

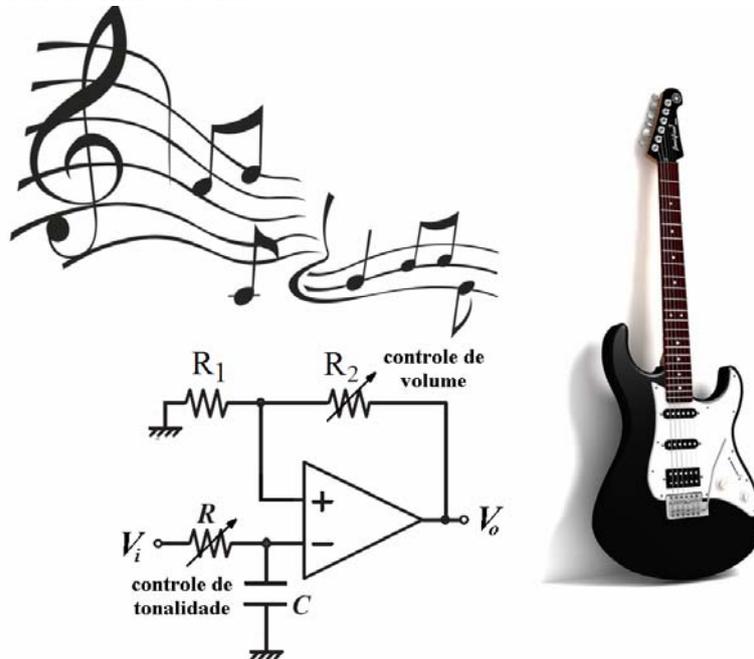


UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E
INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ELETRÔNICA

LISTA DE EXERCÍCIOS #14

(1) O circuito a seguir é usado como pré-amplificador e controle de tonalidade para amplificar sinais gerados por um instrumento musical.

(A) Determine a **função de transferência $H(s)$** para o circuito amplificador, com controle de tonalidade, mostrado na figura a seguir, formado pela associação de um amplificador operacional com ganho não inversor e um filtro elétrico na entrada. (B) **Identifique o tipo e ordem do filtro** (C) **Determine o ganho e a frequência de corte**. Observe que o ganho é determinado pelo potenciômetro R_2 do *controle de volume* e a *tonalidade* (grave & agudo) pelo potenciômetro R do filtro elétrico.



(2) Um filtro rejeita-faixa pode ser obtido através de um filtro passa-faixa e um amplificador por meio da relação expressa a seguir.

$$\underbrace{H_o \cdot \frac{s^2 + \omega_c^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}}_{\text{Filtro rejeita-faixa}} = \underbrace{H_o}_{\text{Amplificador}} \cdot \underbrace{H_o \cdot \frac{s\frac{\omega_c}{Q}}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}}_{\text{Filtro passa-faixa}}$$

Sugira um circuito capaz de implementar a função de transferência $H(s)$ para um filtro rejeita-faixa.

(3) Um engenheiro mediu as frequências -3dB de um filtro seletor de frequências simétrico como sendo 9.34 kHz e 10.21 kHz, respectivamente.

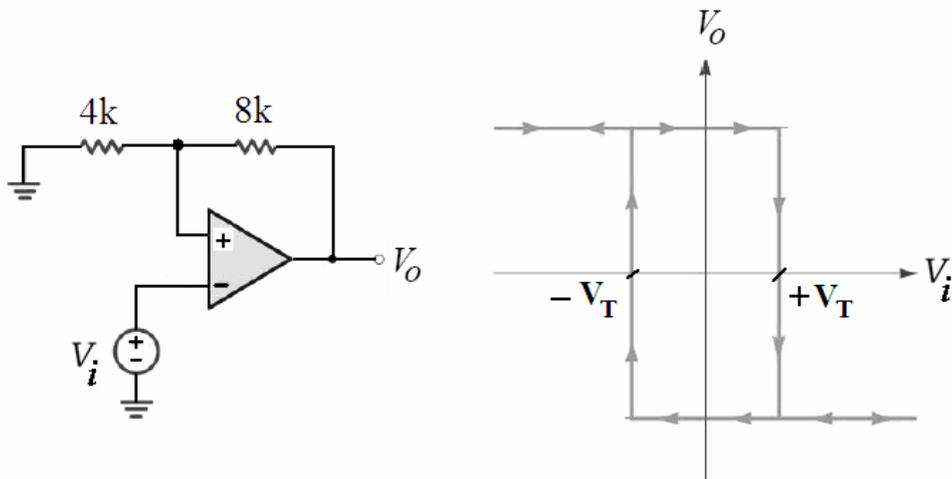
(A) Determine a **frequência ressonante** e o **fator de qualidade Q** deste filtro.

(B) Sabendo-se que a este filtro tem um ganho de 10 determine as frequências na qual a saída será atenuada de 50%.

- (4) (a) Quantos zeros possui a *função de transferência* $H(s)$ de um *filtro ativo passa-alta Butterworth de quinta ordem* e onde estão localizados no *plano-s* ?
 (b) Quantos zeros possui a *função de transferência* $H(s)$ de um *filtro ativo passa-faixa Chebyshev de sexta ordem* e onde estão localizados no *plano-s* ?

