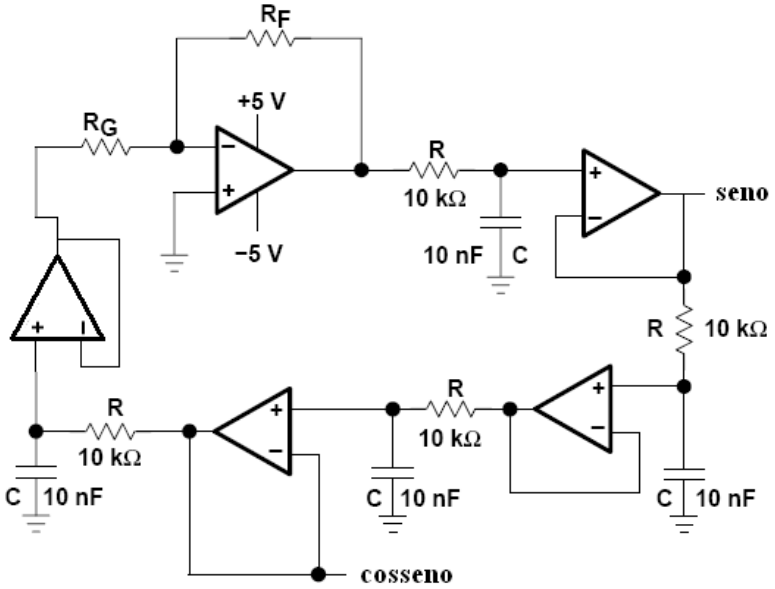
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ELETRÔNICA

SÉRIE DE EXERCÍCIO #40

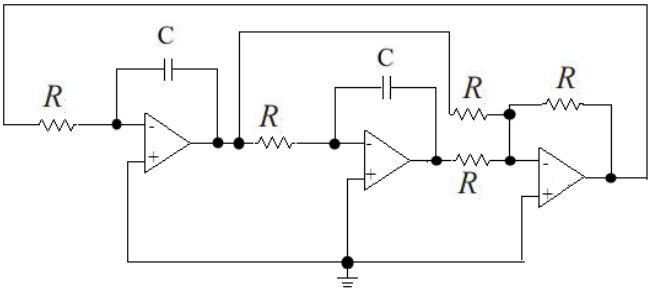
(1A) **OSCILADOR BUBBA** é um tipo de oscilador senoidal por defasamento, capaz de produzir, simultaneamente, saídas senoidais em **quadratura**, ou seja, **senos e cossenos**. Verifique as **condições de oscilação de Barkhausen para este oscilador**. (I) Determine a **frequência de oscilação** e o **ganho** mínimo necessário **G = R_F/R_G** para oscilação. (II) Determine o ***defasamento*** proporcionado por cada estágio da malha fechada para que haja oscilação senoidal.



Frequência de oscilação $= \omega_o =$ _____ rd/s *Ganho* = _____ *Defasamento* = ____*Radianos*

(1B) ***COMPUTAÇÃO ANALÓGICA – RESOLUÇÃO DE EQUAÇÃO DIFERENCIAL***
SIMULAÇÃO ANALÓGICA DE UM SISTEMA DE SEGUNDA ORDEM

Computadores analógicos são ideais para simular complexos sistemas mecânicos que envolvam várias massas, molas e amortecedores, desde que sistemas como estes podem ser descritos e modelados convenientemente por meio de equações diferenciais. O circuito mostrado na figura a seguir simula a solução de uma equação diferencial de primeira ordem representativa de um sistema físico. Determine a ***equação diferencial*** correspondente implementada pelo circuito mostrado a seguir.



(2A) FILTRO ATIVO PASSA FAIXA DE SEGUNDA ORDEM

(I) Escreva a expressão completa para a **função de transferência H(s)** correspondente a um filtro ativo passa faixa de segunda ordem, conforme explicitado no gráfico a seguir, com frequência central de $10krd/s$ e ganho máximo de 40dB.

(II) Determine o **fator de qualidade Q**.

