



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E  
INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
*ELETRÔNICA*

LISTA DE EXERCÍCIOS #10

(1) **AMPLIFICADORES SINTONIZADOS**

Basicamente, um *amplificador sintonizado* pode ser considerado como um *amplificador com um filtro passa-faixa* associado. Estes circuitos são úteis para amplificação de sinais de banda estreita e apresentam uma resposta tipicamente passa-faixa.

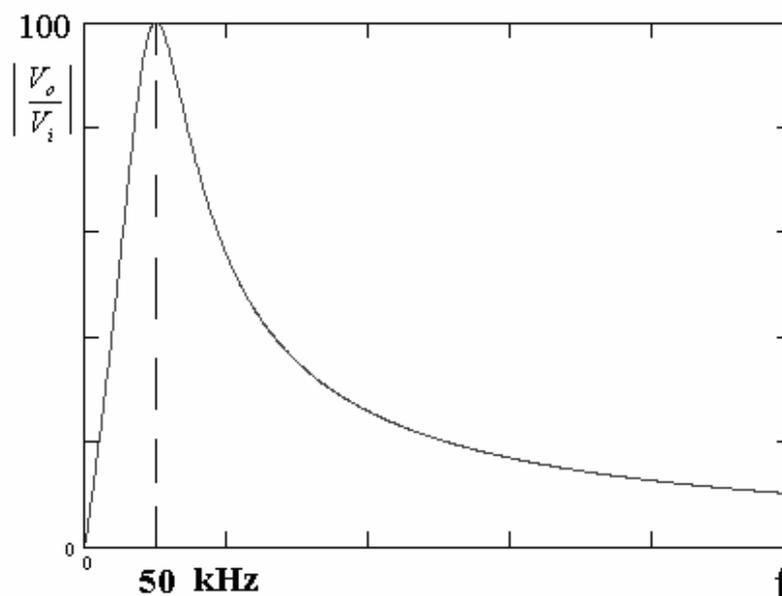
**Aplicação em Pesquisa Biológica**

Um biólogo, interessando no estudo de certa espécie de morcego, precisa de um amplificador capaz de captar sons emitidos por esta espécie de animal.

*Circuitos detectores de morcegos são usados para detectar a presença destes animais e também para a realização de pesquisas e estudos sobre as suas espécies. Os morcegos usam ultrassom para se guiarem (ecolocalização) e se comunicarem entre si. Os morcegos emitem ultrasons numa faixa de frequência de 15kHz a 120kHz, dependendo da espécie. Cada espécie possui a sua faixa específica de frequência. Por exemplo, a espécie **Daubenton's [Myotis Daubentonii]** emite sinais na faixa de 35 a 85kHz e especificamente **50 kHz** quando estão em busca de alimento.*

Suponha que um biólogo esteja interessado no estudo da espécie **Daubenton's [Myotis Daubentonii]** e solicitou a você um projeto de um *amplificador sintonizado* que possa ser usado para amplificar sinais na faixa de frequência emitida por esta espécie.

Sugira um circuito para esta aplicação específica.

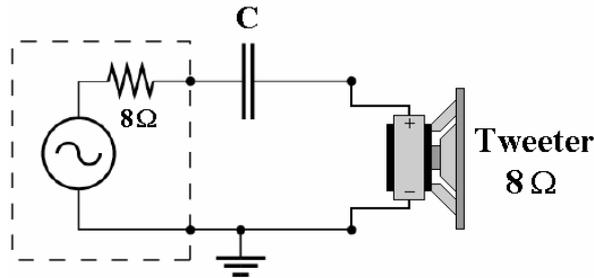


(2) Um engenheiro mediu as frequências -3dB de um seletor de frequências como 9.34 kHz e 10.21 kHz. Determine a **frequência ressonante** e o **fator de qualidade Q** do filtro.

