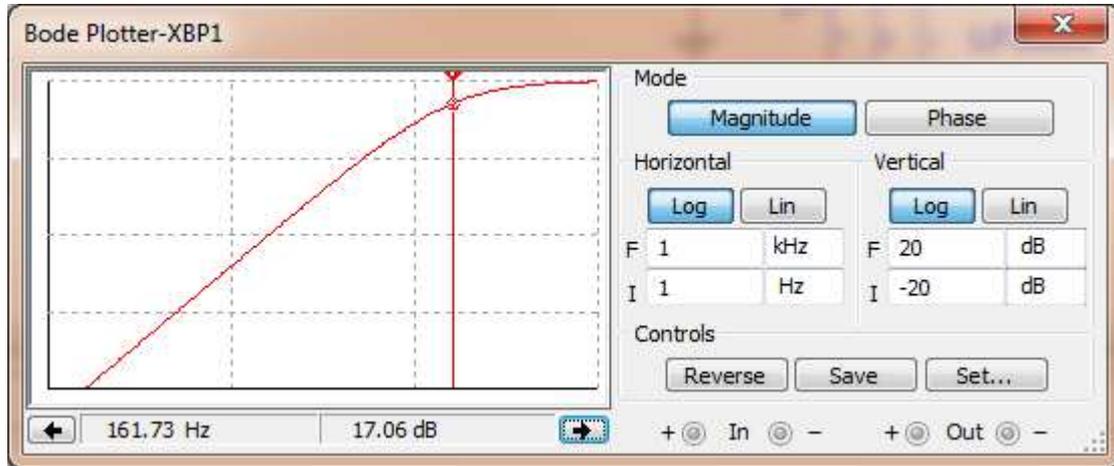
Si mostra nelle successive due figure, l'analisi in frequenza del modulo e della fase.

Nel diagramma del modulo l'asse delle ordinate è tarato in dB da -20dB a +20dB mentre sull'asse delle ascisse è riportata la frequenza e non la pulsazione. Si osservi che la frequenza di taglio vale:

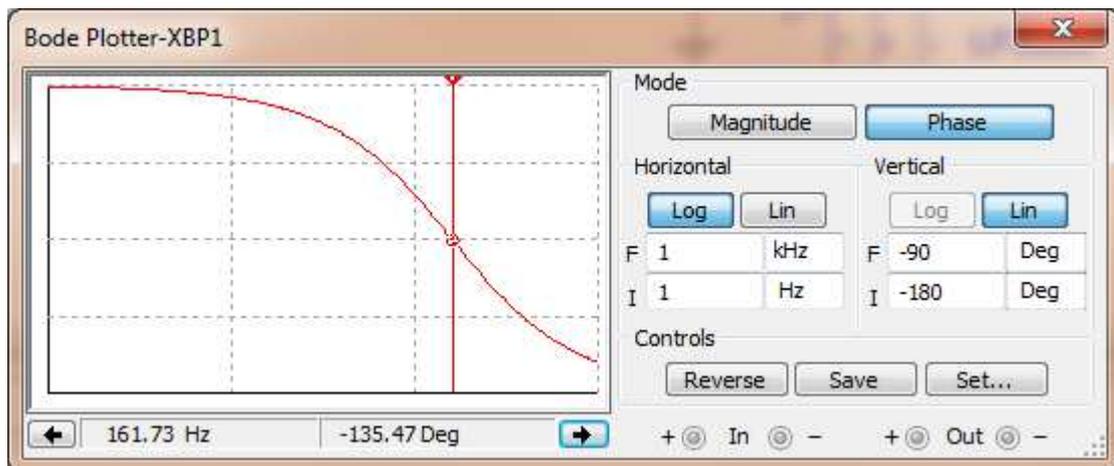
$$f_t = \frac{\omega_t}{2\pi} = \frac{1000}{6.28} = 159.24\text{Hz}$$

in corrispondenza della quale il calcolo esatto fornisce 17dB.

In figura il cursore è fermo su 161.73Hz, abbastanza prossimo a 159.24Hz, con ordinata a 17.06dB.



Nella figura della fase, questa va da -90° a -180° al tendere della frequenza all'infinito. Il cursore, fermo su 161.73Hz, fornisce una fase di -135.47° .

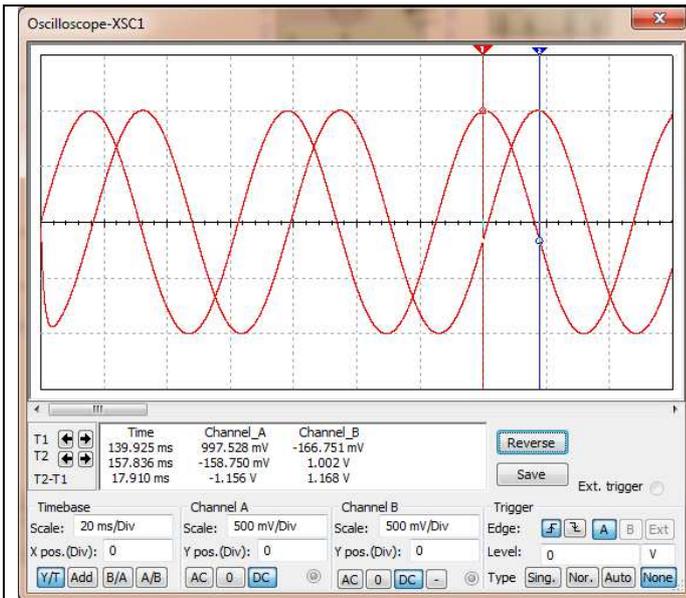


Nelle successive figure si mostrano gli andamenti temporali dell'ingresso e dell'uscita.