(III) Determine a localização dos **pólos** (*parte real e imaginária*).
(IV) Determine a média geométrica das ***frequências de corte inferior e superior***.

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

H_o $\quad \Delta\omega = \frac{\omega_o}{Q}$ $\quad \omega_o^2$

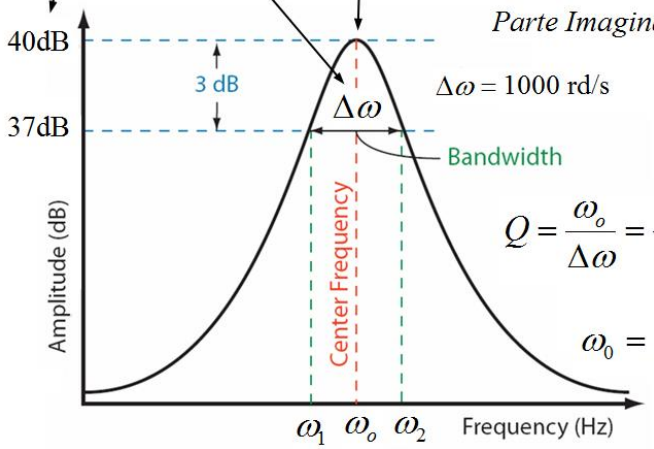
$H(s) =$

$Q =$

Pólos

Parte Real =

Parte Imaginária =



$\Delta\omega = 1000$ rd/s

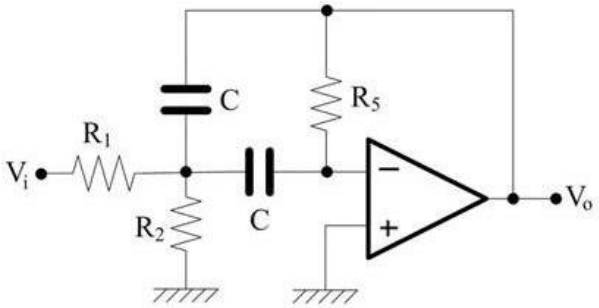
$$Q = \frac{\omega_o}{\Delta\omega} = \frac{\omega_o}{\omega_2 - \omega_1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

(2B) FILTRO ATIVO PASSA FAIXA DE SEGUNDA ORDEM TOPOLOGIA RAUCH (MÚLTIPLA REALIMENTAÇÃO)

Sabendo-se que o ganho máximo do filtro a seguir é de 20dB, C=10nF e R_1= R_2=1kΩ, determine:

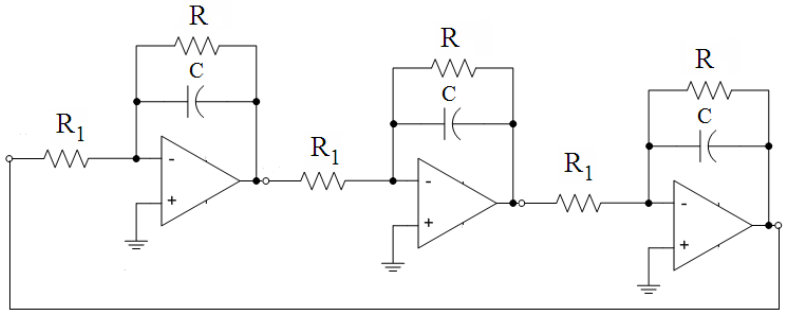
(I) O valor do resistor $\mathbf{R_5}$. (II) A ***faixa de passgem*** (III) A ***frequência central*** do filtro (IV) O ***fator de qualidade*** **Q** do filtro (V) Esboce com valores o ***gráfico*** da função de transferência H(s) correspondente.