### (3) Filtro Passivo

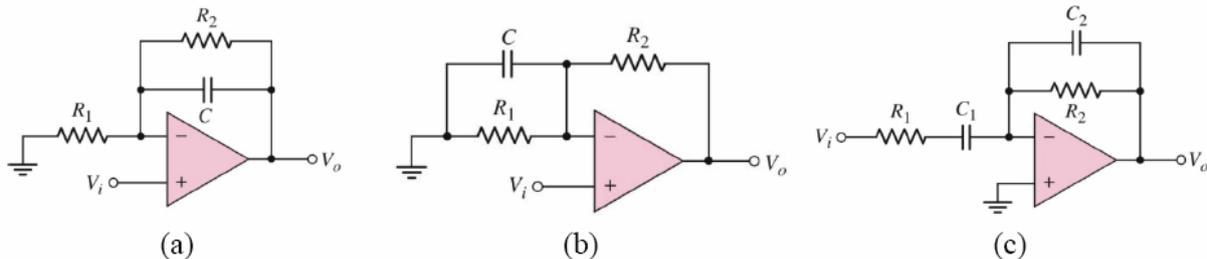
**Tweeter** é um alto-falante de dimensões reduzidas usado para reproduzir a faixa de alta frequência do espectro audível, ou seja, os sons mais agudos.

Você é solicitado a ligar um amplificador de áudio a um tweeter. O manual do alto falante diz que sua impedância de entrada é  $8\Omega$ , e que você deve atenuar sinais de frequências menores do que 1 kHz. Você recorre a um **filtro passivo passa alta** e decide usá-lo para atenuar as componentes de frequências mais baixas. A figura a seguir representa um **amplificador de potência** conectado a um **tweeter** por um capacitor C. Observe que o capacitor, juntamente com o tweeter, configura um filtro passa alta. Determine o valor do capacitor C.



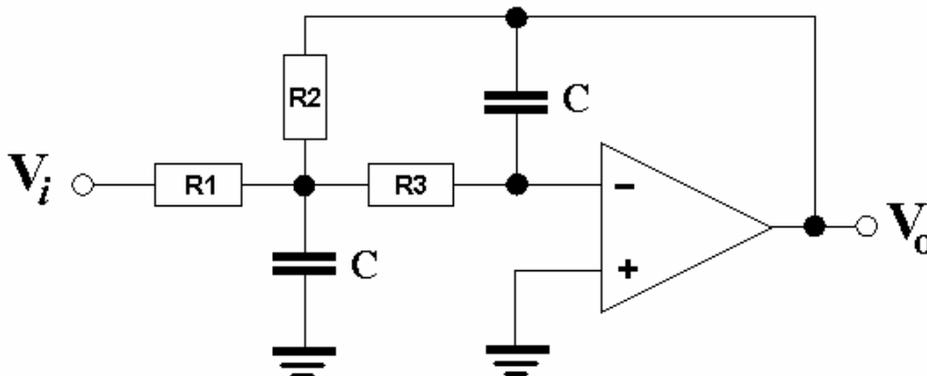
### (4) Filtros Ativos

Encontre a função de transferência para cada filtro a seguir. Classifique-o e encontre as respectivas frequências de corte.

