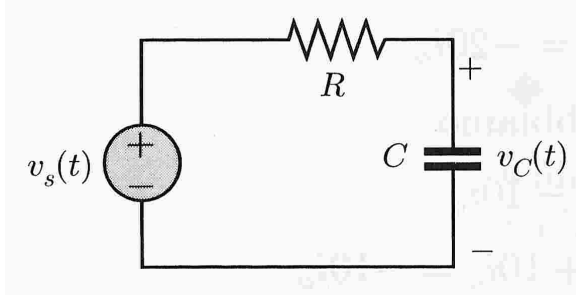


**Corso di Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti - A. A. 2022-2023 (Prof. Di Domenico)**  
**Esercitazione n.3**  
**Circuiti del primo ordine (RC, CR, LR) in regime sinusoidale**

**1) Circuito RC**

Si monti sulla basetta il circuito mostrato in figura (si consiglia di utilizzare i valori  $C=22\text{ nF}$  ;  $R=2.7\text{ k}\Omega$ ):



Si suggerisce di regolare inizialmente l'ampiezza dei segnali del generatore a circa 1 V (2V picco-picco). Si usi il generatore in configurazione di generatore di segnale sinusoidale.

Si vuole studiare la tensione ai capi del condensatore in funzione della frequenza  $\nu$  del segnale sinusoidale.

Se il segnale del generatore è sinusoidale:

$$V_S(t) = V_S \cos(2\pi \nu t)$$

anche quello ai capi del condensatore sarà sinusoidale ma con ampiezza e fase differenti:

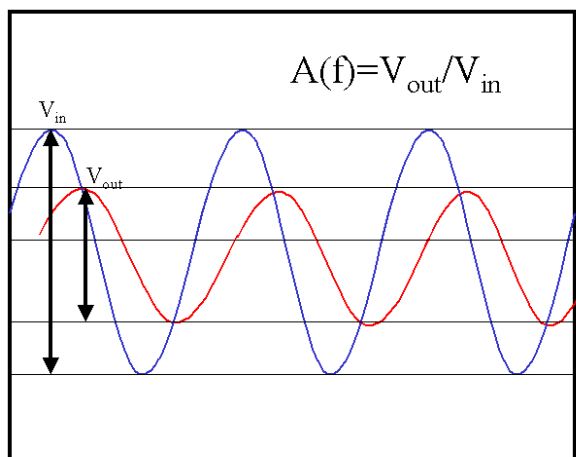
$$V_C(t) = V_C \cos(2\pi \nu t + \Delta\phi)$$

Dai valori dei componenti si calcoli la costante di tempo  $\tau$  e la frequenza di taglio:

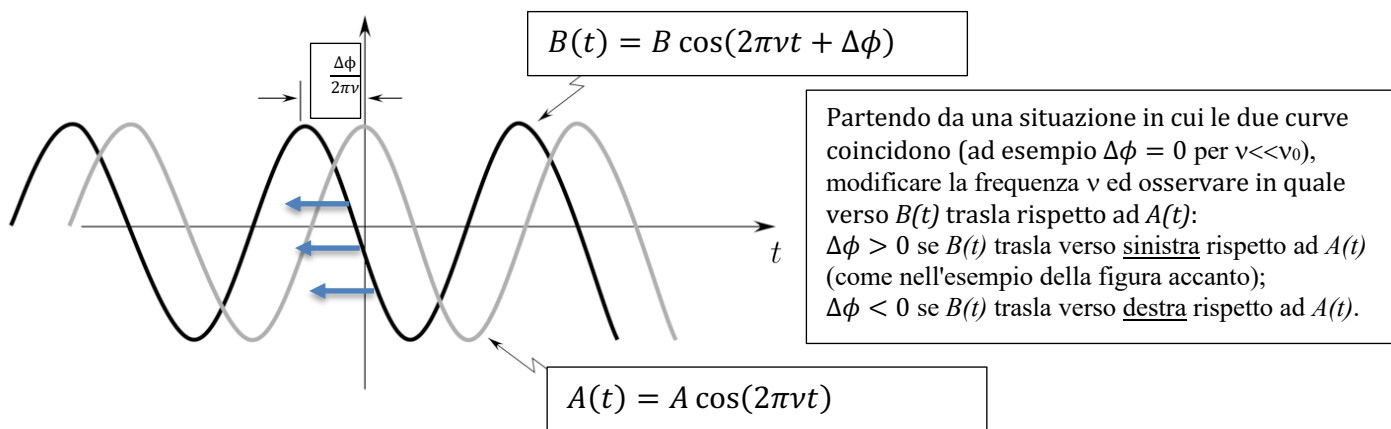
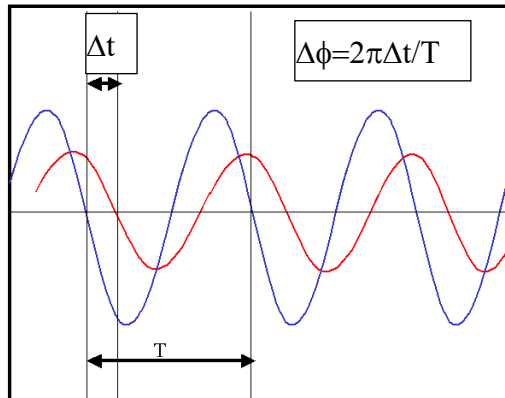
$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \tau}.$$