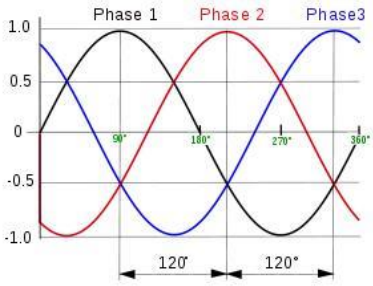


$$\frac{V_0}{V_i} = -\left[\frac{R_5}{2R_1}\right] \frac{\frac{2}{R_5 C}s}{s^2 + \frac{2}{R_5 C}s + \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2 R_5 C^2}}$$

(3A) OSCILADOR SENOIDAL TRIFÁSICO

O circuito mostrado na figura a é capaz de produzir 3 tensões senoidais com três fases (*trifásico*). Cada malha RC proporciona uma mesma quantia de mudança de fase (**120º**). Aplique as ***condições de Barkhausen***, determine a ***frequência de oscilação e a relação (R/R₁).*** $tg\,60^o = \sqrt{3}$





(3B) OSCILADOR COLPITTS – Explique o princípio de funcionamento e apresente um circuito.

(4A) *REVISÃO TEÓRICA* (VERDADEIRO-FALSO)

A ____ Efeito pelicular (*Skin effect*) refere-se ao fenômeno na qual a resistência de um fio depende da frequência do sinal aplicado e consequentemente altera o *fator de qualidade Q* de um indutor.

B ____ *Osciladores a cristal* são baseados em materiais piezoelétricos. O material *piezoelétrico* do elemento ressonante pode ser *quartzo ou cerâmica*.

C ____ A faixa de passagem de um filtro passa-faixa depende do *fator de qualidade Q* do filtro.

D ____ Na saída de um *multiplicador analógico* (*mixer*) é possível ter-se sinais com frequências distintas das frequências dos sinais aplicados nas suas entradas.

E ____ Aplicando-se uma onda quadrada de 4 kHz na entrada de um filtro passa-faixa com elevado fator de qualidade Q (alta *seletividade*) e frequência central de 28 kHz obtém-se um sinal senoidal de 28 kHz na sua saída.

F ____ Dois filtros passa-faixa idênticos quando colocados em série é equivalente a um filtro passa-faixa com fator de qualidade maior e faixa de passagem menor do que qualquer um deles.

G ___ Filtros são circuitos lineares que possuem uma função de transferência H(s) dependente da frequência. Normalmente são formados por elementos reativos (capacitores, indutores) e resistores.

H___ Os filtros ativos utilizam amplificadores realimentados através de resistores e capacitores para obter qualquer tipo de resposta com a ausência de indutores proporcionando circuitos compactos e de baixo custo.

I ___ Os osciladores senoidais tipo *Ponte de Wien*, usando amplificadores operacionais, operam com *realimentação positiva e negativa*, simultaneamente, sendo a malha de realimentação positiva a responsável pela *frequência* e a malha de realimentação negativa pelo *ganho*.

J ___ Um *sinal PWM* com *Duty Cycle* de 50% não possui harmônicas de ordem par.

K ___Em um *filtro passivo/ativo passa faixa de segunda ordem* a *frequencia central do filtro* é determinada pela *média geométrica* entre as frequências de corte inferior e superior.

L ___ O *fator de qualidade* Q de um *filtro de segunda ordem* pode ser expresso como $Q = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{f_2 - f_1}$.

M ___ *Osciladores LC* são mais apropriados para projetos de osciladores de altas frequências.

N ___ FSK (*Frequency Shift Keying*) é uma técnica de *modulação digital* que usa frequências distintas para transmitir uma informação binária. É comumente usada por algumas operadoras em dispositivos de identificação de chamadas.

O ___ A modulação ASK e PSK faz uso de apenas um oscilador senoidal enquanto a modulação FSK necessita de mais de um oscilador senoidal.

P ___ O aumento do *fator de qualidade Q* em um *filtro passa faixa* de segunda ordem provoca a diminuição da sua *faixa de passagem* e a aproximação dos pólos para o *eixo imaginário*.

Q ___ Quanto menor o *fator de qualidade Q* de um filtro passa faixa menor será a sua *seletividade*.

R ___ Os filtros *passa faixa* e *rejeita faixa* possuem duas frequências de cortes.

S ___ Um das caracteristicas de um cristal é possuir um *fator de qualidade Q* bastante elevado o que possibilita construir osciladores de precisão.