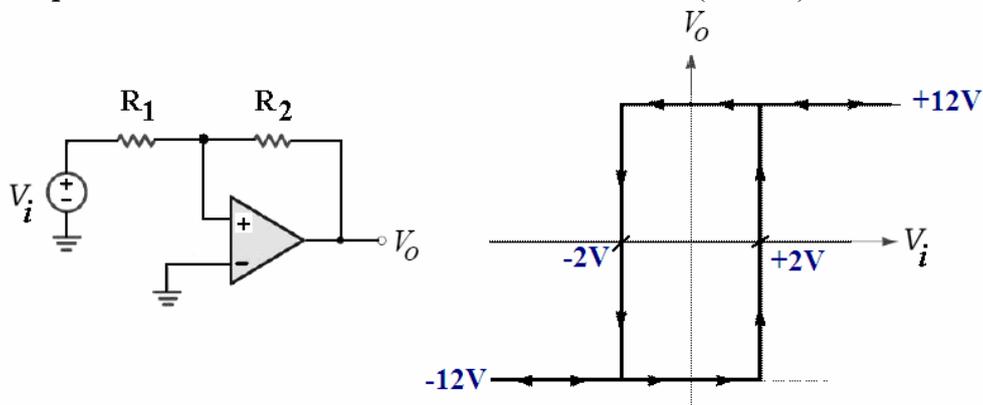
(5) COMPARADOR POR HISTERESE

Determine o valor de V_T para que o circuito a seguir funcione como um *comparador por histerese* obedecendo a *curva característica* ($V_o \times V_i$) mostrada.



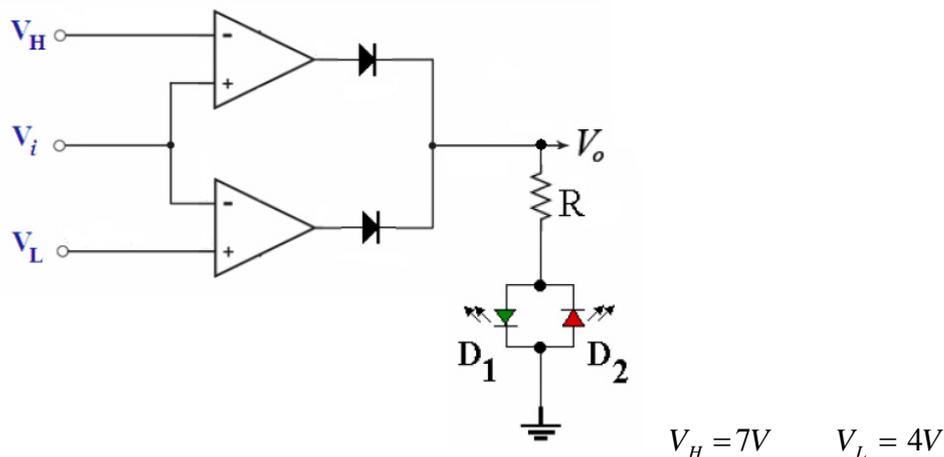
(6) COMPARADOR POR HISTERESE

Determine a relação entre R_1 e R_2 para que o circuito a seguir funcione como um *comparador por histerese* obedecendo a *curva característica* ($V_o \times V_i$) mostrada.



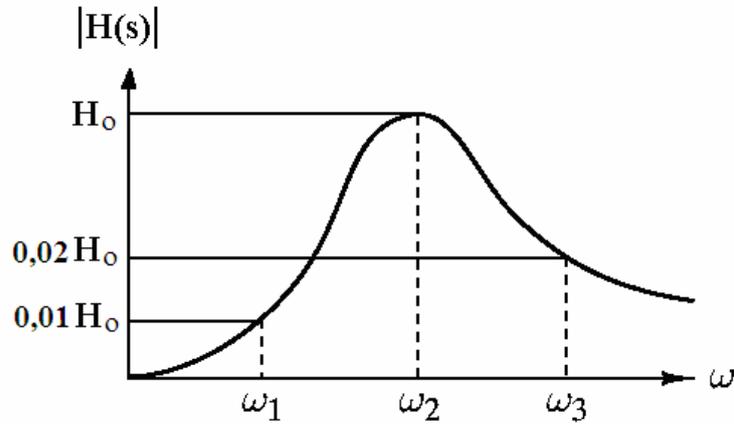
(7) COMPARADOR JANELA

Determine a faixa de tensão de entrada V_i na qual o LED D_1 e o LED D_2 acendem.



(8) Deseja-se projetar um *filtro passa faixa* com as características expressas no diagrama de Bode mostrado na figura a seguir.

- Apresente o *esquema completo de um circuito* com respectivos valores dos componentes.
- Determine o *fator de qualidade Q* e a *faixa de passagem Δf*.
- Determine o valor da *frequência ω₁*.
- Determine as *frequências de corte inferior e superior*.

