

## Aula de Simulação nº 13

### Filtros Ativos

Filtros são circuitos lineares que possuem uma função de transferência ( $V_o/V_i$ ) dependente da frequência. São formados por elementos reativos (capacitores e indutores) e resistores. A classificação quanto ao tipo de resposta pode ser: passa-baixas, passa-altas, passa-faixa e rejeita-faixa. Os filtros ativos utilizam amplificadores realimentados através de resistores e capacitores para obter qualquer tipo de resposta. A ausência de indutores proporciona circuitos compactos e de baixo custo, porém são limitados a frequências de operação relativamente baixas (tipicamente  $< 100$  kHz). A estrutura Sallen Key é uma das mais usadas por ser simples e possuir função de transferência facilmente dedutível.

#### a) Filtro Passa-Baixas Sallen Key:

Baseado nos conceitos vistos em aula teórica, projete e analise um filtro PB de 2ª ordem utilizando o modelo de AMPOP quasi-ideal do QUCS.

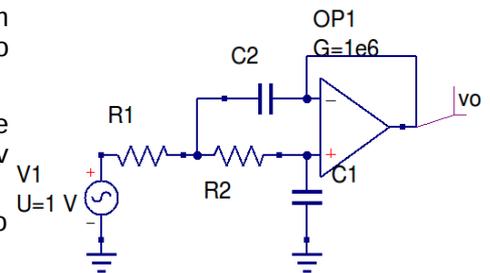
-calcule os valores de  $C_1$  e  $C_2$  para uma frequência de corte de 1 kHz e formato de resposta Bessel ( $Q=0,5$ ), Butterworth ( $Q=0,707$ ) e Chebyshev ( $Q=1,306$ );

-efetue uma análise AC e analise a amplitude (em dB) e a fase da tensão de saída em função da frequência para cada formato de resposta;

-encontre a frequência onde o ganho cai para -3 dB para cada formato de resposta e compare com a frequência de corte especificada;

-aplicando como entrada ( $V_1$ ) um degrau de tensão unitário, efetue uma simulação transiente e analise a tensão de saída  $v_o$  em função do tempo.

Obs: Faça  $R_1=R_2=10$  k $\Omega$ . Na análise AC, defina como faixa de frequência 6 décadas, sendo 3 décadas antes e 3 décadas após a frequência de corte do filtro.



#### b) Filtro Passa-Altas Sallen Key:

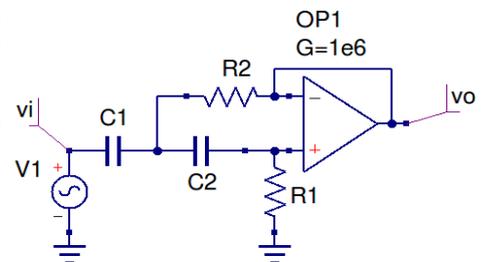
Baseado nos conceitos vistos em aula teórica, projete e analise um filtro PA de 2ª ordem utilizando o modelo de AMPOP quasi-ideal do QUCS.

-calcule os valores de  $R_1$  e  $R_2$  para uma frequência de corte de 1 kHz e formato de resposta Bessel ( $Q=0,5$ ), Butterworth ( $Q=0,707$ ) e Chebyshev ( $Q=1,306$ );

-efetue uma análise AC e analise a amplitude (em dB) e a fase da tensão de saída em função da frequência para cada formato de resposta;

-encontre a frequência onde o ganho cai para -3 dB para cada formato de resposta e compare com a frequência de corte especificada;

Obs:  $C_1=C_2=10$  nF. Na análise AC, defina como faixa de frequência 6 décadas, sendo 3 décadas antes e 3 décadas após a frequência de corte do filtro.



#### c) Projeto de um Filtro Passa-Baixas de 4ª ordem:

Baseado nos conceitos vistos em aula teórica, projete e analise um filtro PB Sallen Key de 4ª ordem com formato de resposta Chebyshev e frequência de corte (-3 dB) de 1 kHz. Utilize 2 filtros de 2ª ordem em cascata, cada um dos quais dimensionado com uma frequência e fator de qualidade de acordo com a função de transferência específica Chebyshev 4ª ordem.

Obs:  $R_1=R_2=R_3=R_4=10$  k $\Omega$ .