T ___ Uma das principais razões para o amplo uso de *osciladores a cristal* é o seu alto fator Q. Um típico Q valor para um *oscilador de quartzo* varia entre 10^4 e 10^6, em comparação com 10^2 para um *oscilador LC*.

U ___ O *ouvido o humano* é capaz de *distinguir notas musicais com frequências* separadas entre sí por apenas 1,06 vezes, ou seja, aumentando-se a frequência de uma nota musical em aproximadamente 6% o ouvido humano é capaz de perceber como uma outra nota musical, distinguindo-a claramente da *nota anterior*.

V ___ *A frequência de uma nota musical* subsequente, gerada por um instrumento musical, é de apenas $\sqrt[12]{2}$ vezes a frequência da nota imediatamente anterior.

X___ O *oscilador Pierce* utiliza em sua malha de realimentação positiva um *cristal de quartzo*.

Z1 ___ O *oscilador Colpitts utiliza em sua malha de realimentação positiva um divisor capacitivo.*

Z2 ___ *U*m filtro *Sallen e Key* é um tipo de filtro ativo, particularmente valorizado pela sua simplicidade. O circuito produz dois pólos (*12dB/oitava*) e resposta usando dois resistores e dois

capacitores. *Filtros de ordem superior* podem ser obtidos em cascata de duas ou mais fases. Esta configuração de filtro foi introduzida por *Sallen & Key* do *MIT Lincoln Laboratory* em 1955.
Z3___ É possível transmitir *sinais analógicos* em *formato binário* usando *modulação PWM*.
Z4 ___ É possível obter-se na saída de um ***filtro passivo*** uma tensão com amplitude superior a tensão aplicada em sua entrada.
Z5 ___**DTMF** gera sempre um sinal resultante da adição de 2 tons de frequências distintas a cada tecla pressionada. É bastante utilizado na discagem de telefones, servindo para transportar os sinais de discagem. Aplica-se também no acionamento remoto de dispositivos elétricos.
Z6 ___ ***Oscilador Collpitts*** é geralmente usado em aplicações de RF (*Radio Frequência*). Foi inventado e patenteado pelo engenheiro norte-americano *Edwin Colpitts* em 1918.
Z7 ___ Um ***filtro sintonizado*** com *fator de qualidade* Q=100 e *frequência central* de 1 kHz possui uma *faixa de passagem* de 10 Hz e a média geométrica das ***frequências de corte é igual a 1kHz.***
Z8 ___ **Oscilador Bubba** é um oscilador por deslocamento de fase com defasamentos de 45° por seção. Com esse oscilador é possível produzir, simultaneamente, saídas senoidais e cossenoidais**.**
Z9 ___ A associação de uma ***ponte de Wheastone*** com um ***amplificador de instrumentação*** é comumente usada em muitas aplicações no campo da instrumentação eletrônica para converter uma variação de resistência ΔR em uma tensão proporcional a ΔR.
Z10 ___ **Osciladores Hartley** são o complemento reativo para os osciladores Colpitts. Em vez de um divisor capacitivo um divisor indutor é usado.
Z11 ___ Um ***cristal*** normalmente opera com uma característica indutiva em circuitos osciladores.
Z12 ___ ***Sensores capacitivos*** são empregados na construção de acelerômetros, microfones de eletreto e medidores de pressão.
Z13 ___ Osciladores senoidais são circuitos projetados intencionalmente para permanecerem em um estado instável. Operam sem sinais externos de entrada. É criado um par de pólos complexos conjugados colocados no eixo imaginário do plano complexo para garantir a instabilidade do circuito e a consequente oscilação.
Z14 __ A ***frequência de ressonância*** é inversamente proporcional à espessura do cristal.
Z15 ___ A frequência dos cristais usados em osciladores para relógios digitais é de $\mathbf{2^{15}}$**= 32.768 Hz.**
Z16 ___ ***Osciladores a cristal*** são baseados na substituição de um indutor por um cristal piezelétrico num oscilador clássico. O cristal trabalha na região indutiva da sua curva de impedância.