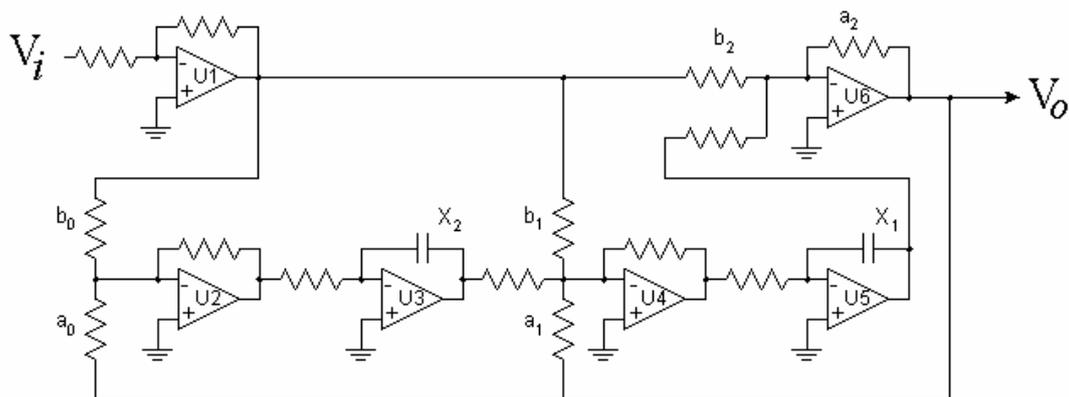
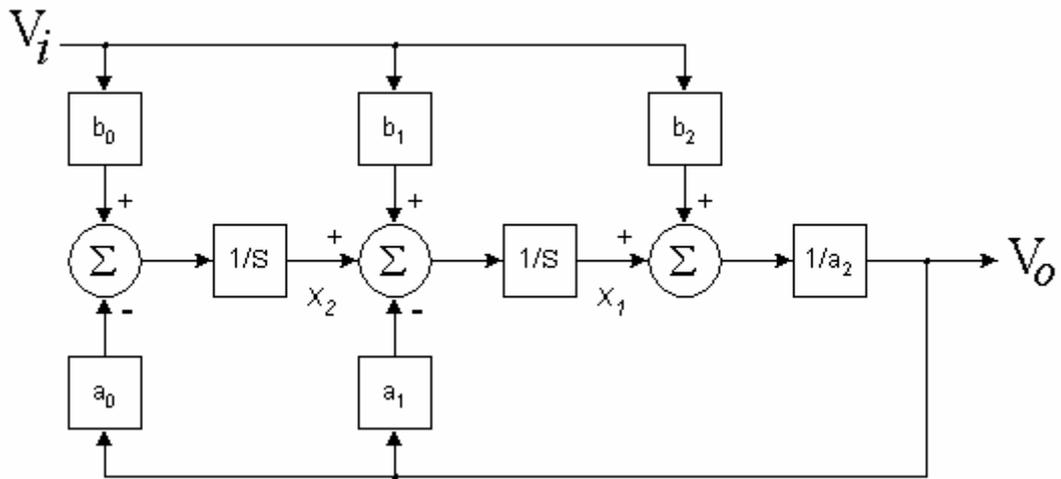


$$\omega_2 = 10 \times 10^6 \text{ rd/s}$$

$$\omega_3 = 20 \times 10^6 \text{ rd/s}$$

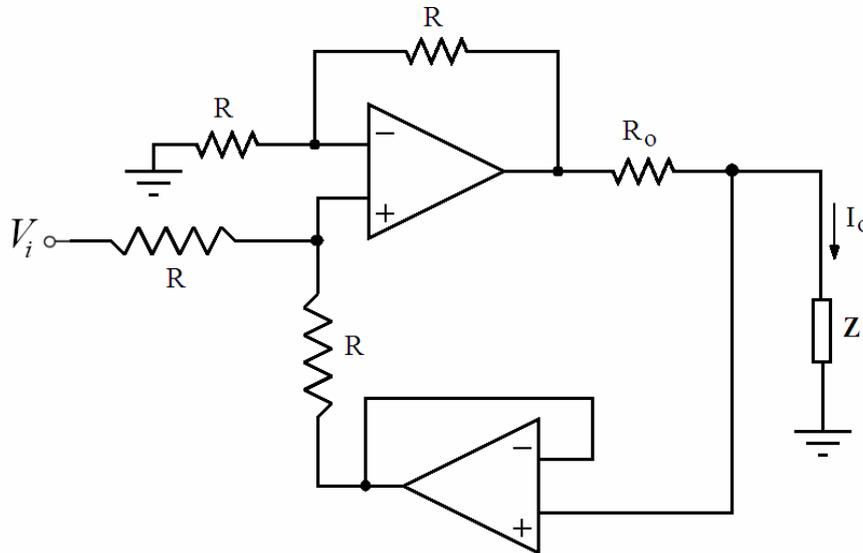
(9) *Diagrama de blocos, circuito e função de transferência.*

Verifique se o circuito a seguir implementa a função de transferência $H(s)$ do diagrama de blocos mostrado na figura abaixo.

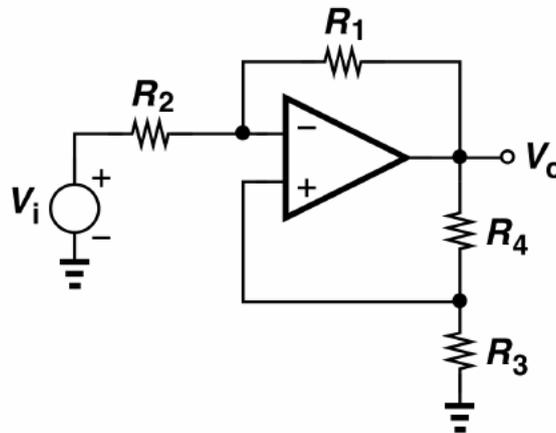


(10) Conversor Tensão-Corrente & Fonte de Corrente

Mostre que no circuito a seguir $I_o = \frac{V_i}{R_o}$. Observe que a corrente I_o não depende da impedância Z . Sugira algumas aplicações para este circuito.