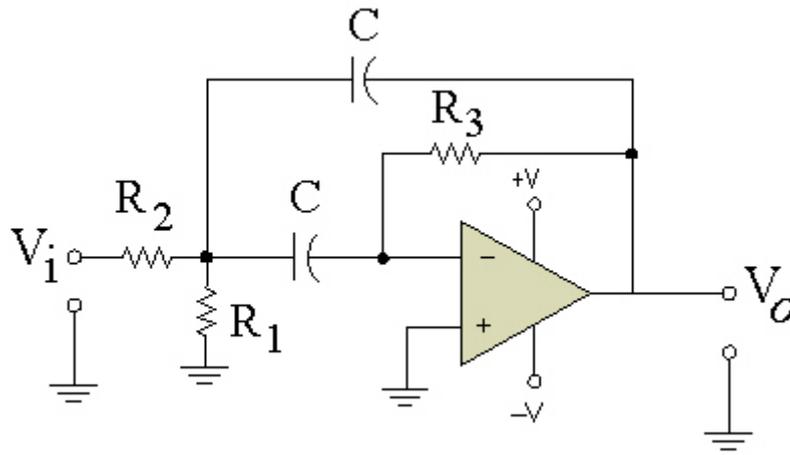


### (5) Filtros Ativos

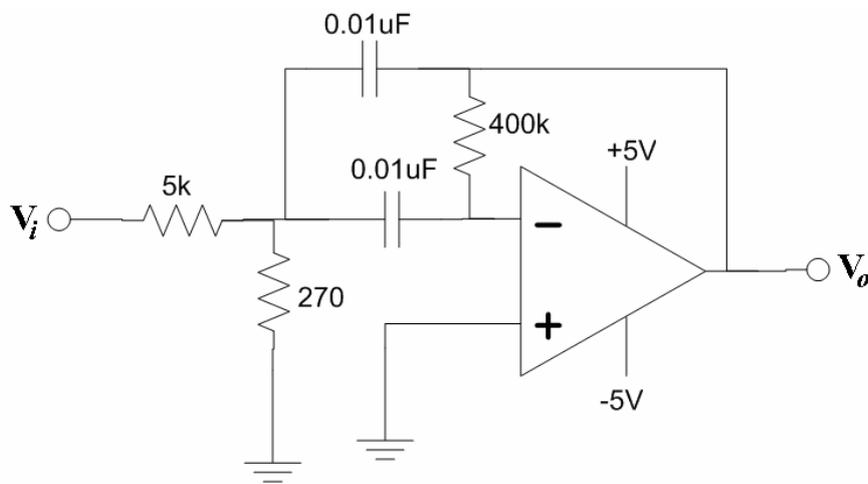
- Determine a **função de transferência**  $H(s)$  para cada filtro mostrado a seguir.
- Classifique os filtros elétricos a seguir (**passivo, ativo, passa-baixa, passa-faixa, passa-alta, rejeita-faixa, passa tudo, ordem do filtro**);
- Encontre as frequências correspondentes (corte, central e faixa de passagem).



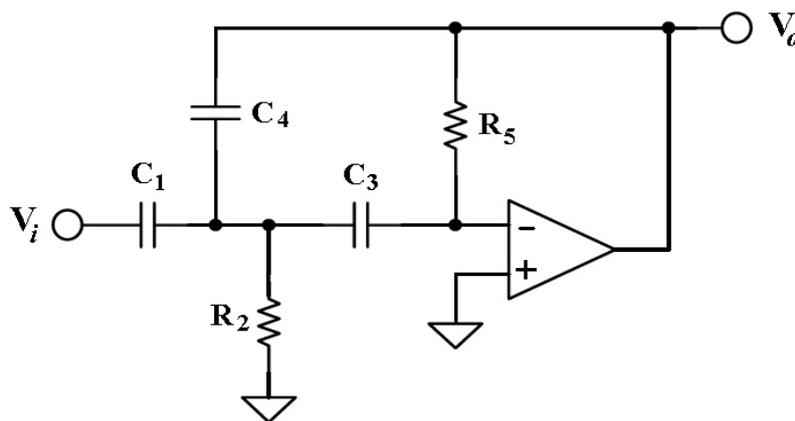
**Figura A**



**Figura B**



**Figura C**



**Figura D**

**(6) Afinador Musical.**

Projete um *filtro ativo passa-faixa de quarta ordem* para funcionar como afinador de instrumentos musicais para a nota musical LÁ (440 Hz). Este filtro deverá fornecer a máxima saída quando a nota LÁ for executada por algum instrumento musical que se deseja afinar.

### (7) Controle Remoto de TV.

Projete um *filtro ativo passa-faixa de segunda ordem* para funcionar como detector de pulsos infravermelho em controle remoto de televisão.

### (8) FILTROS ELÉTRICOS – Aplicação em Áudio

#### Filtro para alto falantes de graves - subwoofer.

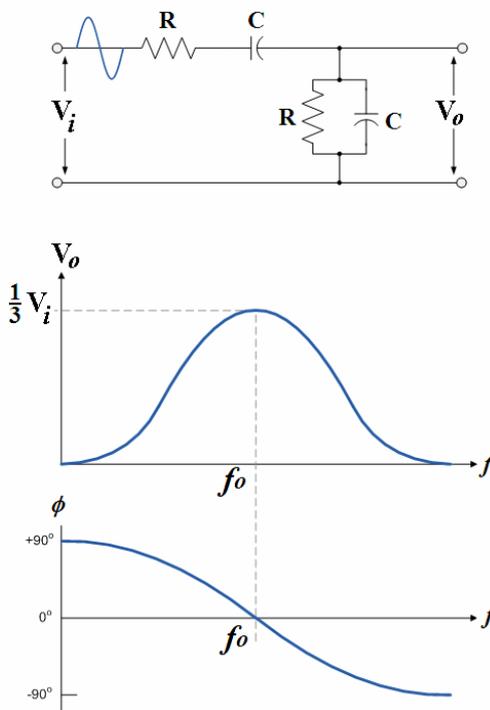
*Subwoofer* é um tipo de alto-falante usado para reproduzir frequências baixas (sons graves e sub-graves), geralmente abaixo de 100Hz. O nome é dado devido a sua reprodução estar abaixo da reprodução dos *woofers*. Como nesta faixa de frequência o cone precisa movimentar muito ar, são alto-falantes de diâmetro grande e alta excursão do cone.