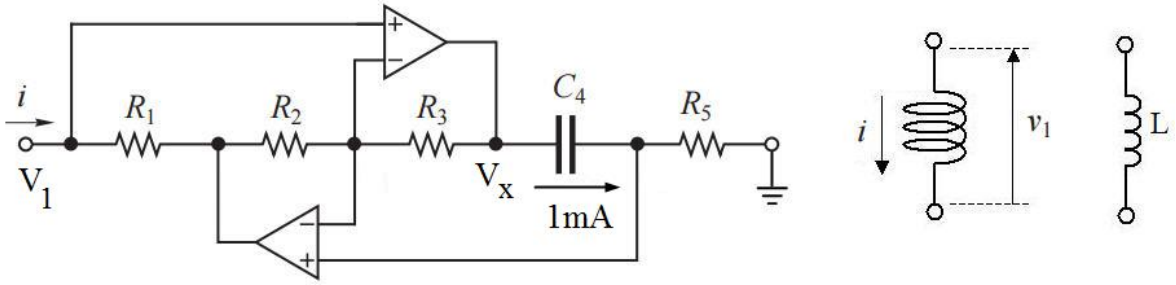
(4B) MÚLTIPLA ESCOLHA (*Assinale a opção correta para cada item a\seguir***)**
a) Um sinal com modulação digital **64APSK** possue *modulação em amplitude e fase* podendo transportar N bits por vez. N deve ser igual a: (I) 64 (II) 32 (III) 8 (IV) 7 (V) 6 (VI) 5 (VII) 4
b) Um teclado com 16 teclas usando o padrão **DTMF** necessita de N osciladores senoidais.
N deve ser igual a: (I) 16 (II) 14 (III) 12 (IV) 10 (V) 8 (VI) 6 (VII) 4 (VIII) 2
c) Qual *oscilador* a seguir utiliza um *divisor capacitivo* em sua malha de oscilação? (I) *Bubba*
(II) *Hartley* (III) *Pierce* (IV) *Colpitts* (V) *Ponte de Wien*
d) Qual circuito a seguir pode ser usado como *dobrador de frequência*? (I) *Amplificador Inversor*
(II) *Integrador* (III) *Diferenciador* (IV) *Multiplicador Analógico* (V) *Filtro Ativo*
e) Um sinal **8FSK** possue *modulação em frequência* e necessita de M osciladores senoidais com *frequencias distintas* podendo transportar N bits por vez. M e N devem ser iguais a: (I) 16 e 8
(II) 8 e 4 (III) 8 e 3 (IV) 16 e 4 (V) 4 e 8 (VI) 8 e 8 (VII) 4 e 2 (VIII) 8 e 2
f) Qual dos *osciladores* a seguir é capaz de gerar um sinal *senoidal e cossenoidal* simultaneamente?
(I) *Pierce* (II) *Hartley* (III) *Bubba* (IV) *Colpitts* (V) *Ponte de Wien*
h) Qual dos *osciladores* a seguir operam com *realimentação positiva e negativa*, simultaneamente:
(I) Pierce (II) Hartley (III) Bubba (IV) Colpitts (V) Ponte de Wien
i) *Osciladores a cristal* são normalmente empregados em circuitos que exigam boa *estabilidade* e *precisão* na: (I) *Amplitude* (II) *Fase* (III) *Frequência* (IV) *Forma de onda*
k) A tensão de condução de um LED depende do *comprimento de onda* (cor) λ emitido. Qual dos pares de LEDs a seguir apresentam, respectivamente, a *menor e maior tensão de condução*:
(I) Verde e Vermelho (II) Azul e Vermelho (III) Vermelho e Verde (IV) Vermelho e Azul

l) A tensão aplicada sobre um LED necessária para fazê-lo emitir *fotóns azuis* deve ser maior do que a tensão aplicada sobre um LED para emissão de *fotóns vermelhos*. (I) Verdadeiro (II) Falso
m) A modulação digital ***BASK*** emprega apenas um *oscilador senoidal*. (I) Certo (II) Errado
n) Quais dos *osciladores* a seguir você empregaria para operar em *altas frequências*.
(I) Pierce (II) Hartley (III) Bubba (IV) Colpitts (V) Ponte de Wien

