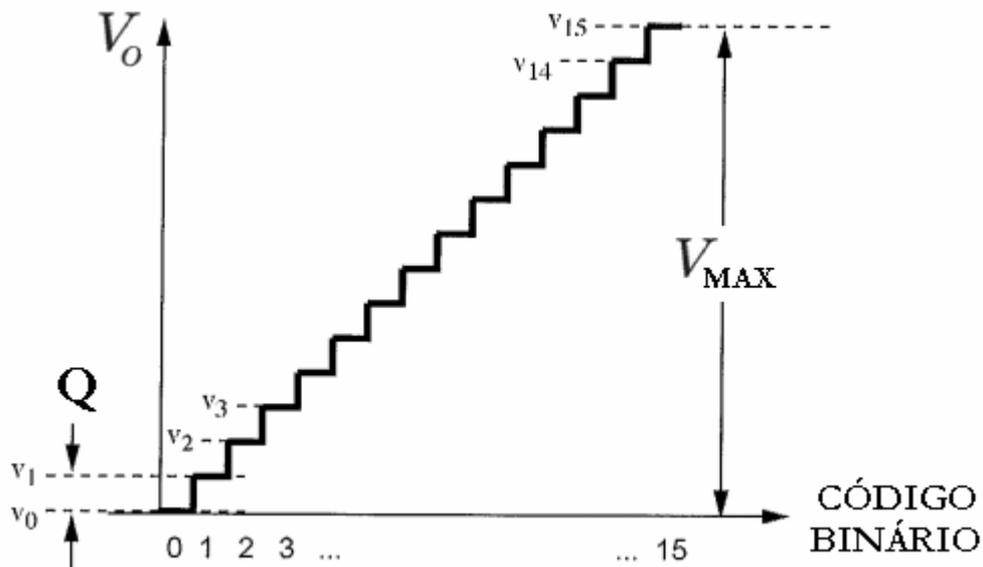
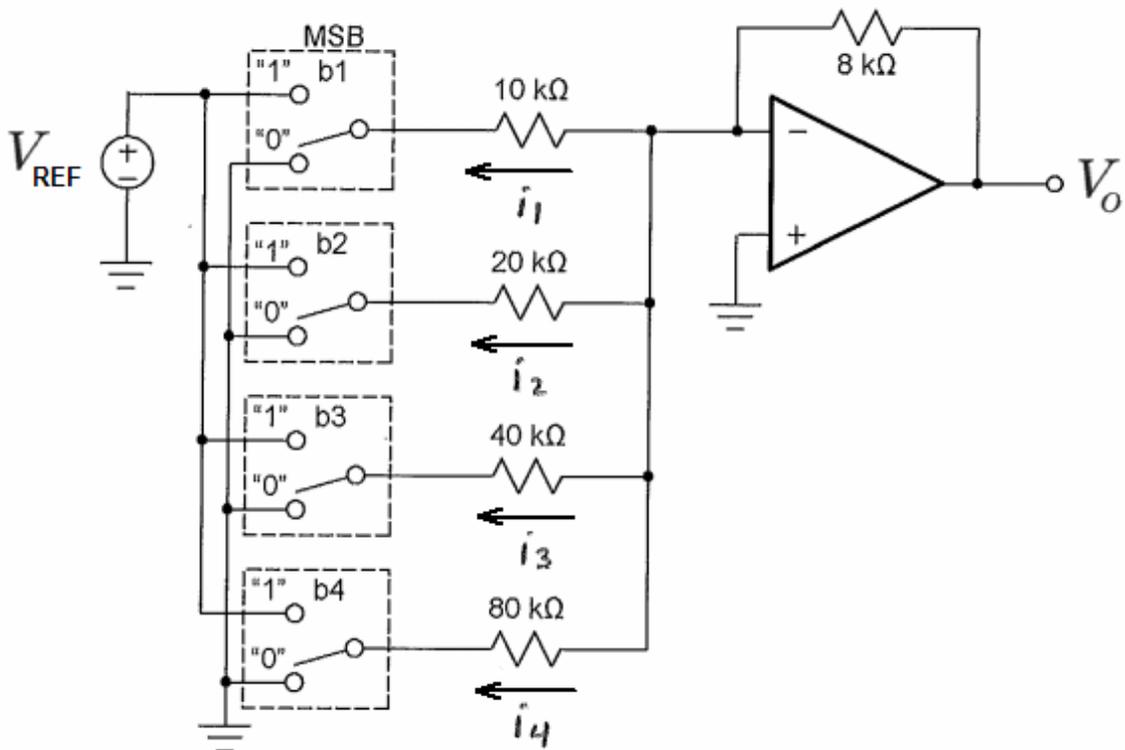




UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E
INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ELETRÔNICA

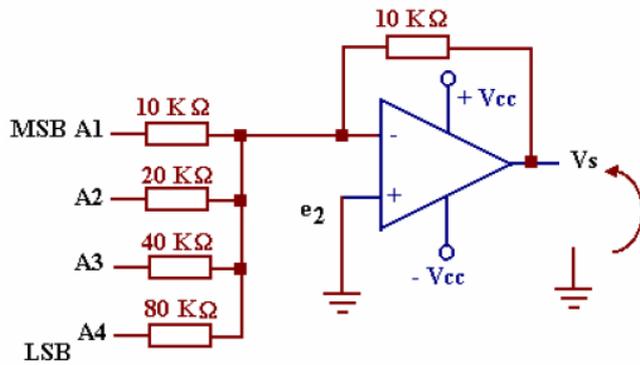
LISTA DE EXERCÍCIO #12

(1) Mostre que o circuito a seguir pode ser usado como um **Conversor Digital Analógico (D/A) de 4 Bits**. Considere $V_{REF} = -2,5V$. Determine V_{MAX} e o valor da tensão de quantização Q . Determine os valores das correntes i_1, i_2, i_3, i_4 e da expressão V_o .



