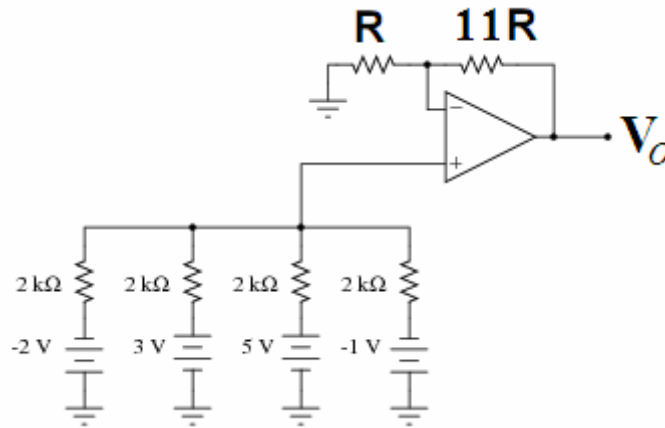




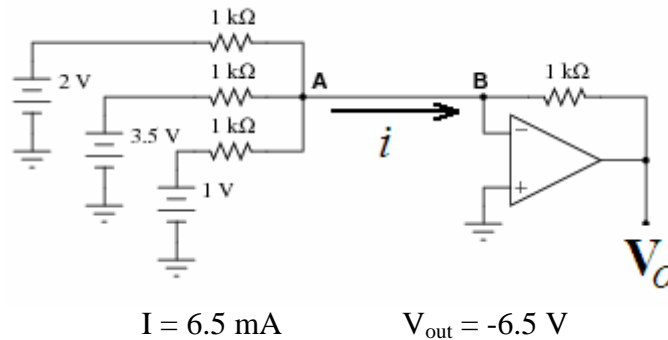
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E
INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ELETRÔNICA

LISTA DE EXERCÍCIOS #4

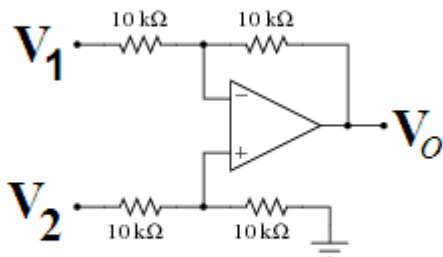
(1) Determine o valor da tensão na saída V_o .



(2) Determine o valor da corrente i e da tensão na saída V_o .

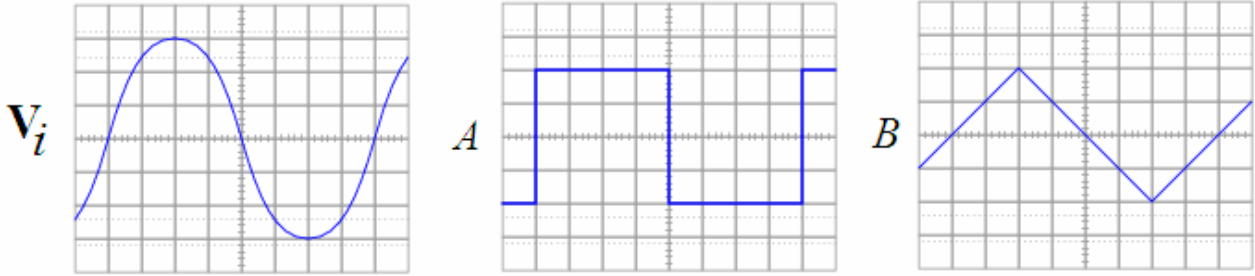


(3) Preencha a tabela conforme cada entrada para o circuito a seguir.



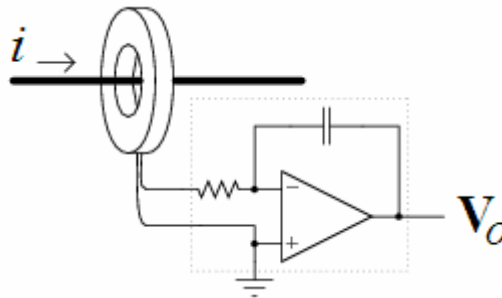
V_1	V_2	V_o
0 V	0 V	
+1 V	0 V	
0 V	+1 V	
+2 V	+1.5 V	
+3.4 V	+1.2 V	
-2 V	+4 V	
+5 V	+5 V	
-3 V	-3 V	

(4) Apresente um circuito capaz de gerar os sinais A e B a partir do sinal de entrada senoidal V_i .