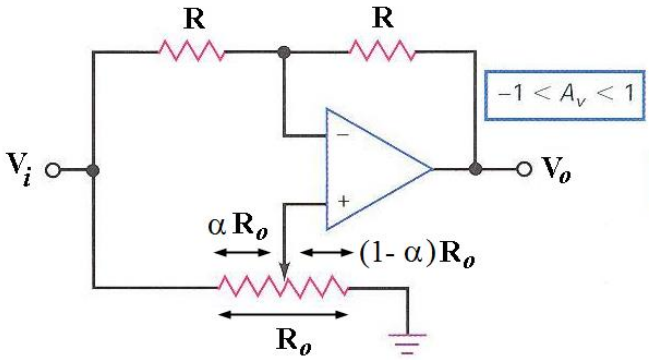
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
						X			X				

(5A) CONVERSOR GERAL DE IMPEDÂNCIA (GIC)

Considere todos os resistores iguais a 1kΩ, C_4=10nF e uma corrente senoidal circulante no capacitor com amplitude máxima de 1mA e frequência de 100.000rd/s.
(I) Determine o valor da ***indutância equivalente L***. **(II)** Determine os valores das tensões V_1 e V_x.



(5B) QUESTÃO LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA (Experimento montado no GUIA #3)
(I) Mostre que o ganho do circuito a seguir pode variar entre -1 e +1 dependendo da posição do potenciômetro. (II) Mostre que quando o potenciômetro estiver na posição central a saída será nula. (III) Determine a função de transferência. $0 \le \alpha \le 1$



(7) Apresente um circuito capaz de realizar as funções a seguir.