(11) Determine o ganho em tensão para o amplificador a seguir.



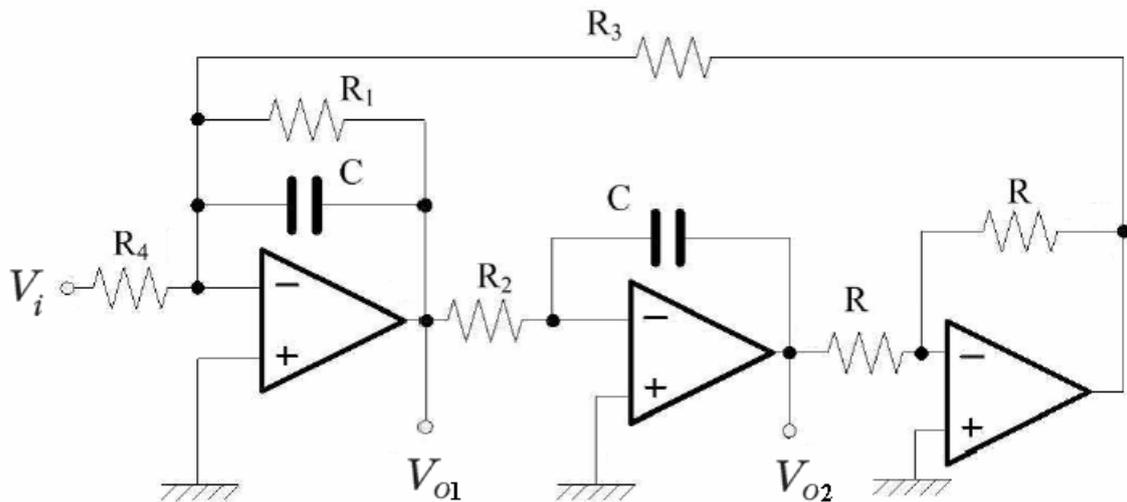
(12) Filtro Ativo de Segunda Ordem – Filtro biquad TOW-THOMAS

(A) A configuração de circuito a seguir, conhecida como *biquad Tow-Thomas*, em referência a seus criadores, pode ser utilizada para operar como *dois filtros ativos simultaneamente*, ou seja, como *filtro passa-baixa e passa-faixa*, ao mesmo tempo. Determine as funções de transferências correspondentes a $\mathbf{H}_1(s)$ e $\mathbf{H}_2(s)$, com relação as saída \mathbf{V}_{o1} e \mathbf{V}_{o2} . A partir do diagrama do circuito mostre que:

$$H_1(s) = \frac{V_{o1}(s)}{V_i(s)} = -\frac{as}{s^2 + bs + c} \qquad H_2(s) = \frac{V_{o2}(s)}{V_i(s)} = -\frac{a_o}{s^2 + bs + c}$$

Observe que $\mathbf{H}_1(s)$ representa a função de transferência para um *filtro passa-faixa* e $\mathbf{H}_2(s)$ representa a função de transferência para *um filtro passa-baixa*.

Determine os valores de a , b , c e a_o .



(B) Mostre que as saídas V_{o1} e V_{o2} estão relacionadas com a entrada V_i pelas relações a seguir.

$$\frac{V_{o1}}{V_i} = - \frac{\frac{1}{CR_4} s}{s^2 + \frac{1}{CR_1} s + \frac{1}{C^2 R_2 R_3}}$$

$$\frac{V_{o2}}{V_i} = \frac{\frac{1}{C^2 R_2 R_4}}{s^2 + \frac{1}{CR_1} s + \frac{1}{C^2 R_2 R_3}}$$

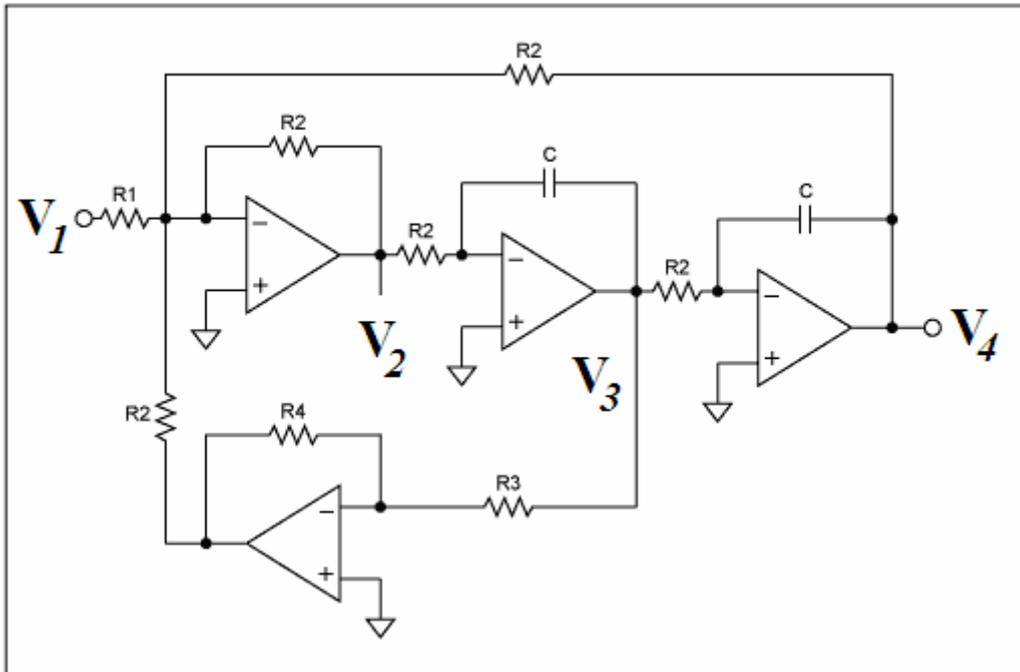
(C) Mostre que f_0 e Q são iguais para ambos os filtros e podem ser expressos pelas equações a seguir.