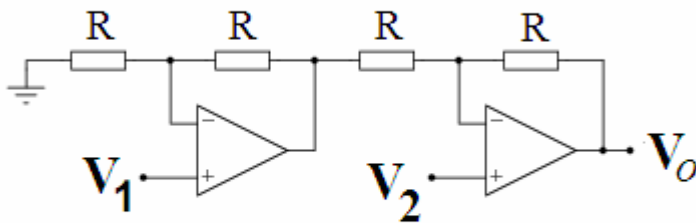


(5) **Sensor de corrente**

Mostre que o circuito a seguir apresenta uma tensão na saída diretamente proporcional a corrente i , podendo ser usado para monitorar corrente elétrica.



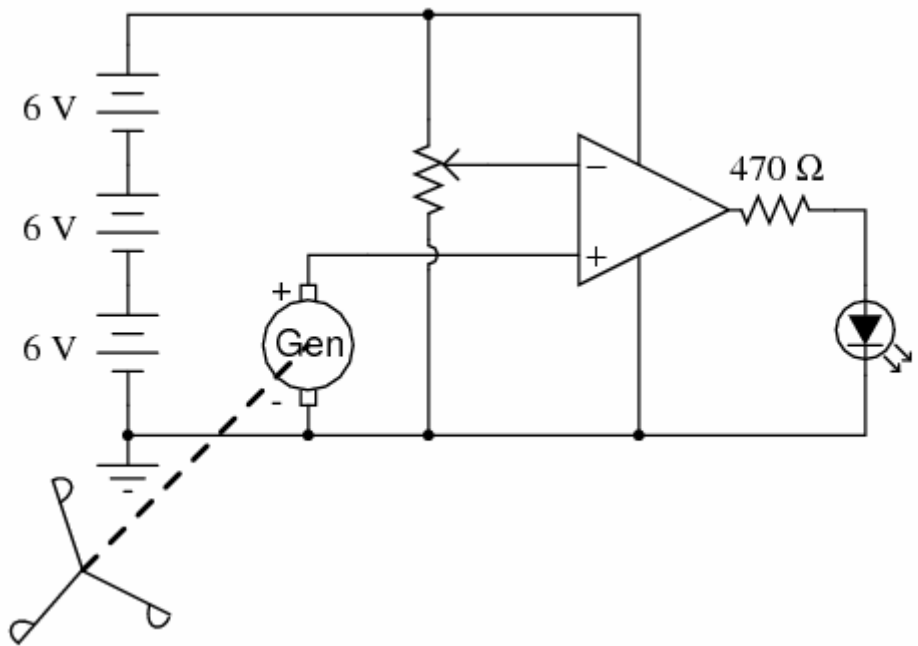
(6) Preencha a tabela a seguir.



V_1	V_2	V_o
0 V	0 V	
+1 V	0 V	
0 V	+1 V	
+2 V	+1.5 V	
+3.4 V	+1.2 V	
-2 V	+4 V	
+5 V	+5 V	
-3 V	-3 V	

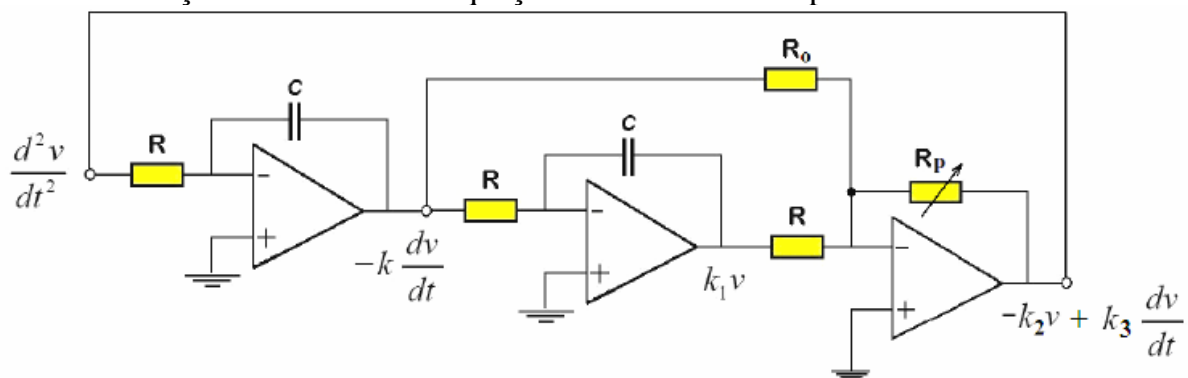
(6) **INDICADOR DE EXCESSO DE VELOCIDADE DO VENTO**