Normalmente os *subwoofer* têm internamente circuitos eletrônicos divisores de frequência passivos para que só os graves sejam passados para o alto-falante.

Projete um *filtro passa-baixa de segunda ordem* capaz de filtrar os sinais de áudio enviados a um alto falante do tipo *subwoofer*.

### (9) Filtro Passa-Faixa.

Determine a função de transferência  $H(s)$  para o filtro mostrado na figura a seguir com os seus respectivos diagramas de Bode. Classifique-o e encontre o valor da *frequência central*  $f_0$ . Determine o *fator de qualidade*  $Q$ . Determine a frequência na qual a saída terá amplitude valendo metade do sinal de entrada. Determine a *frequência* na qual o *defasamento* entre o sinal de entrada e o sinal de saída seja de  $45^\circ$ .



### (10) Sintetizador de sinais harmônicos.

Baseado na afirmação feita pelo matemático francês *Jean Baptiste Joseph Fourier* que diz: “*Qualquer função periódica pode ser escrita como uma soma de senos e cossenos*” você pode projetar um sintetizador de som básico adicionando um número de ondas senoidais para gerar diversas formas de onda (dente de serra, quadrada, triangular, som do violino, clarineta, sax).

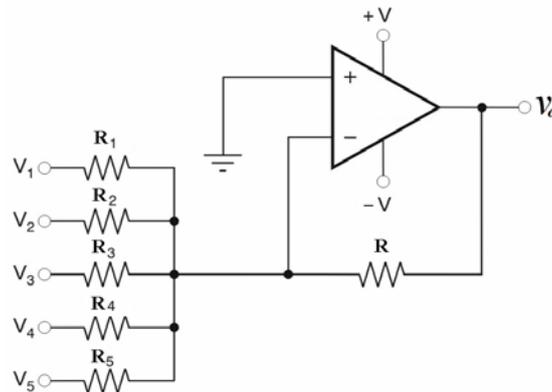
A receita exata para gerar uma forma de onda particular é dada pela análise de Fourier. Por exemplo, para sintetizar uma forma de onda do tipo *dente de serra* em 100Hz, a análise de Fourier diz-nos que os ingredientes são como segue:

$$V(t) = \sin(2\pi 100\text{Hz } t) + (1/2) \sin(2\pi 200\text{Hz } t) + (1/3) \sin(2\pi 300\text{Hz } t) + \dots$$

Para sintetizar uma forma de onda do tipo *onda quadrada* em 100Hz, a análise de Fourier diz-nos que as componentes devem ser como segue:

$$V(t) = \sin(2\pi 100\text{Hz } t) + (1/3) \sin(2\pi 300\text{Hz } t) + (1/5) \sin(2\pi 500\text{Hz } t) + \dots$$

Baseado nestas informações e com o circuito somador mostrado na figura a seguir determine os valores dos resistores capazes de sintetizar as seguintes formas de ondas: *dente de serra*, *quadrada* e *triangular*, com 5 componentes harmônicas, a partir de senóides com amplitudes de 1V e frequências de 100, 200, 300, 400, 500, 700 e 900 Hz, respectivamente.



**(11) Filtro em cascata**

Deseja-se conectar quatro filtros passa baixa iguais de áudio em cascata. Qual deve ser a freqüência de corte individual de cada filtro para que a resposta de corte do conjunto de filtros seja de 20 kHz?

(12) Sabendo-se que a nota musical mais grave de um piano [primeira nota] corresponde a nota LÁ A0 [27,5 Hz] qual a freqüência da nota musical seguinte? A partir desta informação calcule a freqüência da última nota musical do piano C8 ?