$f_0 = \frac{1}{2\pi C \sqrt{R_2 R_3}}$	$Q = \frac{R_1}{\sqrt{R_2 R_3}}$
---	----------------------------------

(13) Filtro Universal

A realização de filtro com a topologia **Filtro Universal** oferece uma implementação precisa onde todos os três principais parâmetros de um filtro eletrônico (ganho, fator de qualidade Q e frequência central e de corte ω_0) podem ser **ajustados independentemente**, e as saídas **passa-baixa**, **passa-alta** e **passa-banda** estão **disponíveis simultaneamente**. O ganho de cada um das saídas do filtro é igualmente variável independentemente. Desde que todos os parâmetros do **Filtro Universal (Filtro Variável de Estado)** podem ser ajustados independentemente, esta configuração de circuito disponibiliza uma importante flexibilidade para projetistas de filtros.

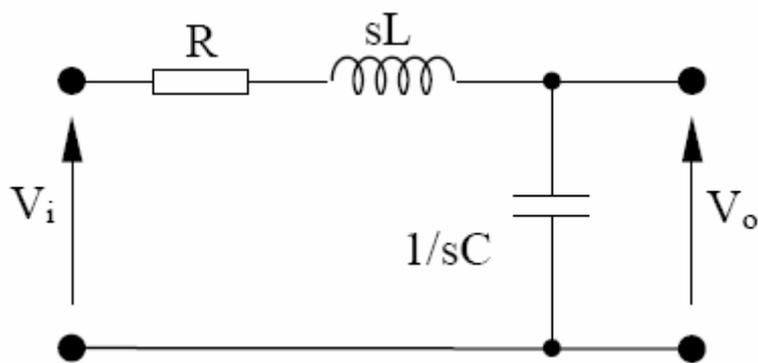
Usando a topologia do **Filtro Universal** mostrado na figura a seguir projete um **filtro passa-baixa e passa-alta** com frequências de cortes iguais a 10 kHz e um **filtro passa-faixa** com fator de qualidade $Q = 20$ e faixa de passagem de 500 Hz.



Encontre as funções de transferências $H_1(s) = \frac{V_2}{V_1}$, $H_2(s) = \frac{V_3}{V_1}$ e $H_3(s) = \frac{V_4}{V_1}$.

(14) Filtro passivo passa-baixa de segunda ordem.

Mostre que no circuito a seguir a saída, na frequência de ressonância ω_o , o valor de $V_o = QV_i$, onde Q é o fator de qualidade. Determine o valor da tensão na saída V_o quando $V_i = 10\text{sen}\omega_o t$ (Volts). Considere $\omega_o = 10^5 \text{ rad/s}$, $C = 1\text{nF}$ e $R = 100\Omega$. Determine o valor do indutor L e da tensão sobre o mesmo.

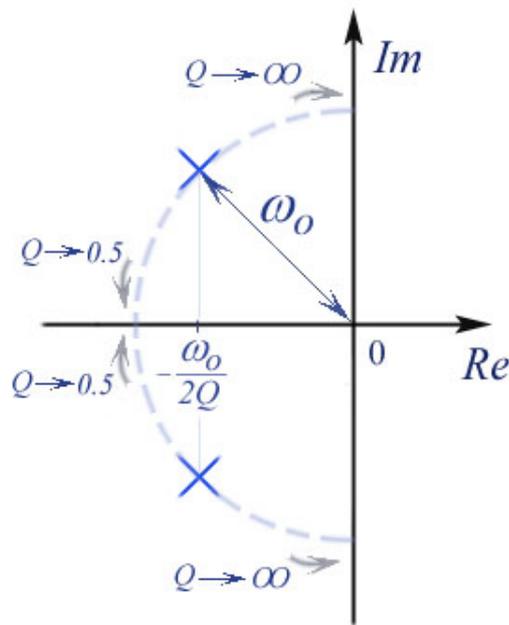


$$\frac{V_o}{V_i}(S) = \frac{\frac{1}{SC}}{R + sL + \frac{1}{SC}} = \frac{1}{S^2 LC + SCR + 1} = \frac{\frac{1}{LC}}{S^2 + S\frac{R}{L} + \frac{1}{LC}}$$