Circuitos *comparadores de tensão* são amplamente utilizados para comparar medidas físicas, desde que essas *grandezas físicas não elétricas* (*temperatura, luz, força, pressão, umidade, velocidade, aceleração*) tenham sido convertidas por meio de sensores, em *grandezas físicas elétricas* (tensão, corrente). Por exemplo, se um pequeno gerador for anexado a um eixo de um *anemômetro* para produzir uma tensão proporcional à velocidade do vento, esse sinal da velocidade do vento pode ser usado para comparar com uma *tensão de referência* (“*set-point*”), usando um amplificador operacional e, dessa forma, proporcionar o acionamento de um alarme indicando uma velocidade do vento elevada. O diagrama a seguir ilustra uma aplicação dessa natureza, na qual o LED acende quando a velocidade do vento excede o limite estabelecido pelo potenciômetro como tensão de referência. Nos terminais do gerador tem-se uma tensão elétrica proporcional a velocidade de rotação do eixo do anemômetro.



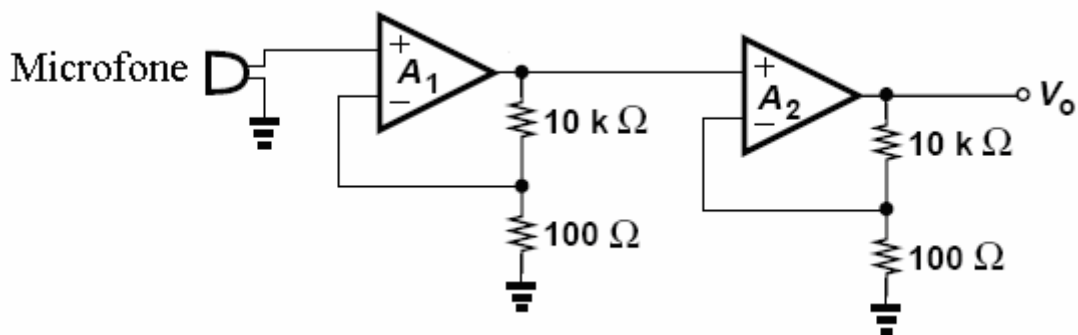
(7) SIMULAÇÃO ANALÓGICA

O diagrama a seguir mostra o esquema de um circuito usado para a resolução da equação diferencial de segunda ordem representativa de um sistema físico. Descreva a equação diferencial implementada por este circuito em função dos seus componentes e determine a solução matemática da equação diferencial correspondente.



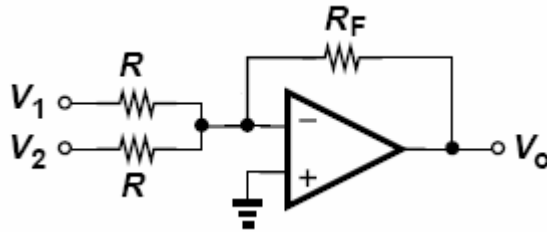
(8) PRÉ-AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

O circuito a seguir foi projetado para amplificar sinais produzidos por um microfone. Determine o máximo nível de sinal possível na entrada do microfone para evitar que o amplificador venha a saturar na sua saída V_o . Considere a saída máxima operando na região linear igual a 12V.

