

Nomi e Cognomi:

 MAR  MER  GIO

Data:

7

Filtri RC

In questa esercitazione dovete (inizialmente) dimensionare, costruire e caratterizzare un filtro composto da una resistenza  $R$  e un condensatore  $C$  (filtro “a un polo” o “del primo ordine”). Potete scegliere liberamente tra passa-basso e passa-alto e dovete ovviamente verificarne le caratteristiche facendo uso di una forma d’onda alternata sinusoidale, lavorando nel “dominio delle frequenze”.

1. Stabilite se volete realizzare un passa-basso o un passa-alto e scegliete la frequenza di taglio attesa  $f_{T,\text{att}}$  sulla base dei resistori e condensatori disponibili; disegnate lo schema del circuito.

Si consiglia di: (i) scegliere frequenze di taglio dell’ordine di poche centinaia o poche migliaia di Hz, nel caso rispettivamente di passa-basso e passa-alto; (ii) usare valori di  $R$  “abbastanza” più grandi della resistenza interna del generatore; (iii) usare l’oscilloscopio con accoppiamento AC per non essere disturbati dall’eventuale offset residuo del generatore (salvo quando operate a frequenze «basse», diciamo sotto 0.2-0.3 kHz)

Espressione di $f_T$ :  $f_T =$	Schema circuitale:  	Tipologia filtro: <input type="checkbox"/> passa-basso <input type="checkbox"/> passa-alto						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;"><math>R</math> [ ] misurata</th> <th style="padding: 5px;"><math>C</math> [ ]</th> <th style="padding: 5px;"><math>f_{T,\text{att}}</math> [ ]</th> </tr> <tr> <td style="height: 80px; vertical-align: top;"></td> <td style="height: 80px; vertical-align: top;"></td> <td style="height: 80px; vertical-align: top;"></td> </tr> </table>	$R$ [ ] misurata	$C$ [ ]	$f_{T,\text{att}}$ [ ]					
$R$ [ ] misurata	$C$ [ ]	$f_{T,\text{att}}$ [ ]						

2. Determinate attraverso una misura con l’oscilloscopio il valore della frequenza  $f_{1/2}$  alla quale il guadagno del filtro vale  $\frac{1}{2}$ . Stabilite di conseguenza il valore della frequenza di taglio  $f_T$ . Misurate gli sfasamenti  $\Delta\phi_{1/2}$  e  $\Delta\phi_T$  alle due frequenze. Determinate le incertezze ricordando che si tratta di misure “condizionate”. Commentate sulla congruenza con le aspettative.

$f_{1/2}$ [ ]	$\Delta\phi_{1/2}$ [ $\pi$ rad]	$f_T$ [ ]	$\Delta\phi_T$ [ $\pi$ rad]
da misurare	da misurare	da determinare a partire da $f_{1/2}$	da misurare

Commenti:	
-----------	--

3. Misurate ora le ampiezze  $V_{inj}$  e  $V_{outj}$  (vanno bene picco-picco) a diverse frequenze  $f_j$ . Dovete esplorare un vasto intervallo di frequenze, fino a oltre 3 decadi, usando spaziature uniformi logaritmicamente e acquisendo più di una dozzina di punti. Siete consigliati di misurare anche gli sfasamenti  $\Delta\phi_j$  corrispondenti (magari non per tutti i punti, e accoppiando il canale dell’oscilloscopio in DC per le eventuali misure di sfasamento a “bassa” frequenza).

Poiché con le misure acquisite farete un best-fit e la grandezza da fissare è il guadagno in ampiezza  $G_j = V_{outj}/V_{inj}$ , potete scegliere se tenere conto di "tutte" le incertezze sulle ampiezze (misure di  $V_{outj}$  e  $V_{inj}$  su due canali e con scale da aggiustare di volta in volta) oppure solo di quelle di lettura (misure su unico canale e unica scala), con le note conseguenze nel trattamento del best-fit. Occhio:  $V_{in}$  non dovrebbe cambiare di tanto, e quindi presumibilmente non sarà necessario misurarla sempre! Nulla toglie che facciate due distinti best-fit, con dati presi nelle due modalità! Così potrete confrontare i risultati dei due best-fit!

$j$	$f_j$ [ ]	$V_{inj}$ [ ]	$V_{outj}$ [ ]	$\Delta\varphi_j$ [ $\pi$ rad]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

- Per alcuni valori di frequenza date anche un'occhiata al segnale rappresentato nella visualizzazione X-Y dell'oscilloscopio (si attiva con un pulsante dedicato). Date una breve spiegazione di cosa si osserva scrivendola nei commenti.
- Graficate il guadagno (o attenuazione, essendo sempre  $\leq 1$ )  $G_j$  in funzione di  $f_j$  scegliendo la rappresentazione più "efficace" e fate un best-fit dei dati secondo la funzione modello da scrivere nel riquadro qui sotto e tenendo conto di quanto già scritto sulle incertezze. Verificate "a occhio", cioè osservando il grafico, che  $G(f)$  abbia l'andamento previsto nella regione di transizione, cioè per  $f$  maggiore, o minore, di  $f_T$  (per il caso rispettivamente di passa-basso, o passa-alto). Riportate tutti i commenti (accordo con le attese, eventuali discrepanze, tutti i risultati del best-fit e tutte le informazioni necessarie nei commenti).

Funzione modello usata per il best-fit (si consiglia a due parametri, incluso un parametro moltiplicativo): $G(f) =$	Andamento atteso (pendenza nella regione di transizione): $G \sim$ [dB/decade]
---	--

Nomi e Cognomi:

 MAR  MER  GIO

Data:

7'

6. Alternative e facoltative: potete graficare lo sfasamento  $\Delta\phi_j$  in funzione di  $f_j$  e farne un best-fit secondo l'opportuna funzione modello. Al solito, commenti, risultati, informazioni rilevanti vanno scritti nei commenti. Inoltre, in aggiunta al grafico del guadagno, potete realizzare il diagramma di Bode del filtro costruito, individuando graficamente la corner frequency  $f_C$  e magari eseguendo un best-fit lineare per i soli dati che seguono tale andamento nel grafico.

Commenti (tutto quello che serve!):

7. Cose sempre facoltative, ma più interessanti: potreste progettare, dimensionare e caratterizzare (cioè determinare sperimentalmente il guadagno  $G$  in funzione di  $f$ ) un filtro passa-banda, tale cioè che ci sia un intervallo di frequenze che passano pressoché inalterate, mentre tutto il resto viene attenuato (più o meno fortemente). Siete sicuramente in grado di farlo! Usate la pagina dietro per qualsiasi commento rilevante e, caso mai, tenetevi da parte i dati acquisiti per ulteriori analisi da fare a casa.
8. Volendo, e facendovi prestare resistenze e condensatori da qualche collega, potreste anche realizzare una cascata di filtri passa-basso o passa-alto, e vedere l'effetto che fa.
9. Cosa ganza, rapida e consigliata a tutti: come sapete, la modalità AC dell'oscilloscopio funge grazie all'interposizione di un condensatore "in serie" al segnale. Supponendo valido questo modello, avete tutte le conoscenze per progettare e realizzare un rapidissimo esperimento finalizzato a individuare la capacità di tale condensatore. Fatelo, magari ci imparate qualcosa!