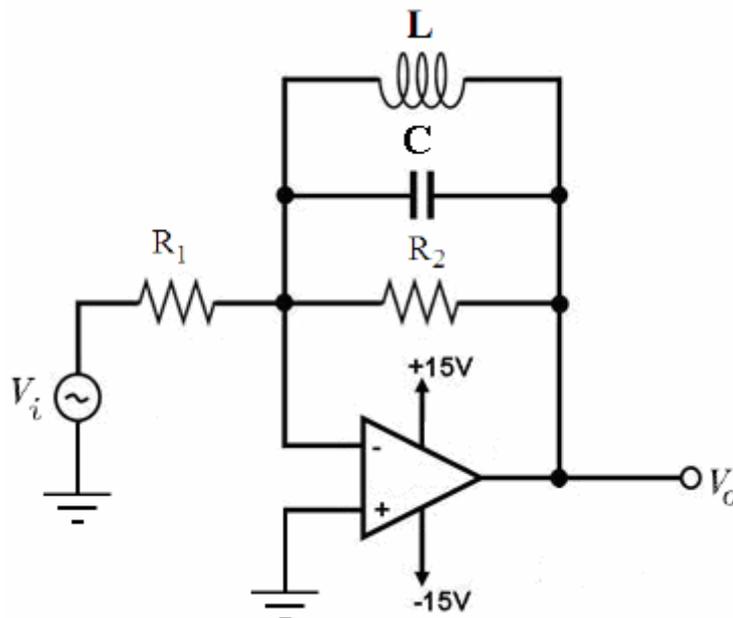
$$H(S) = H_o \frac{\omega_o^2}{S^2 + \frac{S\omega_o}{Q} + \omega_o^2}$$

$$S^2 + \frac{S\omega_o}{Q} + \omega_o^2 = 0 \Rightarrow S = \frac{-\frac{\omega_o}{Q} \pm \sqrt{\frac{\omega_o^2}{Q^2} - 4\omega_o^2}}{2}$$

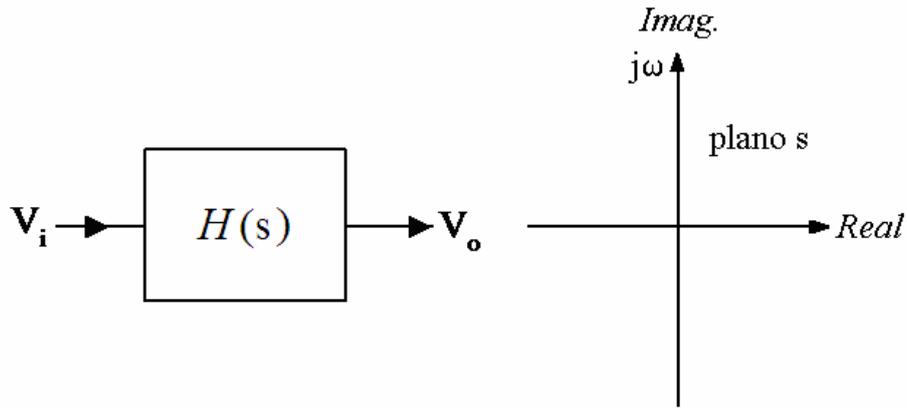
Mostre que se o fator de qualidade Q for superior a $\frac{1}{2}$ os pólos complexos conjugados de $H(s)$ se encontram sobre uma semi-circunferência de raio igual a ω_0 .



- (15) (A) Determine a **função de transferência $H(s)$** para o circuito mostrado na figura a seguir. Classifique-o como filtro (ativo, passivo, tipo e ordem) e determine:
 (B) A frequência central f_0
 (C) O **fator de qualidade Q**
 (D) A **faixa de passagem $\Delta\omega$** .
 (E) Esboce o **diagrama de Bode**, para a amplitude, com valores. (F) Determine a frequência em que ocorre o máximo ganho e o valor do ganho correspondente nesta frequência.

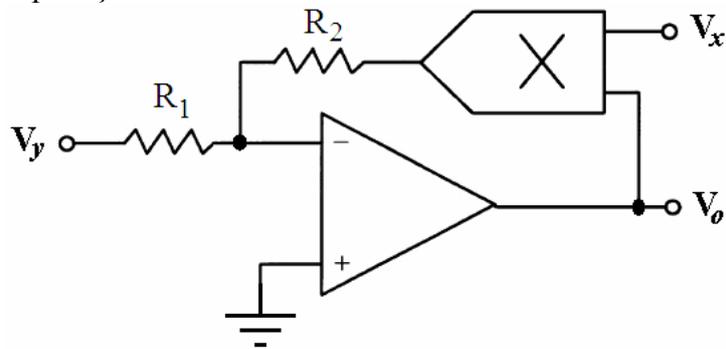


- (16) Considere a **função de transferência $H(s)$** para um filtro ativo passa-faixa de segunda ordem. (A) Determine os valores de A, B e C da função de transferência $H(s)$ correspondente a um filtro passa-faixa com **ganho** igual 10, **fator de qualidade Q** igual a 10 e **frequência central $\omega_0 = 1000 \text{ rad/s}$** . (B) Represente, graficamente com valores no plano s , os **pólos e zeros** correspondentes a $H(s)$. (C) Expresse a relação entre os valores da parte real e imaginária dos pólos com a frequência central ω_0 e o fator de qualidade Q .