(2) CONVERSOR DIGITAL-ANALÓGICO

Determine as tensões de saída do conversor D/A a seguir, preenchendo a Tabela correspondente a um conversor D/A de 4 bits. (Considere $V = 5V$).



$A_1 A_2 A_3 A_4$	V_s
0 0 0 0	
0 0 0 1	
0 0 1 0	
0 0 1 1	
0 1 0 0	
0 1 0 1	
0 1 1 0	
0 1 1 1	
1 0 0 0	
1 0 0 1	
1 0 1 0	
1 0 1 1	
1 1 0 0	
1 1 0 1	
1 1 1 0	
1 1 1 1	

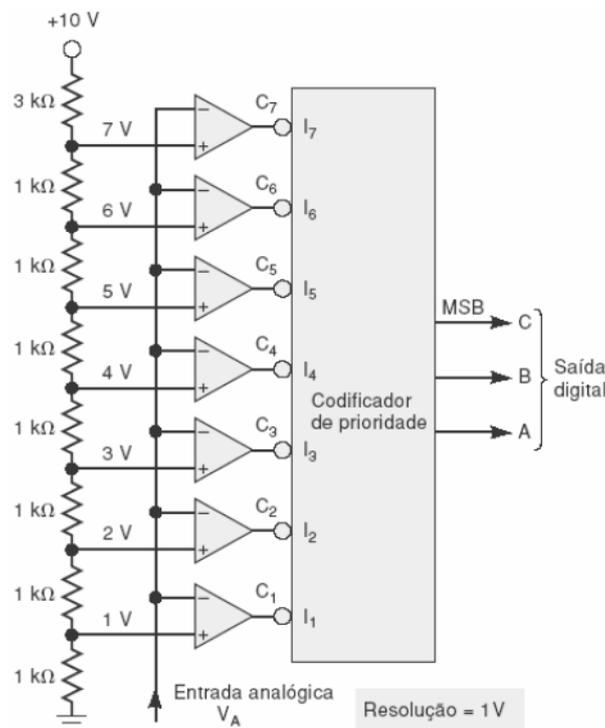
(3) CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL

(A) Identifique o tipo de conversor A/D e escreva a saída **CBA** quando $V_A = 3,5V$.

(B) Qual a *faixa de valores da entrada* analógica quando a saída for igual **CBA=101**?

(C) Qual o *número de comparadores* necessário para um conversor A/D de 8 bits?

(D) Cite *uma vantagem e uma desvantagem* deste tipo de conversor A/D.



Conhecendo a taxa de amostragem e a resolução você pode facilmente calcular o espaço em disco (ou a largura de banda, no caso de uma transmissão digital) que será necessário para armazenar o dado gerado pelo conversor A/D.

O sistema telefônico, por exemplo, utiliza uma taxa de amostragem de 8.000 Hz e cada amostra é armazenada em uma variável de oito bits. Portanto, a taxa de transmissão de uma conversão analógico/digital é de 64.000 bits por segundo (8.000×8) ou 64 Kbps (valor arredondado, já que $1 \text{ K} = 1.024$; assim 64 Kbps seria 65.536 bps e não 64.000). Se você deseja gravar uma conversa telefônica, o espaço em disco necessário seria de 8.000 bytes por segundo ($64.000 / 8$) ou 480.000 bytes por minuto (8.000×60), isto é, 468,75 KB por minuto.

O CD utiliza uma taxa de amostragem de 44.100 Hz e cada amostra é armazenada em uma variável de 16 bits. Além disso, o CD tem dois canais independentes (esquerdo e direito; o que é tocado em um canal pode ser completamente diferente do que é tocado em outro). Portanto, a taxa de transmissão da conversão analógico/digital do aparelho de CD é de 1.411,200 bps ($44.100 \times 16 \times 2$) ou 1,41 Mbps (mais uma vez arredondamos o valor, já que $1 \text{ M} = 1.048.576$). O espaço em disco necessário é de 176.400 bytes por segundo ($1.411.200 / 8$) ou 10.584.000 bytes por minuto (176.400×60), isto é, 10 MB por minuto.

Como cada CD pode armazenar até 74 minutos de música, isto significa que um CD pode armazenar 740 MB de informação de música ($74 \text{ minutos} \times 10 \text{ MB por minuto}$). Em um aparelho de CD-ROM um CD pode armazenar um pouco menos, 650 MB, porque parte do seu espaço é usada para o armazenamento do código de correção de erro (ECC).

(4) TECNOLOGIA DIGITAL – ADSL/DVD/BLU-RAY

ADSL é a sigla para **A**ssymmetric **D**igital **S**ubscriber **L**ine ou "Linha Digital Assimétrica para Assinante". Trata-se de uma tecnologia que permite a transferência digital de dados em alta velocidade por meio de linhas telefônicas comuns.

(A) Quanto tempo você gastaria para transmitir todo o conteúdo de um DVD [Digital Video Disc ou Digital Versatile Disc] com capacidade de 4,7 GB [4 700 000 000 bytes], através de uma ligação ADSL de 2 Mbit/s ?

