

Filtro con frequenza e selettività regolabili per ponti in alternata

CANDIDATO: STEFANO PIERINI

RELATORE: PROF. MARCELLO CARLÀ
carla@fi.infn.it

Lo scopo della tesi è stato la realizzazione di un filtro con frequenza regolabile in un campo di frequenze compreso fra $300Hz$ e $3000Hz$ e selettività variabile fino a un $Q = 60$, per utilizzarlo nell'esperienza dei ponti in corrente alternata del corso di "Laboratorio di Fisica II". La variazione del coefficiente di merito e della frequenza devono essere il più possibile indipendenti fra loro, mentre si è deciso che il fatto che guadagno e selettività siano collegate fosse un pregio e non un difetto dello strumento. Si è dunque deciso di utilizzare un filtro attivo (come questo spettro di frequenze obbliga a fare), ed in particolare il filtro KHN. Questo tipo di filtro consente, in linea teorica, di regolare indipendentemente selettività e frequenza senza bisogno di complessi accorgimenti meccanici.

La prima parte del lavoro di Tesi ha quindi comportato il controllo dei limiti di questa affermazione. Tramite il programma di calcolo circuitale *ngspice*, il programma di elaborazione e *fitting gnuplot* e alcuni programmi che si sono scritti appositamente, si è calcolato il comportamento del circuito sostituendo agli amplificatori operazionali ideali una schematizzazione che consenta di tenere conto della banda passante finita e del guadagno finito che caratterizza gli amplificatori reali. Lo studio è stato fatto su tre amplificatori, il TL081 (guadagno $G = 2 \cdot 10^5$ e prodotto guadagno per larghezza di banda $BW = 3MHz$), l'OPA627 ($G = 2 \cdot 10^6$, $BW = 16MHz$) e l'OPA604 ($G = 10^5$, $BW = 20MHz$). Il primo mostra degli scostamenti elevati dai valori teorici (soprattutto per Q e f più alte), mentre negli altri due i calcoli si discostano dall'approssimazione ideale

al massimo del 3% o del 4% rispettivamente.

Successivamente, si è costruito il circuito, utilizzando dei condensatori uguali entro lo 0.01% e accurati entro lo 0.1%, e delle resistenze con accuratezza dell'1%. Con questi parametri, dalla propagazione degli errori, si è visto che i risultati della misura dovrebbero differire dalle previsioni al massimo dell'1% per quanto riguarda la frequenza e dell'1.5% per quanto riguarda il Q .

Dai risultati delle misure si è trovato un accordo con queste previsioni per quanto riguarda gli amplificatori operazionali OPA627 e OPA604. Per quanto riguarda il comportamento con l'amplificatore operazionale TL081 invece l'accordo tra i valori di Q previsti e quelli misurati c'è solo per i valori più bassi di guadagno, mentre per alti valori di guadagno e alte frequenze il comportamento è diverso da quello previsto, e si accentua maggiormente la discrepanza anche dal valore ideale. Questo probabilmente a causa della differenza fra le caratteristiche stimate degli operazionali e quelle reali, che possono differire fra loro anche di un fattore due.

Entrambi gli amplificatori OPA627 e OPA604 si sono rivelati validi per essere utilizzati nel circuito in esame, con una discrepanza massima per entrambi di circa cinque punti percentuali tra il valore atteso con un amplificatore ideale e quello misurato. Si è però ritenuto più sensato utilizzare l'OPA604 per questa applicazione, dato che ha un costo nettamente inferiore.

Con l'OPA604 si è misurato anche il comportamento lontano dal picco, verificando che seguisse realmente l'andamento descritto dalle equazioni teoriche.