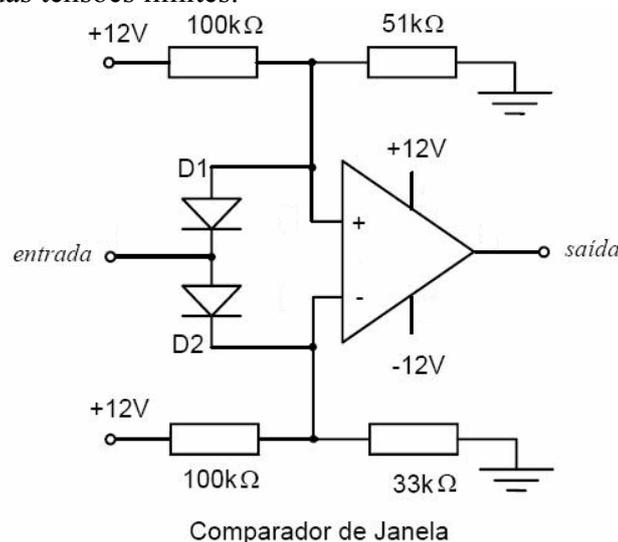
$$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = H_o \frac{\left(\frac{\omega_o}{Q}\right)s}{s^2 + \left(\frac{\omega_o}{Q}\right)s + \omega_o^2} = A \frac{s}{s^2 + Bs + C}$$

- (17) (A) Determine V_0 em função de V_x e V_y , ou seja, $V_0 = f(V_x, V_y)$.
 (B) Sugira uma aplicação.



(18) Frequentemente, em muitas aplicações em eletrônica, necessita-se comparar uma tensão com outra para saber qual delas é a maior. Um comparador simples indica quando uma entrada excede certo limite ou limiar, enquanto que um comparador de janela detecta quando uma tensão de entrada situa-se entre dois limites. Um comparador tipo janela é um circuito com duas tensões de referências (tensões limites), uma entrada e uma saída. O sinal de entrada é então comparado com as duas tensões de referências (janela de tensões limites) a fim de produzir uma saída.

Explique o princípio de funcionamento do comparador janela mostrado na figura a seguir e determine as suas tensões limites.



(19) FONTE DE ALIMENTAÇÃO LINEAR REGULADA

Projeto de uma fonte linear de $220V_{RMS}$ para $V_O = 9V$. Explique o princípio de funcionamento da fonte de alimentação mostrada na figura a seguir e a funcionalidade de cada dispositivo utilizado (transformador, diodo zener, transistor, amplificador operacional).

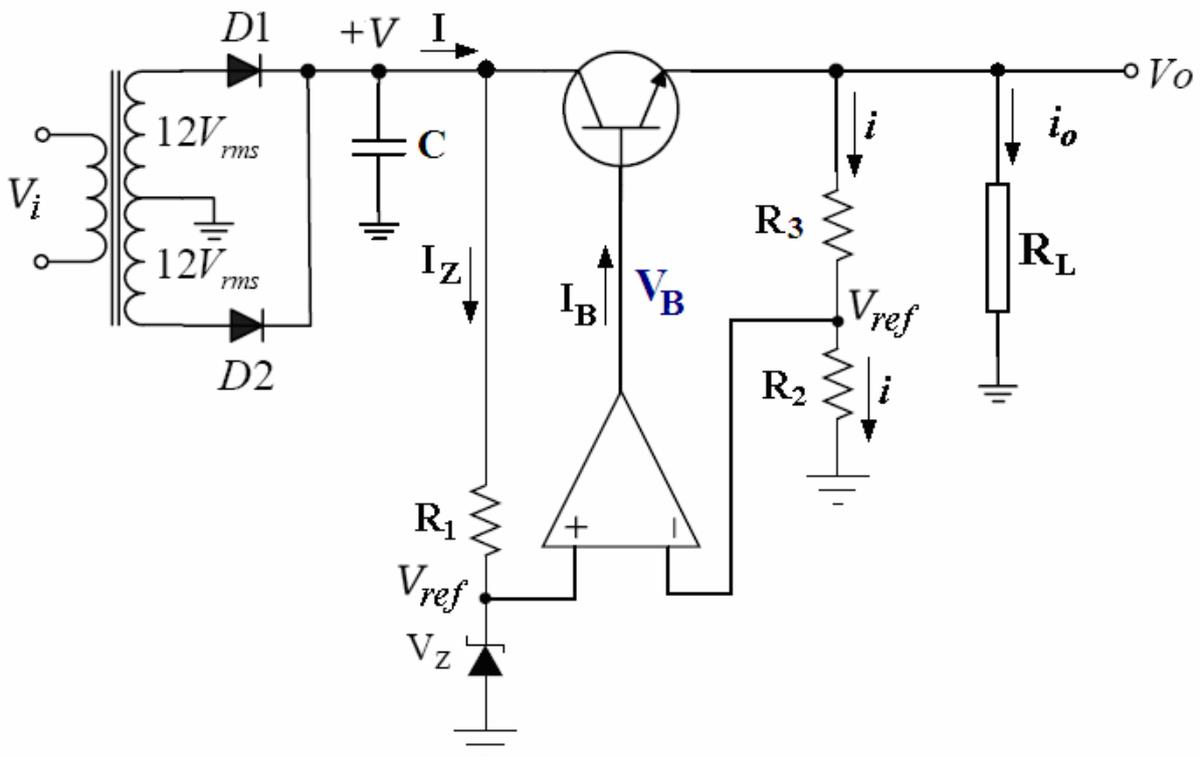
$R_3 = 100k\Omega$, $V_Z = 6V$, $V_i = 220V_{RMS}$, $\beta = 100$, $R_L = 9\Omega$, $V_{BE} = 0,7V$.