1 Gigabyte [GB] é igual a 10^9 (1.000.000.000 bytes).

(B) Foi lançada no mercado uma nova tecnologia para substituir o DVD, com maior capacidade de armazenamento. É o formato BLU-RAY, também conhecido como BD (Blu-ray Disc). É um formato de disco óptico da nova geração de 12 cm de diâmetro (igual ao CD e ao DVD). O disco Blu-Ray faz uso de um laser de cor azul-violeta, cujo comprimento de onda é 405 nanômetros, permitindo gravar mais informação num disco do mesmo tamanho usado por tecnologias anteriores (DVD usa um laser de cor vermelha de 650 nanômetros). Blu-ray obteve o seu nome a partir da cor azul do raio laser ("blue ray" em inglês significa "raio azul").

A letra "e" da palavra original "blue" foi eliminada porque, em alguns países, não se pode registrar, para um nome comercial, uma palavra comum.

Quanto tempo seria necessário para se transmitir todo o conteúdo de um disco BLU-RAY com capacidade de 25 GB, através de uma ligação ADSL de 2 Mbit/s ?

(C) Quanto tempo seria necessário para transmitir todo o conteúdo de um PENDRIVE com capacidade de 64 GB, através de uma ligação ADSL de 2 Mbit/s ?

(5) TECNOLOGIA DIGITAL – CINEMA 3D

Avatar, filme lançado recentemente, bateu vários recordes da história do cinema, revolucionando o mercado de cinema e de TI [Tecnologia & Informática] trazendo a tona a tecnologia 3D de uma forma que ninguém nunca tinha visto. O espaço de armazenamento do filme [AVATAR], durante o seu processo de edição, no formato digital completo em 3D chegou a ordem de 1 PB [Petabyte].

(A) Determine a quantidade de discos no formato DVD's e BLU-RAY's necessária para armazenar tal produção de sinal digital [áudio e vídeo digital].

1 PB equivale a 1.000.000.000.000.000 Bytes (segundo SI).

25GB [Blu-ray] x 40 = 1000 GB = 1 Terabyte (TB)

1 Terabyte (TB) x 1000 = 1 Petabyte (PB)

(B) Esse espaço seria suficiente para armazenar quanto tempo de áudio no formato MP3? Expresse esse tempo em anos. Considere 1MB [Megabyte] para cada minuto de áudio digital gravado com compressão MP3.

(C) Considere uma média de 3 minutos por música, quantas músicas poderiam ser gravadas em 1 PB de memória?

Curiosidade: O sistema operacional utilizado nos computadores do filme Avatar foi o Ubuntu.

(6) TECNOLOGIA DIGITAL - USB

O padrão USB foi criado em 1995, com o objetivo principal de criar um padrão para interface de periféricos de computadores. **USB** é a sigla para **Universal Serial Bus**. Trata-se de uma tecnologia que tornou mais simples, fácil e rápida a conexão de diversos tipos de aparelhos (câmeras digitais, HDs externos, pendrives, mouses, teclados, MP3-players, impressoras, scanners, leitor de cartões, etc) ao computador, evitando assim o uso de um tipo específico de conector para cada dispositivo. Tal como ocorre com outras tecnologias, o padrão USB passa periodicamente por revisões em suas especificações para atender as necessidades atuais do mercado. A versão atual USB 2.0 foi lançada em abril de 2000 e possui uma taxa de transferência máxima de 480 Mbps/s, ou seja, 60 MB/s [480/8].

1 Byte = 8 bits. Mbps – Megabits por segundo.

(A) Quanto tempo é necessário para se transferir todo o conteúdo de um DVD usando o padrão USB 2.0 ?

(B) Quanto tempo é necessário para se transferir todo o conteúdo de um BLU RAY usando o padrão USB 2.0 ?

(7) ENGENHARIA BIOMÉDICA – ELETROCARDIOGRAMA (ECG)

A Eletrocardiografia estuda a atividade elétrica do coração a partir de eletrodos colocados em determinados pontos do corpo humano.

Uma frequência de amostragem de 500 Hz e resolução de 10 bits do conversor A/D são suficientes para que um sinal de ECG possua qualidade para monitoração. Assim, são transmitidas 500 amostras de 10 bits de cada derivação do ECG.

Deseja-se construir um módulo de aquisição que adquira o sinal de ECG e o transmite por rádio frequência a um segundo módulo. Após, os sinais amostrados são enviados para o módulo de comunicação. O módulo de comunicação recebe o ECG e o envia pela Internet a um computador situado em um centro de supervisão, onde é analisado por um especialista.