Nella prima figura la frequenza del generatore è stata fissata al valore 22Hz, inferiore a quella di taglio, ed ampiezza 1V. I canali A e B dell'oscilloscopio sono stati impostati entrambi su 1V e si nota che anche l'uscita ha ampiezza 1V (anziché 10V come dovrebbe essere per elevate frequenze laddove l'operazionale è montato come amplificatore invertente essendo trascurabile la reattanza capacitiva del condensatore).

Nella seconda figura la frequenza del generatore è stata posta a $f_t = 159\text{Hz}$ (f_t), cui corrisponde un periodo di 6.28ms, e l'ampiezza del segnale di uscita è 7V come si evince dal canale B dell'oscilloscopio impostato a 5V/div.

Nella terza figura, infine, la frequenza impostata dal generatore è $10f_t = 1600\text{Hz}$ circa e la tensione di uscita ha ampiezza 10V (guadagno di tensione -10 alle alte frequenze) e le due forme d'onda sono in opposizione di fase (-180°).

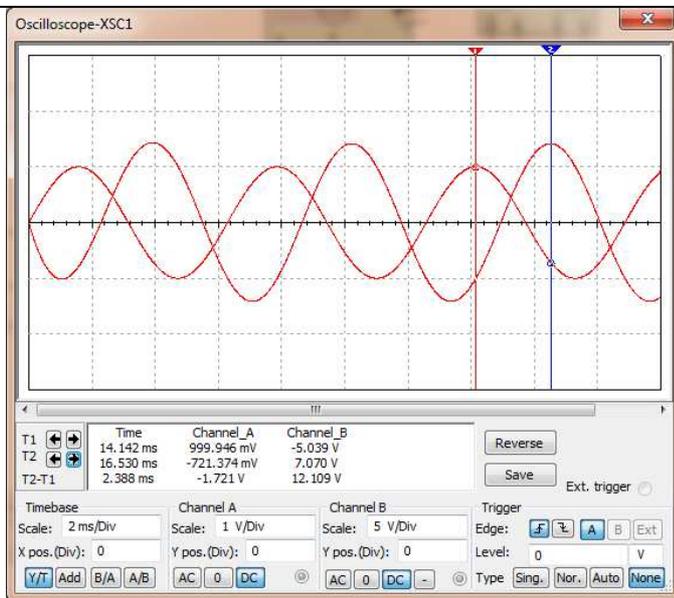


A basse frequenze lo sfasamento tra ingresso ed uscita è intorno a -90° (vedi la precedente tabella).

Infatti dalle forme d'onda a sinistra si evince che il periodo vale 62.8ms circa mentre la distanza tra due picchi della forma d'onda di ingresso e di uscita vale circa 18ms, quindi:

$$62.8 : 18 = 360 : \varphi$$

$$\varphi = 18 \cdot 360 / 62.8 = 103^\circ$$



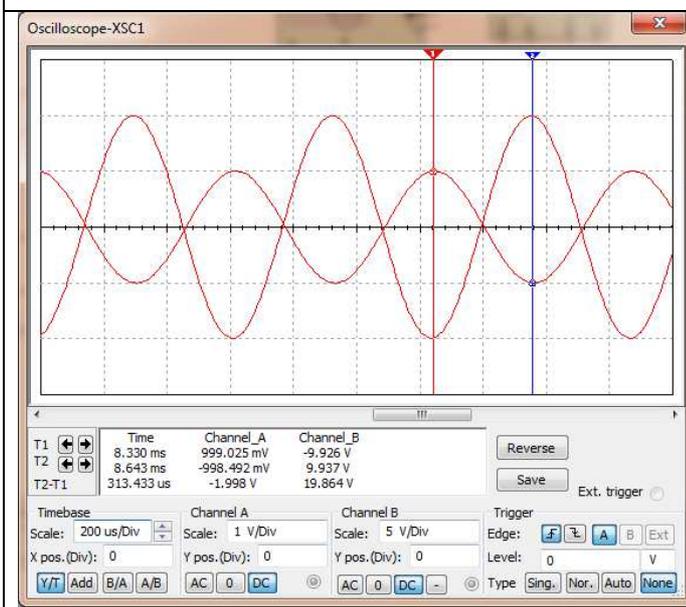
Per $f = f_t = 159\text{Hz}$ (periodo 6.28ms) la tabella fornisce il modulo a 7V e la fase a -135° . Dagli oscillogrammi a sinistra si evince che la tensione di uscita ha ampiezza 7V (la scala del canale B è impostato a 5V/div. e la forma d'onda impegna oltre una divisione).

La distanza temporale tra il picco dell'ingresso e quello dell'uscita vale 2.39ms.

$$6.28 : 2.39 = 360 : \varphi$$

$$\varphi = 2.39 \cdot 360 / 6.28 = 137^\circ$$

(la fase dell'uscita è in ritardo, quindi segno meno)



Per $f = 10f_t = 1590\text{Hz}$ gli oscillogrammi a fianco indicano che l'uscita ha ampiezza 10V (guadagno di tensione pari a 10) ed è in opposizione di fase rispetto all'ingresso (fase 180° , quindi invertente).