(A) Determine a **potência de dissipação no transistor**.

(B) Determine a **corrente e a tensão na saída do amplificador operacional** I_B e V_B .

Observe que I_B e V_B corresponde a **corrente e a tensão de base do transistor**.

(C) Determine R_2 e o valor da tensão sobre o capacitor C.



(20) No circuito da figura A uma corrente $I = 625 \mu A$ é aplicada a um conjunto de diodos em série dispostos na malha de realimentação de um amplificador operacional. Considere que os diodos são idênticos com $kT/q = 25 \text{ mV}$, $\eta = 1$ e $I_S = 10^{-14} \text{ A}$. Determine o valor da tensão V_O . (B) Encontre a relação entre V_O e V_i para o circuito da figura B e sugira uma aplicação.

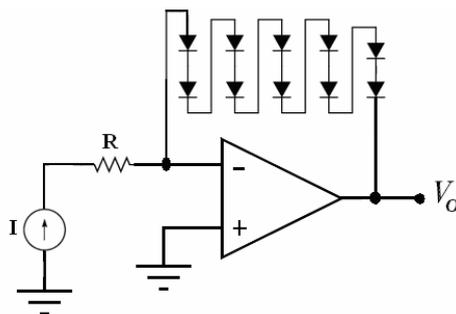


Figura A

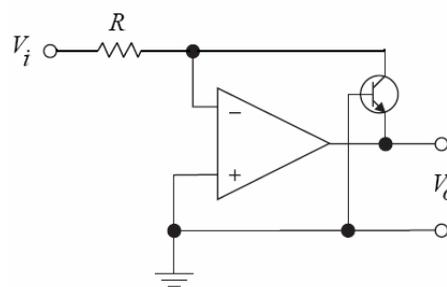
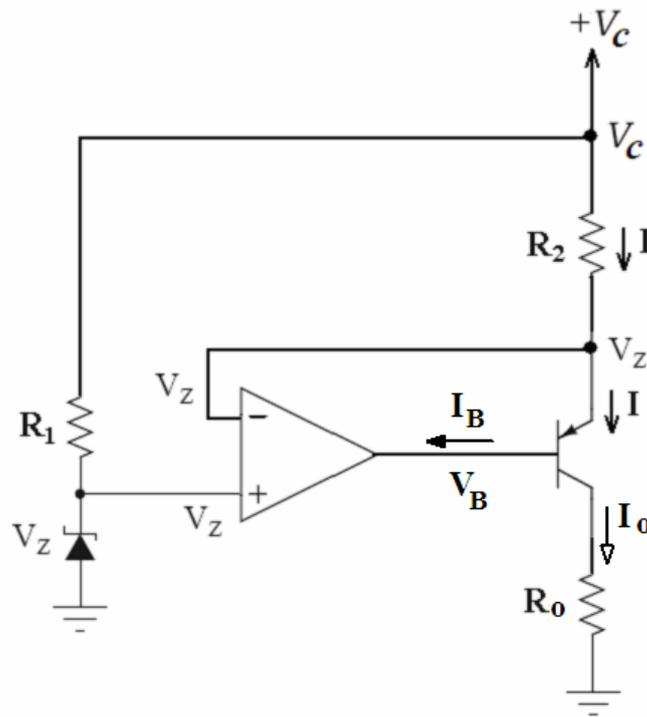


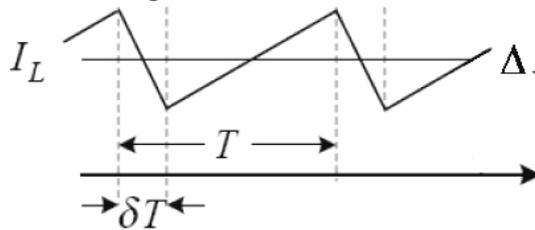
Figura B

(21) FONTE DE CORRENTE COM CARGA ATERRADA

- (A) Encontre a **expressão literal** para a corrente I_o e mostre que seu valor não depende da carga R_o . Desta forma o circuito representa uma fonte de corrente I_o .
- (B) Determine o valor de I_o . Considere $V_C = 9V$, $V_Z = 6V$, $R_2 = 3\Omega$ e $\beta = 100$.
- (C) Determine a **potência de dissipação do transistor**.
- (D) Determine a **corrente I_B** e a **tensão V_B** na saída do amplificador operacional.
- (E) Sabendo-se que a luminosidade de um LED depende da corrente aplicada sobre o mesmo, deseja-se alimentar um conjunto de 6 diodos LED's em série com uma corrente constante e igual a 20 mA. Como você utilizaria este circuito para tal propósito?



- (22) A corrente mostrada a seguir circula em um **indutor** de uma **fonte chaveada**. $T = 50 \mu s$.
- (A) Represente **graficamente, com valores, a tensão V_L** sobre o referido indutor L .
- (B) Determine a **energia armazenada no indutor** durante o **ciclo de carga**. $\delta = 0,2$.



$$\Delta I_L = 16A \quad L = 100\mu H$$