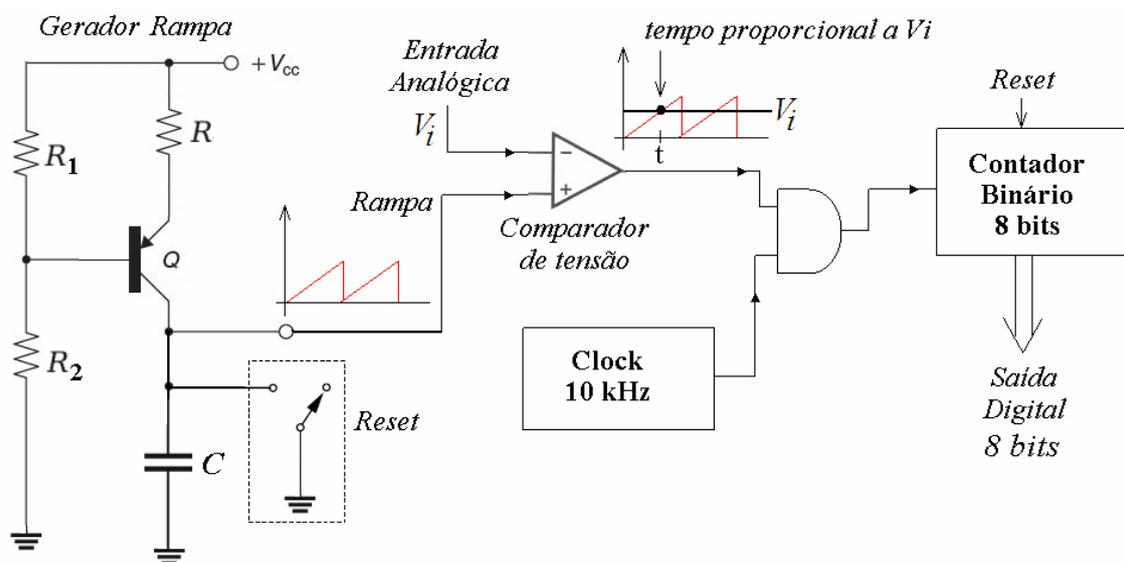
Considerando que na monitoração de ECG, o atraso que um pacote leva na transmissão do sinal do paciente até o computador do médico deve ser o menor possível, para que as características do ECG relevantes para o diagnóstico possam ser observadas com o menor atraso possível, determine a taxa mínima de transmissão exigida para este sistema proposto de transmissão de ECG em tempo-real. O módulo de transmissão deve estabelecer comunicação com o aplicativo de telemetria e enviar o ECG [amostras digitalizadas do sinal] para visualização em tempo-real na tela do PC.

(8) CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL TIPO RAMPA

A idéia básica é ir aumentando o valor do contador até que ele corresponda ao valor do sinal analógico. Quando esta condição é alcançada, o valor no contador é o equivalente digital do sinal analógico. Ele funciona contando de 0 até o valor máximo possível ($2^n - 1$), ou seja, até encontrar o valor digital correto para a tensão analógica presente em V_i .

Para um conversor A/D de 8 bits, seriam necessários 255 pulsos de clock para converter uma única amostra.

O circuito a seguir converte uma entrada análoga de 0 a 10V em uma saída digital lida do contador. Explique a funcionalidade do circuito e determine o valor de C. Considere $V_{CC} = 20V$, $V_{EB} = 0,7V$, $R_1 = 4,7k\Omega$, $R_2 = 22k\Omega$ e $R = 2,8k\Omega$.

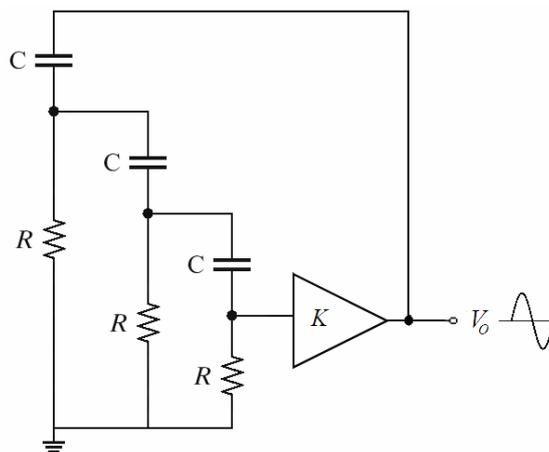
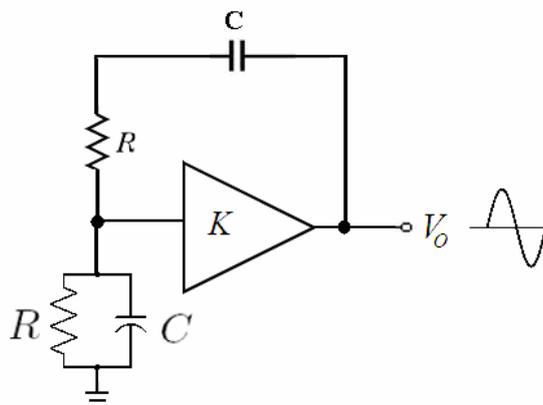


(9) OSCILADORES SENOIDAIS

(A) Determine os valores de K para que os circuitos mostrados nas figuras a seguir oscilem senoidalmente.

(B) Determine a *frequência de oscilação*.

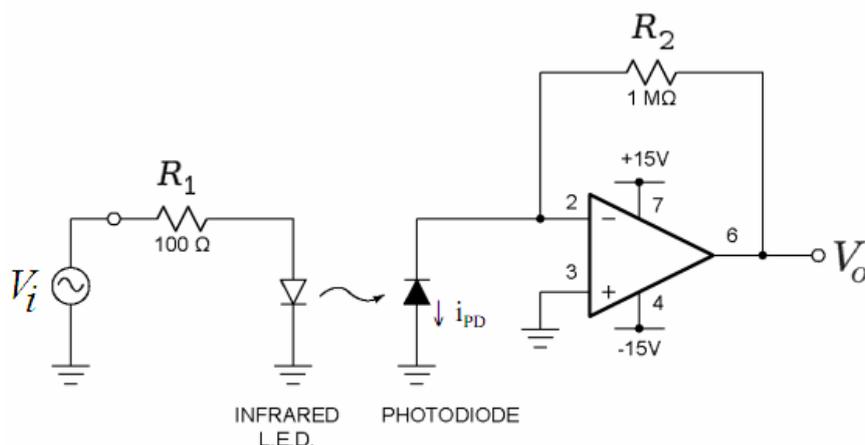
(C) Complete o circuito do oscilador.