(13) Considerando que a velocidade do som no ar vale **1.200 Km/h**, qual é a dimensão física mínima que uma sala deve possuir para se obter uma boa reprodução de um tom de 33 Hz ?

**(14) Filtros Elétricos – Funções de Transferências H(s)**

Uma das maneiras possíveis de se caracterizar um sistema é pela sua resposta em freqüência, que é a resposta de regime permanente para excitação senoidal, quando a freqüência varia de zero a infinito. Desta forma, para estudar a resposta em freqüência, basta analisar o comportamento da função de transferência H(s).

Para cada item a seguir classifique o tipo de filtro correspondente e projete um circuito capaz de realizar as respectivas funções de transferências. Determine a freqüência central f<sub>0</sub> e o fator de qualidade Q para o filtro expresso pela função de transferência mostrada no item (D) a seguir.

$$(A) H(s) = 50 \frac{1}{s + 10}$$

$$(B) H(s) = 50 \frac{s}{s + 10}$$

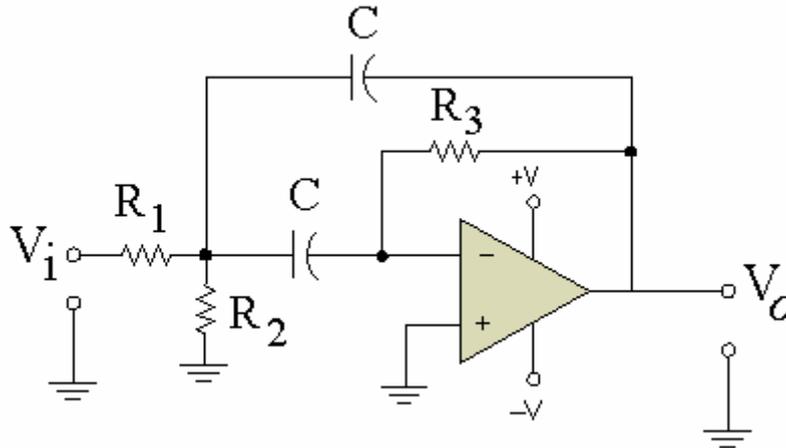
$$(C) H(s) = \frac{0,25}{s^2 + s + 0,25}$$

$$(D) H(s) = 10^3 \frac{s}{s^2 + 10^3 s + 10^7}$$

**(15) Filtro Eletrônico**

Classifique o filtro eletrônico a seguir. Determine a frequência central, faixa de passagem, frequências de corte, fator de qualidade Q, ganho e ordem do filtro. Escreva a função de transferência H(s) correspondente.

Considere  $R_1=68k\Omega$ ,  $R_2=2,7k\Omega$ ,  $R_3= 180k\Omega$  e  $C = 10nF$ .



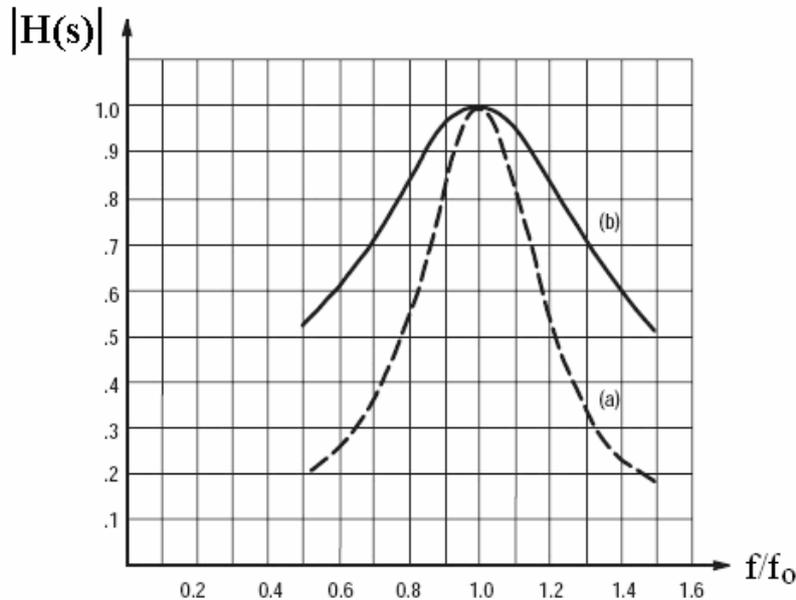
(16) Os receptores de radio FM utilizam a frequência padronizada de 10,7 MHz como frequência intermediária [FI] para demodular o sinal FM recebido da estação que se deseja sintonizar. Neste padrão, um receptor de radio FM usando um filtro passa-faixa com frequência central  $f_0=10,7$  MHz (FI - *Freqüência Intermediária*) requer uma faixa de passagem de 200 KHz. Determine o valor do *fator de qualidade Q* necessário para este circuito.