Si effettuino misure del rapporto  $V_C/V_S$  e  $\Delta\phi$  per valori di frequenza nell'intorno di  $\nu_0$ , ed anche molto al di sotto e molto al di sopra di  $\nu_0$  in modo da individuarne l'andamento asintotico e si riportino in un grafico (usualmente: in ordinate  $V_C/V_S$  (o  $\Delta\phi$ ) in scala lineare; in ascisse la frequenza (non la pulsazione  $\omega=2\pi \nu$  !) in scala logaritmica).

Si suggerisce di effettuare le misure prima in un intervallo molto ampio di frequenze, ad esempio da 100 Hz a 100 kHz a passi equidistanti su scala logaritmica, 2 o 3 valori per decade, e poi alla frequenza  $\nu_0$  e nell'intorno (2 o 3 valori al di sotto e 2 o 3 valori al di sopra di  $\nu_0$ ).



La misura della fase  $\Delta\phi$  può essere effettuata misurando il ritardo temporale relativo dei due segnali (visualizzare entrambi i canali contemporaneamente, trigger su uno dei due canali). Fare attenzione al segno dello sfasamento da misurare: si consideri che in questo caso (RC)  $\Delta\phi=0$  per  $\nu \ll \nu_0$ .



Determinare graficamente la frequenza di taglio  $\nu_0$  sia dal grafico della risposta in ampiezza che da quella in fase e confrontarla col valore di progetto;  $\nu_0$  è la frequenza alla quale il rapporto delle ampiezze  $V_C/V_S$  si riduce di un fattore  $1/\sqrt{2}$  rispetto al suo valore massimo (cioè vale  $1/\sqrt{2} * \{V_C/V_S\}_{MAX}$ ), oppure la frequenza alla quale lo sfasamento vale  $\Delta\phi = -\pi/4$ .

## 2) Circuito CR

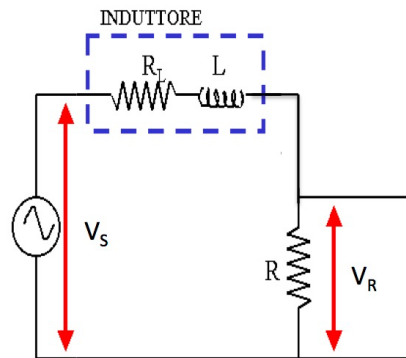
Utilizzando lo stesso circuito del punto 1) si vuole studiare la tensione ai capi del resistore in funzione della frequenza  $\nu$  del segnale sinusoidale.

Si effettuino misure del rapporto  $V_R/V_S$  e  $\Delta\phi$  per valori di frequenza nell'intorno del valore  $\nu_0$  ed anche molto al di sotto e molto al di sopra di  $\nu_0$ , analogamente al punto precedente e si riportino in un grafico. Fare attenzione al segno dello sfasamento da misurare: si consideri che in questo caso (CR)  $\Delta\phi=0$  per  $\nu \gg \nu_0$ .

Determinare graficamente la frequenza di taglio  $\nu_0$  sia dal grafico della risposta in ampiezza che da quella in fase e confrontarla col valore di progetto;  $\nu_0$  è la frequenza alla quale il rapporto delle ampiezze  $V_R/V_S$  si riduce di un fattore  $1/\sqrt{2}$  rispetto al suo valore massimo (cioè vale  $1/\sqrt{2} * \{V_R/V_S\}_{MAX}$ ), oppure la frequenza alla quale lo sfasamento vale  $\Delta\phi = +\pi/4$ .