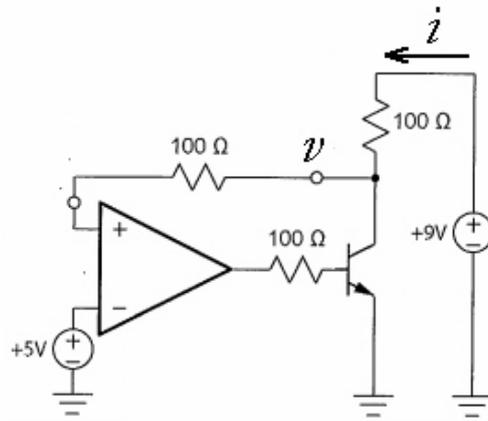
(10) LEITOR OPTICO INFRAVERMELHO

O circuito a seguir, igualmente chamado de amplificador de transimpedância, é usado para converter a corrente do sinal de um fotodiodo (por exemplo, em um circuito de transmissão infravermelho, em um sistema de transmissão de dados via fibra óptica ou na detecção de leitura do laser em um aparelho de CD ou DVD).

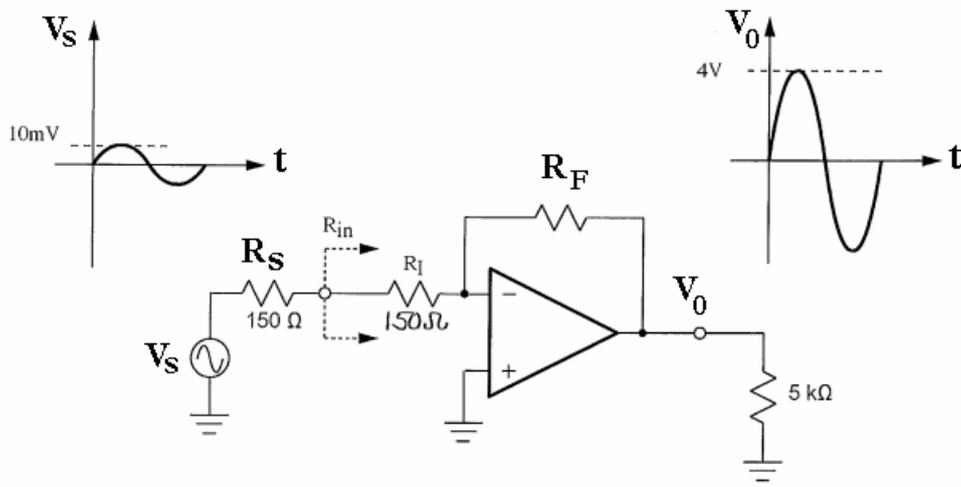
Se a faixa do sinal de entrada da corrente do fotodiodo é de $0-1\mu\text{A}$, determine a faixa do sinal de saída. Considere que o modelo para o fotodiodo é de uma fonte corrente,



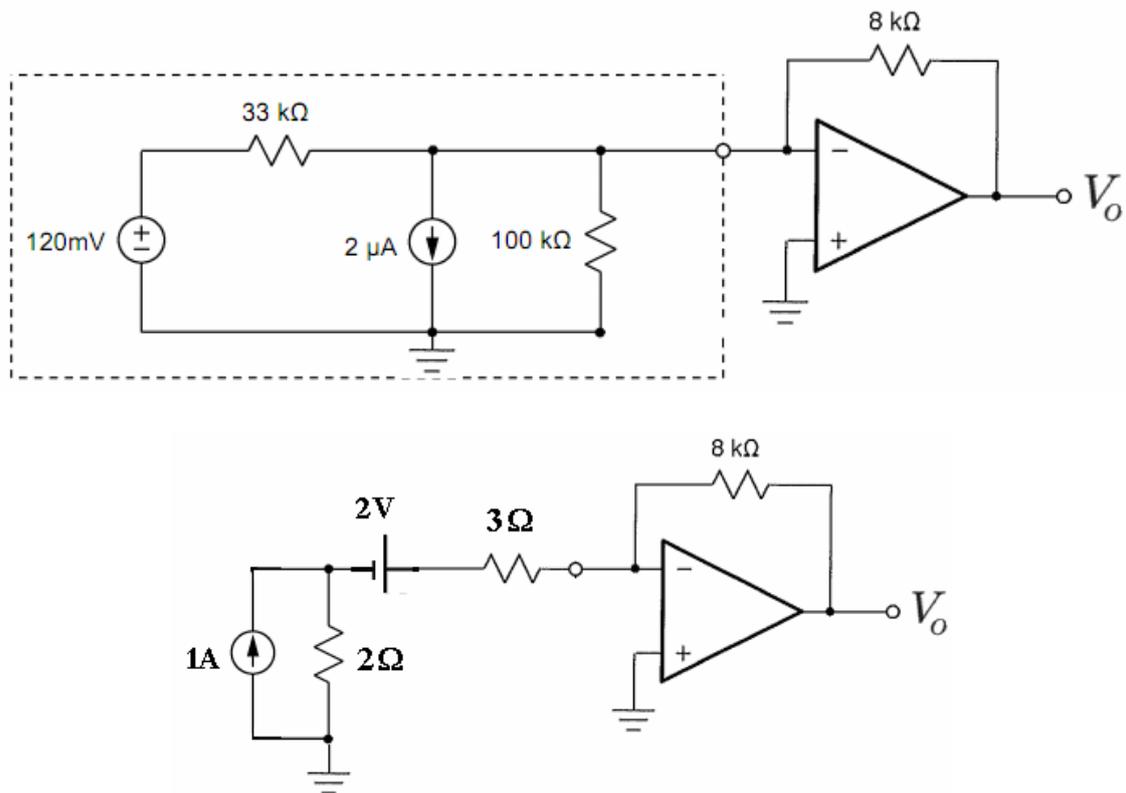
(11) Determine o valor da tensão v e da corrente i .