$$v_o = +100 \int (v_{i1} + v_{i2})dt$$

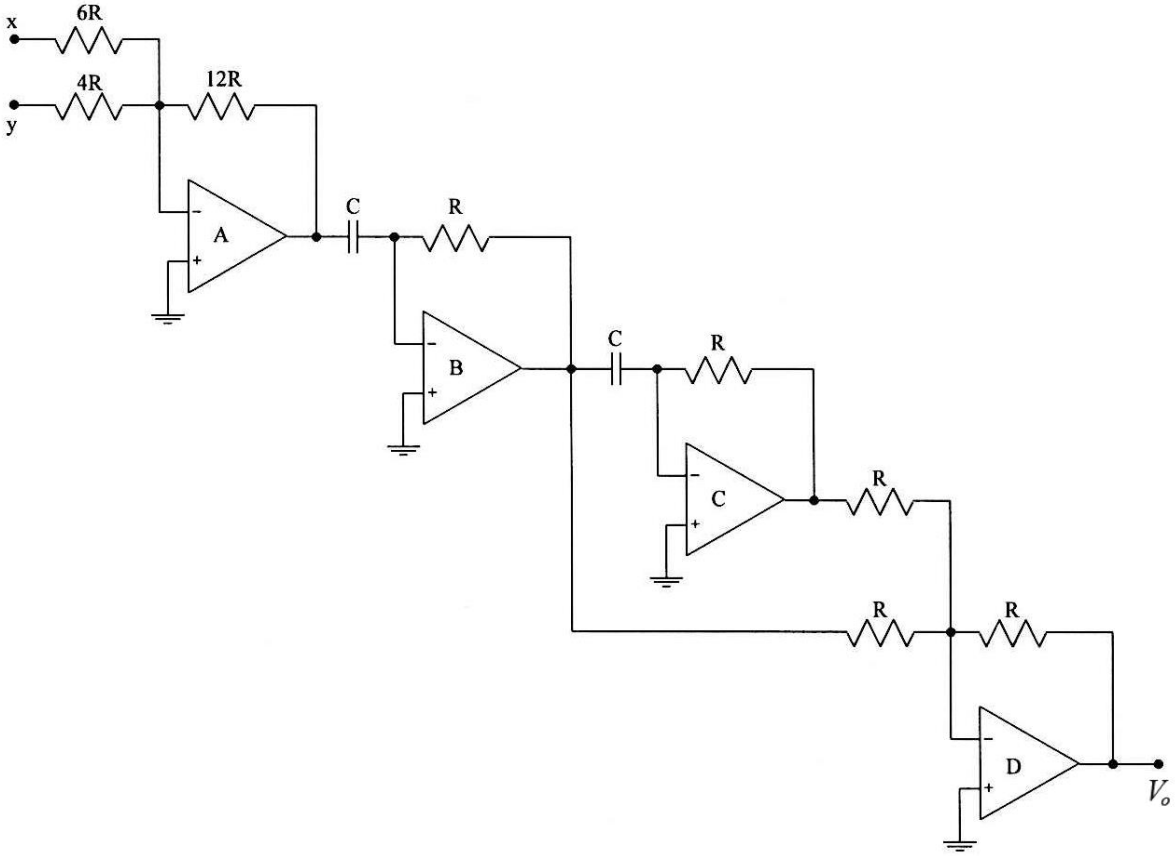
$$V_o = V_{i1} + 2V_{i2} + 3V_{i3}$$

(8) Com a utilização de *amplificadores logarítmicos e antilogarítmicos* é possível a realização de operações de ***potenciação e radiciação***, ou seja, $V_o = V_i^{\alpha}$. Neste caso, quando $\alpha < 1$ temos a ***radiciação*** e quando $\alpha > 1$ temos a ***potenciação***. Projete circuitos capazes de realizar as operações mostradas a seguir.

(A) $V_o = V_i^{12}$ (B) $V_o = \sqrt[12]{V_i}$ (C) $V_o = V_i^{5,3}$ (D) $V_o = V_i^{0,7}$

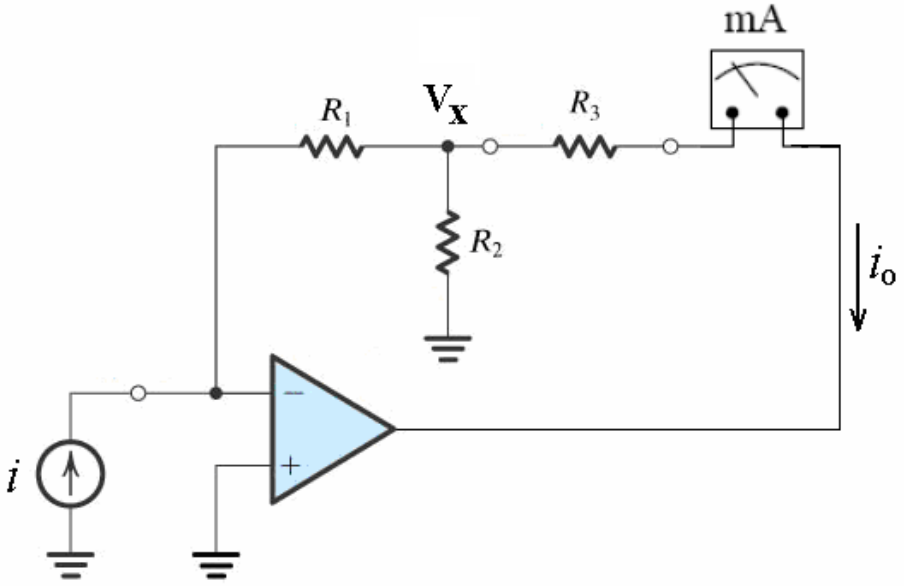
(9) Considere RC=1s. Mostre que o circuito a seguir é capaz de realizar a função

$$V_o = \frac{d^2(2x+3y)}{dt^2} - \frac{d(2x+3y)}{dt}$$



(10) ***AMPLIFICADOR*** **DE CORRENTE**

No circuito a seguir o ***miliamperímetro*** registra uma corrente de 500 μA.

Determine o valor da corrente i. Considere $R_1 = 49R_2$.

Mostre que $i_o = ki$. Determine o valor de *k*.