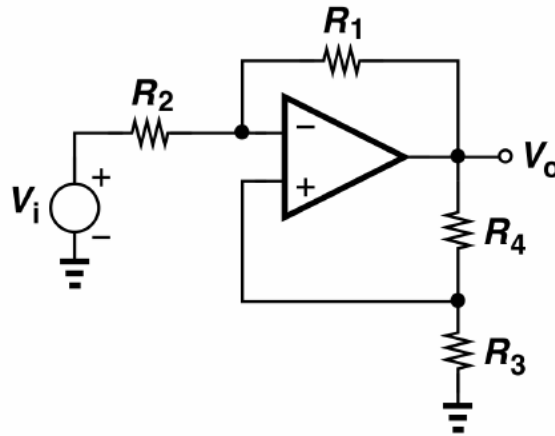


(9) SOMADOR ANALÓGICO

Mostre que $V_0 = k(V_1 + V_2)$. Determine k .

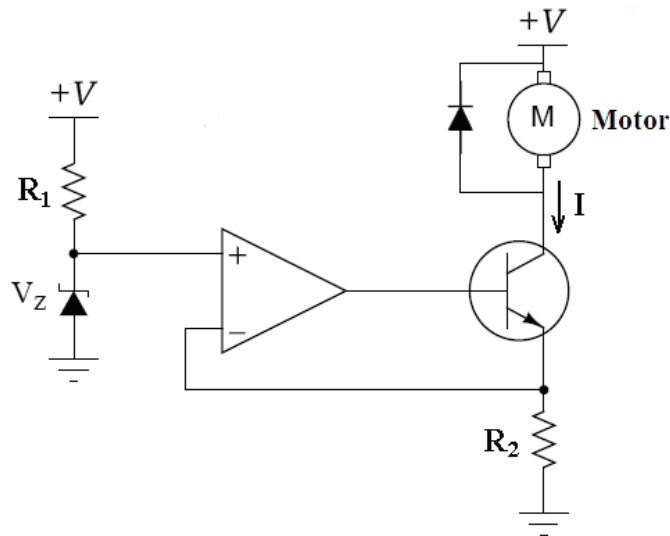


(10) Determine o ganho em tensão para o amplificador a seguir.



(11) Fonte de corrente constante – Carga flutuante.

Determine os valores dos resistores R_1 e R_2 para que circule uma corrente de 10 mA pelo diodo zener e uma corrente $i=500$ mA pelo motor DC. Considere que o transistor possui um $\beta=200$ e $V_Z=3V$. Determine a potência de dissipação no transistor, no diodo zener, no resistor R_2 e a corrente de saída no amplificador operacional. Considere $V_C=15V$ e o motor operando em $500mA@9V$. Justifique a funcionalidade do diodo em paralelo com o motor.



(12) CONTROLADOR PID USANDO AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

Circuitos controladores analógicos trabalham com sinais contínuos no tempo. A variável de processo é medida através de um sensor que converte a grandeza física em geral em um sinal elétrico. Este sinal é comparado com uma referência de mesma grandeza. A diferença entre os dois sinais é então aplicada a um controlador que nada mais é que um sistema elétrico que irá gerar um sinal contínuo a ser aplicado na entrada da planta a ser controlada.

Muitos sistemas de controle industrial utilizam um controlador do tipo PID (**P** - Proportional, **I** - Integral, **D** - Derivative). Estes termos descrevem as 3 operações matemáticas básicas aplicadas ao sinal. A combinação das ações proporcional, integral e derivativa pode gerar um só sinal de controle, dando origem ao que chamamos de *controlador Proporcional-Integral-Derivativo* ou simplesmente *controlador PID*.

O objetivo desta configuração é aproveitar as características particulares de cada uma destas ações a fim de se obter uma melhora significativa do comportamento transitório e em regime permanente do sistema controlado.

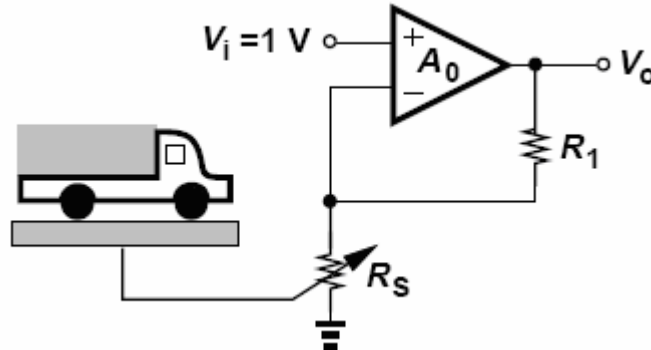
O sinal de controle gerado por um **controlador PID** é assim genericamente expresso como uma função do sinal pela equação:

$$V_o(t) = K_p V_i(t) + K_I \int V_i(t) dt + K_D \frac{dV_i(t)}{dt}$$

Apresente um **circuito**, usando *amplificadores operacionais*, capaz de realizar as operações matemáticas básicas para um **controlador PID**.