(12) Determine R_F .



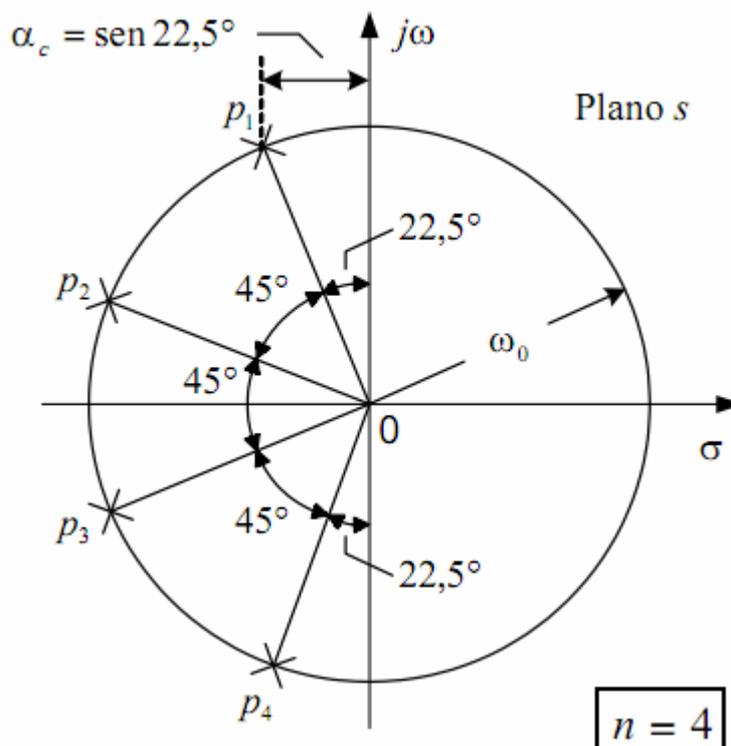
(13) Determine V_o .



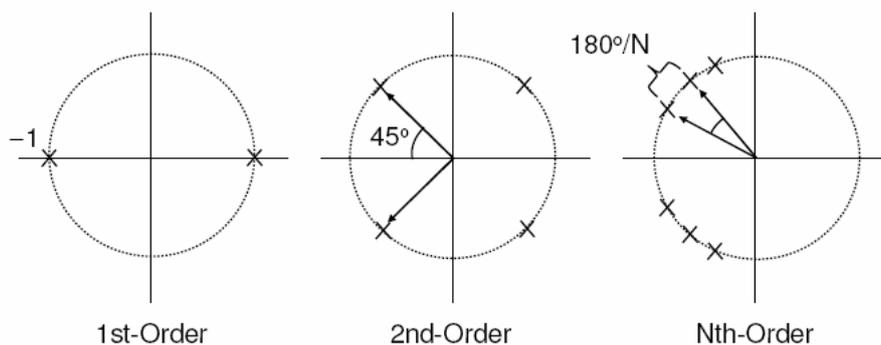
(14) FILTRO BUTTERWORTH.

A figura a seguir mostra a distribuição gráfica dos pólos conjugados complexos de um filtro Butterworth de ordem $n=4$, sobre um círculo de raio ω_0 .

Determine a localização dos pólos para um filtro passa baixa Butterworth de quarta ordem e escreva a correspondente função de transferência $H(s)$. Considerando que a expressão para o filtro Butterworth esta normalizada para a frequência de 1rd/s reescreva a função de transferência para uma frequência de corte de 1000 rd/s .



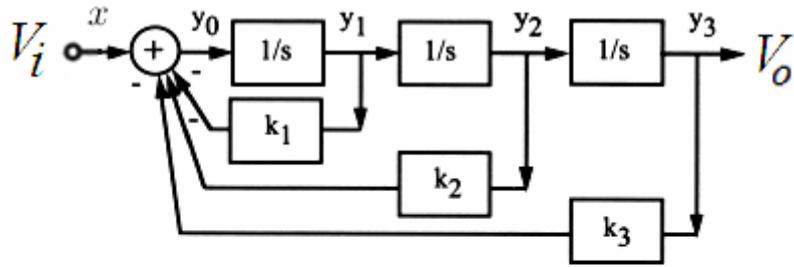
(15) Determine o ângulo formado entre os polos de um filtro passa-baixa de quinta ordem com aproximação Butterworth.



(16) SISTEMA DE TERCEIRA ORDEM

Implemente um circuito capaz de realizar a função de transferência $H(s)$ para um sistema de terceira ordem, conforme mostrado no diagrama a seguir.