(17) Deseja-se conectar um cabo coaxial com impedância de  $50\Omega$  a um circuito RLC paralelo. Para que haja casamento de impedância projete um circuito RLC paralelo que apresente uma carga de  $50\Omega$  na frequência central de 5MHz com faixa de passagem de 100kHz. Determine o fator de qualidade Q e as respectivas frequências de corte inferior e superior.

(18) O gráfico a seguir representa a resposta em frequência para dois filtros passa-faixas. Qual das duas curvas representa o circuito com maior fator de qualidade Q? A partir do gráfico

$$\frac{Q_a}{Q_b} ?$$

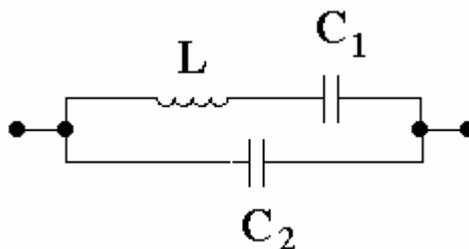
determine qual é a relação entre os fatores de qualidade  $\frac{Q_a}{Q_b}$



(19) Quanto **tempo**, em minutos, leva para se armazenar 0,001 Joules de **energia** em um capacitor de  $100\mu\text{F}$  alimentado com uma **fonte de corrente** constante de  $1\mu\text{A}$  ? Qual deveria ser o valor da fonte de corrente para se armazenar esta mesma quantidade de energia em apenas 1 segundo?

**(20) Múltipla Ressonância**

O circuito a seguir, aplicado em circuitos para comunicações, conhecido como “**wave trap**” [**armadilha**] é usado para **permitir a passagem** [**curto circuito**] de um sinal em uma determinada frequência e **rejeitar** [**circuito aberto**] um sinal interferente em outra frequência. Determine essas duas frequências.



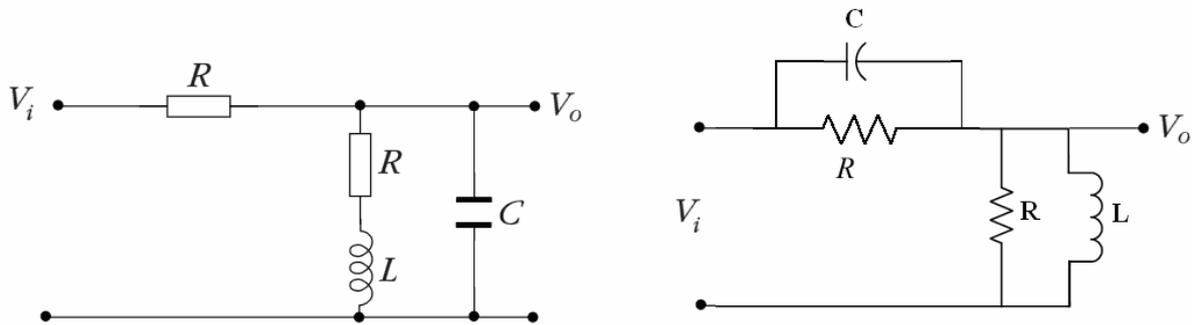
(21) Um **circuito ressonante paralelo** possui  $R = 5000 \Omega$ ,  $L = \frac{1}{2\pi} \text{mH}$  e  $C = \frac{1}{80\pi} \mu\text{F}$ . Determine o **fator de qualidade Q** e a **faixa de passagem** deste circuito?