### 3) Circuito LR

Si monti sulla basetta il circuito mostrato in figura utilizzando un induttore con  $L = 10 \text{ mH}$   $R_L = 40 \Omega$  ed un resistore con  $R=470 \Omega$ .



Si effettuino misure del rapporto  $V_R/V_S$  e  $\Delta\phi$  per valori di frequenza nell'intorno del valore  $\nu_0$  ed anche molto al di sotto e molto al di sopra di  $\nu_0$ , analogamente al punto precedente e si riportino in un grafico. Fare attenzione al segno dello sfasamento da misurare: si consideri che in questo caso (LR)  $\Delta\phi=0$  per  $\nu \ll \nu_0$ .

Determinare graficamente la frequenza di taglio  $\nu_0$  sia dal grafico della risposta in ampiezza che da quella in fase e confrontarla col valore di progetto;  $\nu_0$  è la frequenza alla quale il rapporto delle ampiezze  $V_R/V_S$  si riduce di un fattore  $1/\sqrt{2}$  rispetto al suo valore massimo (cioè vale  $1/\sqrt{2} * \{V_R/V_S\}_{MAX}$ ), oppure la frequenza alla quale lo sfasamento vale  $\Delta\phi=-\pi/4$ .

#### Consigli pratici:

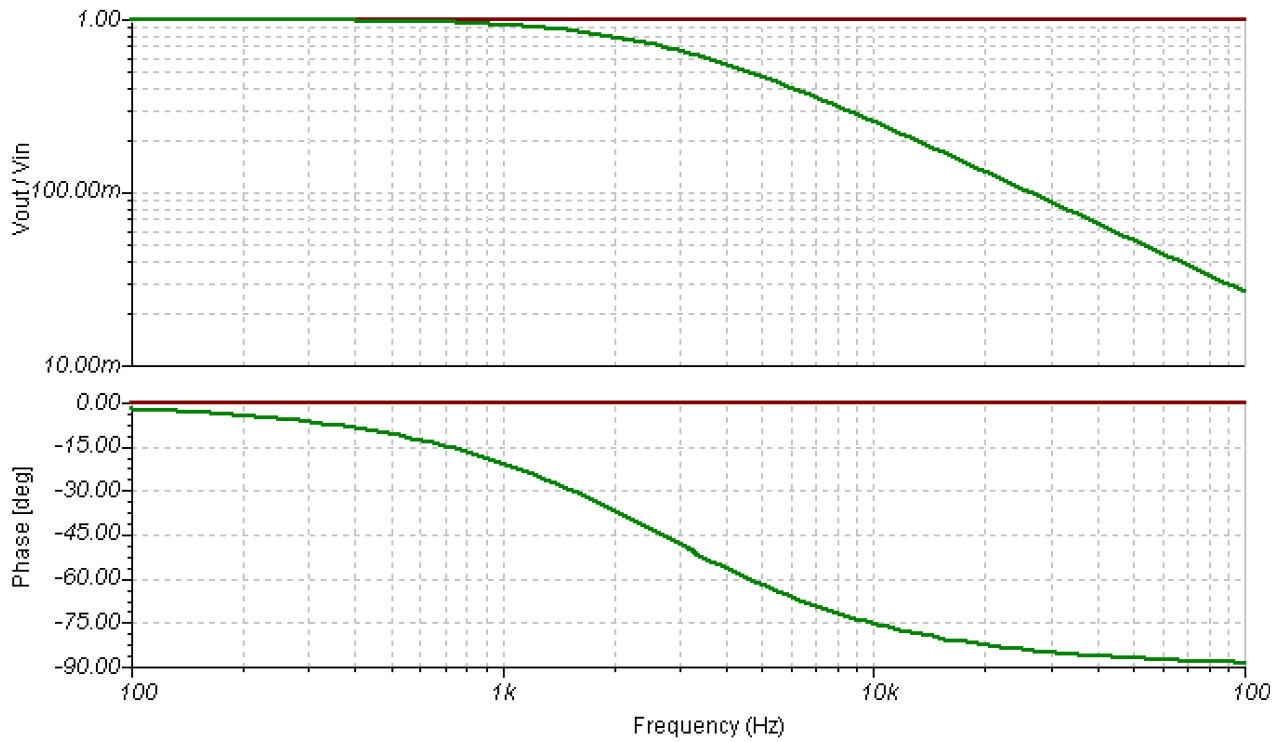
- Nell'effettuare le connessioni ricordarsi che i terminali "ground" dei due canali dell'oscilloscopio sono connessi internamente. Connettere il terminale "ground" del generatore di segnali con il "ground" del circuito e con quello dell'oscilloscopio.