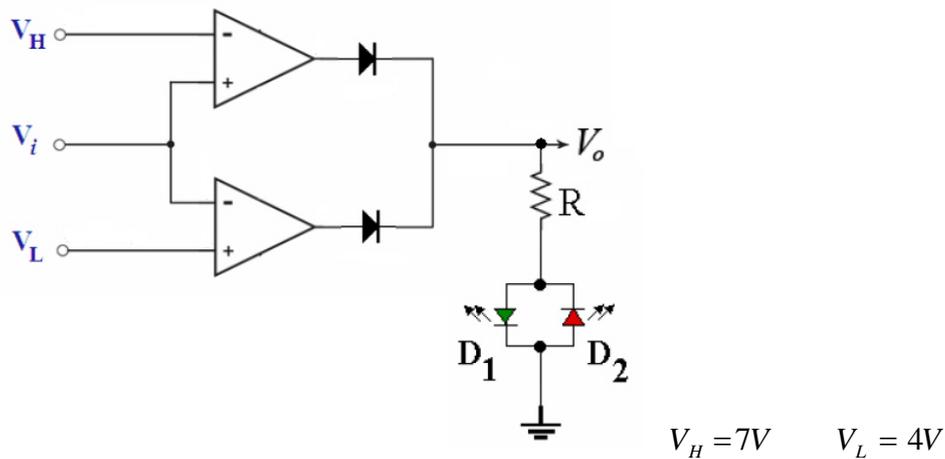
Sugestão: Implemente a funcionalidade de cada bloco.



$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{y_3}{x} = \frac{1}{s^3 + k_1 s^2 + k_2 s + k_3}$$

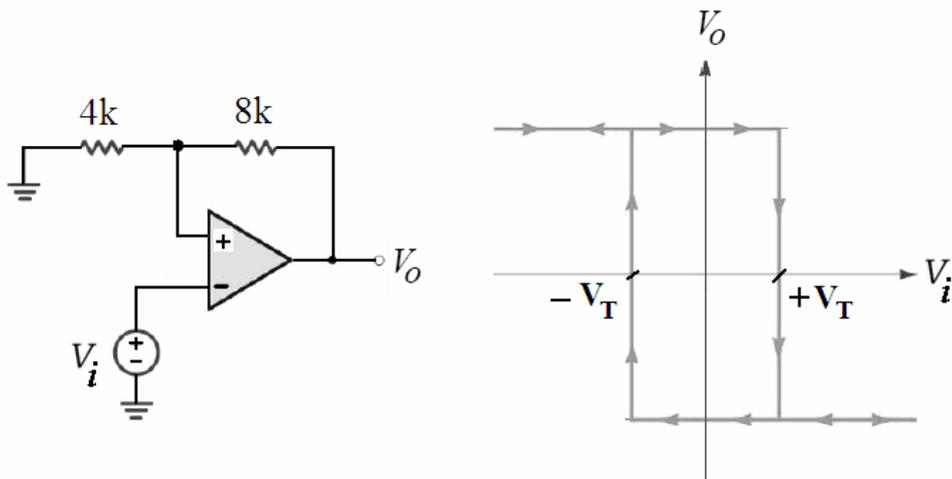
(17) COMPARADOR JANELA

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



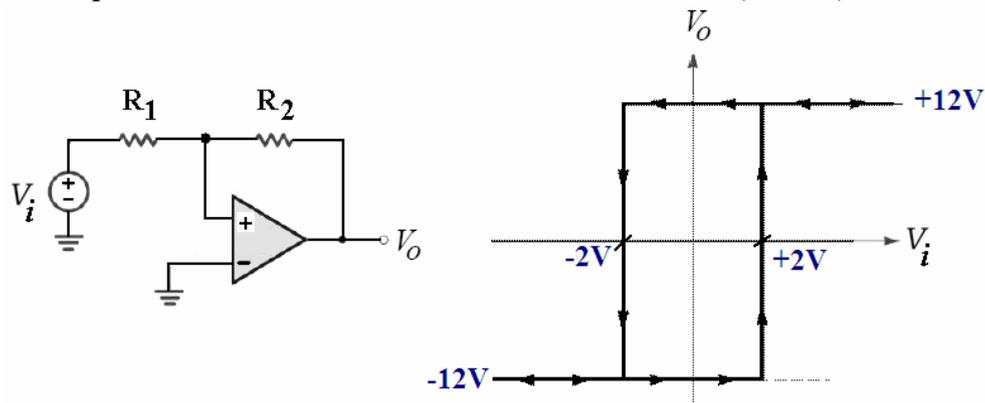
(18) COMPARADOR POR HISTERESE

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



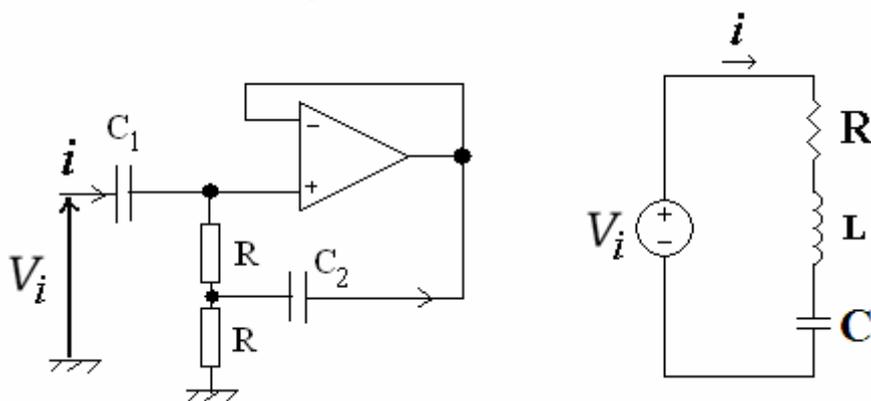
(19) COMPARADOR POR HISTERESE

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.