(22) Apresente um filtro elétrico cuja função de transferência  $H(s)$  seja igual a  $H(s) = \frac{10^{10} s}{s^2 + 10^4 s + 10^{12}}$ . Determine a frequência de ressonância, ganho, faixa de passagem, fator de qualidade e as respectivas frequências de corte inferior e superior para este circuito.

**(23) Função de Transferência – Resposta em frequência**

Um filtro elétrico tem como função selecionar ou rejeitar uma faixa de frequência de um sinal elétrico. Os filtros constituem uma das aplicações mais comuns da eletrônica, sendo amplamente utilizados na aquisição e processamento de sinais de áudio, vídeo e de dados, em sistemas de alimentação, de telecomunicações, de controle e instrumentação. As características e propriedades de um filtro elétrico são determinadas pela sua função de transferência.

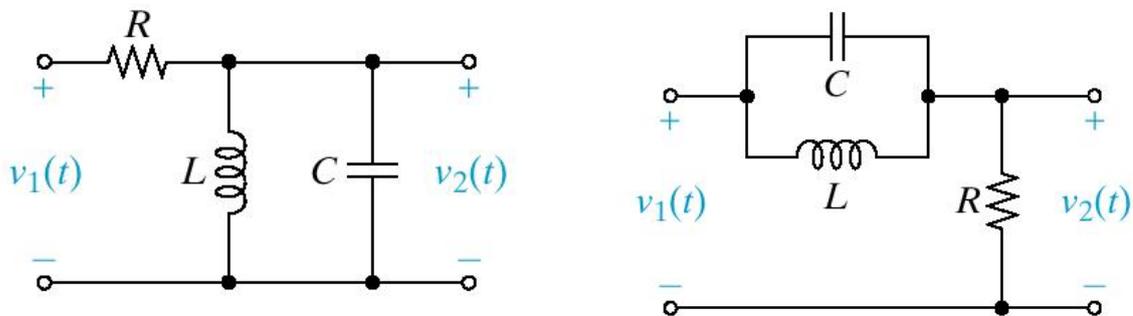
Os diagramas a seguir representam os esquemas de dois filtros elétricos. Encontre a função de transferência  $H(s)$ . Determine os pólos e zeros. Classifique-os como filtros [passa baixa, passa alta, passa faixa, rejeita faixa]. Apresente o Diagrama de Bode.



(24) A utilização de circuitos ressonantes é bastante ampla. Indutores e capacitores são largamente usados em radiocomunicações na construção de circuitos ressonantes, acoplamentos, filtros, osciladores e amplificadores sintonizados. Um circuito passivo contendo indutores e capacitores está em ressonância quando a sua parte reativa (parcela imaginária da impedância) é nula. Na ressonância, a corrente de entrada está em fase com a tensão. O aumento no valor do parâmetro  $Q$  aumenta a seletividade do circuito, que é a sua capacidade de responder a uma faixa de frequências desejadas e discriminar outras. Esta é a razão do fator  $Q$  ser chamado de **fator de qualidade**. Os circuitos ressonantes normalmente são usados como filtros devido a sua característica de poder separar frequências indesejáveis de frequências de interesse.

Encontre a **função de transferência**  $H(s)$  para os circuitos a seguir, classificando-os como filtros. Sugira uma aplicação para cada circuito. Determine o valor da saída, em cada caso, na frequência de ressonância.

**(25) Filtro Passivo Passa Baixa de Primeira Ordem.**



Considere o filtro elétrico mostrado na figura a seguir onde se aplica um sinal senoidal, com amplitude constante e frequência variável,  $V_i(t) = 10 \text{sen} 2\pi f t$  (volts).

- Determine o valor da frequência do sinal de entrada, em função da frequência de corte, na qual a saída  $V_o(t)$  possui metade da amplitude do sinal de entrada, ou seja,  $V_o(t) = 5 \text{sen}(2\pi f t + \phi)$ . Encontre o valor de  $\phi$  para esta frequência.
- Determine o valor da frequência do sinal de entrada, em função da frequência de corte, na qual a saída  $V_o(t)$  encontra-se defasada do sinal de entrada de  $\phi = 45^\circ$ . Escreva a expressão para  $V_o(t)$ .
- Escreva a expressão para  $V_o(t)$  quando a frequência de entrada for 100 vezes superior a frequência do sinal de entrada, ou seja,  $f = 100 f_c$ .