### Formulario:

Per il circuito RC al punto 1):

$$V_c/V_s = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}}$$

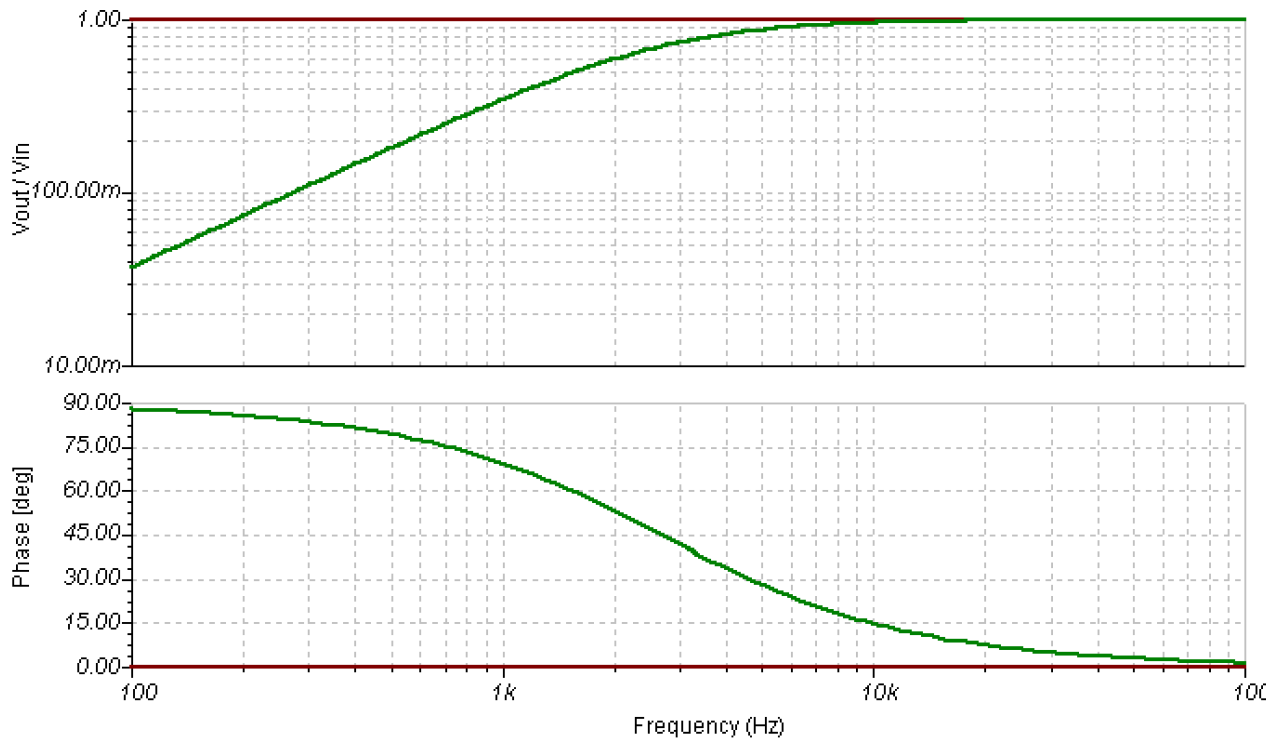
$$\Delta\phi = -\tan^{-1}(\omega\tau)$$



Per il circuito CR al punto 2):

$$V_R/V_S = \frac{\omega\tau}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}}$$

$$\Delta\phi = \pi/2 - \tan^{-1}(\omega\tau)$$



Per il circuito LR al punto 3):

$$V_R/V_S = \frac{\left(\frac{R}{R+R_L}\right)}{\sqrt{1+(\omega\tau)^2}}$$

$$\Delta\phi = -\tan^{-1}(\omega\tau)$$