(20) RLC SÉRIE

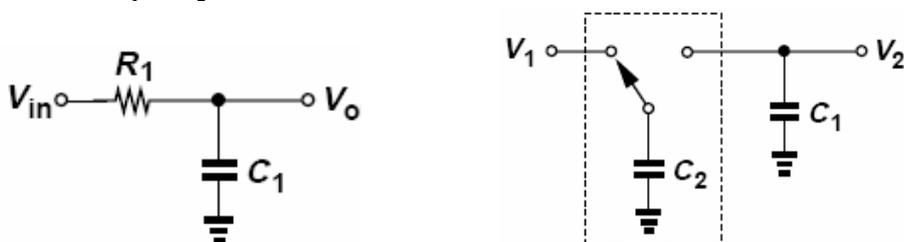
Mostre que o circuito a seguir é equivalente a um circuito ressonante série RLC. Determine os valores de R , C e L equivalentes. Encontre a frequência de ressonância e o fator de qualidade Q .



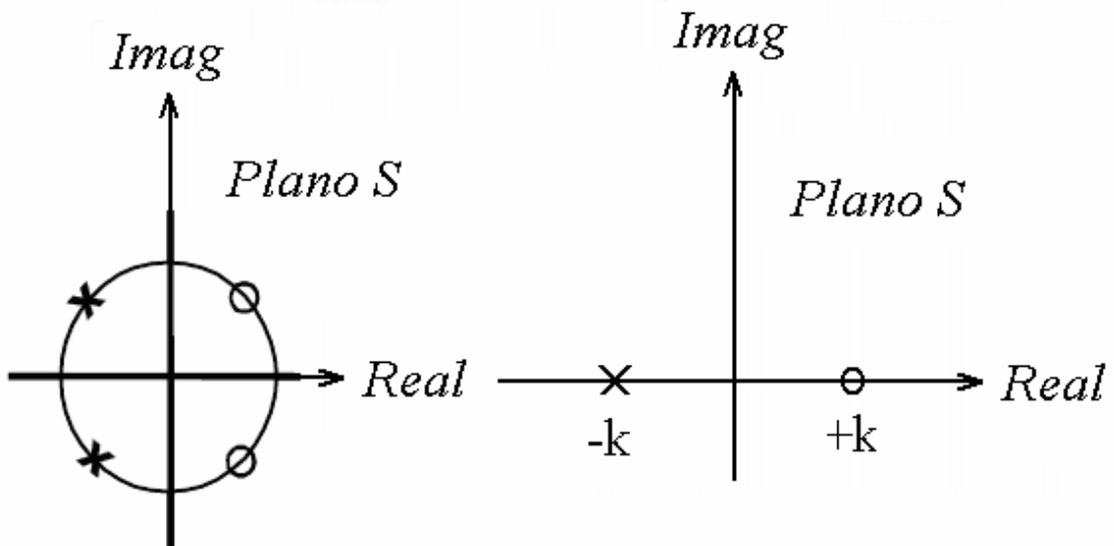
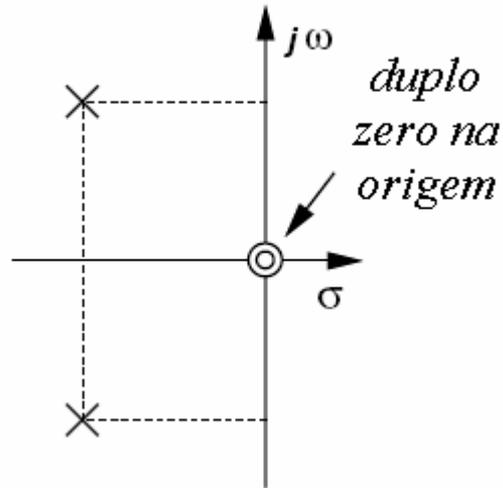
(21) FILTRO A CAPACITOR CHAVEADO

No circuito mostrado a seguir o resistor R_1 deve ser substituído por um *capacitor chaveado* C_2 de modo a manter a mesma frequência de corte.

- (A) Determine a *frequência de corte*.
 - (B) Determine a *frequência de chaveamento*.
- $R_1 = 1k\Omega$, $C_1 = C_2 = 1nF$.

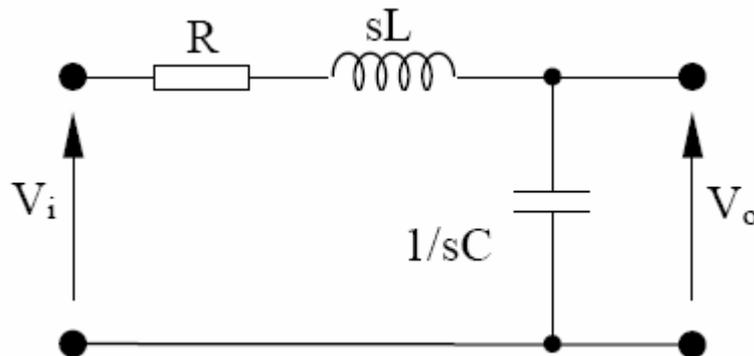


(22) Apresente um circuito para cada função de transferência $H(s)$ com as seguintes distribuições de pólos e zeros.



(7) FILTRO PASSA-BAIXA DE SEGUNDA ORDEM

(A) Mostre que no circuito a seguir, na frequência de ressonância ω_o , o valor da tensão de saída $V_o = QV_i$, onde Q é o fator de qualidade.



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

$$H(S) = H_o \frac{\omega_0^2}{S^2 + \frac{S\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

$$S^2 + \frac{S\omega_0}{Q} + \omega_0^2 = 0 \Rightarrow S = \frac{-\frac{\omega_0}{Q} \pm \sqrt{\frac{\omega_0^2}{Q^2} - 4\omega_0^2}}{2}$$

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