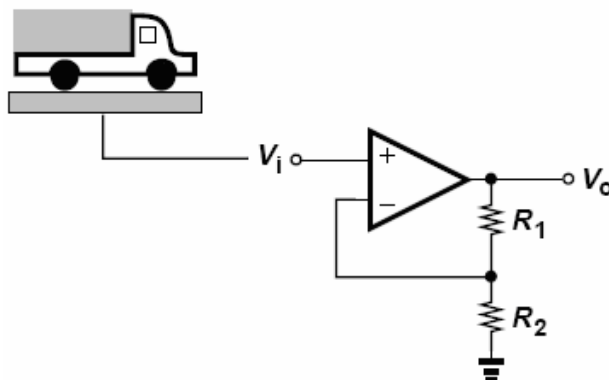
(13) AMPLIFICADOR NÃO INVERSOR

Uma estação de peso de caminhão incorpora um *sensor* cuja resistência varia linearmente com o peso: $R_s = R_o + \alpha W$. Considere α um fator de proporcionalidade e W o peso de cada caminhão. Determine o ganho do sistema.



(14) AMPLIFICADOR - Aplicação

Uma estação de peso de caminhão emprega um medidor eletrônico de pressão cuja saída é amplificada pelo circuito a seguir. Se o medidor da pressão gera 20 milivolt para cada 100 quilogramas da carga, determine a máxima carga possível na entrada antes que o amplificador operacional sature? Considere a tensão de saturação na saída igual a 10V.



(15) DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE DE PLANCK UTILIZANDO LED's.

Como você usaria os valores das medições feitas no laboratório com LED's para a determinação da *constante de Planck*?

Os diodos emissores de luz ou LED (*Light Emitting Diode*) emitem luz quando são percorridos por uma corrente elétrica. Na polarização direta é aplicada uma diferença de potencial V e, para que um elétron atravesse a junção semicondutora, é necessário realizar um certo trabalho W . Este trabalho é convertido, em grande parte, na energia dos fótons emitidos.

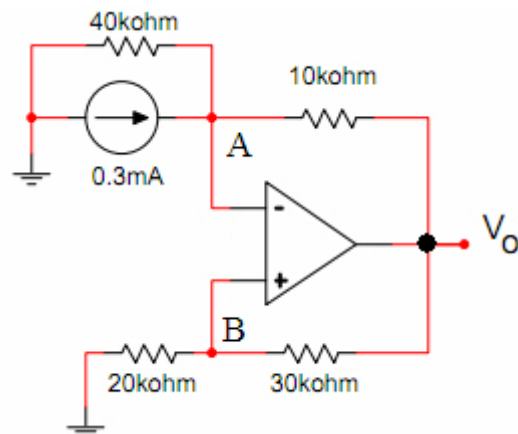
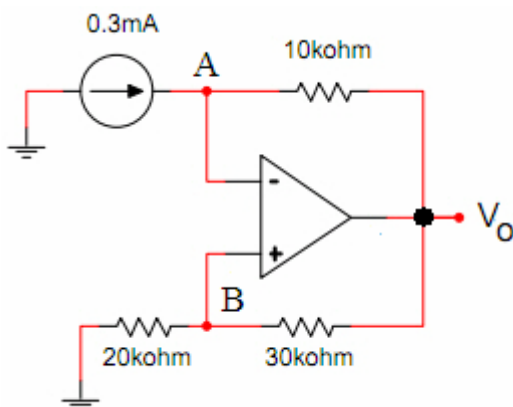
A passagem de corrente elétrica através de uma junção p-n diretamente polarizada implica em liberação de energia devida à recombinação de elétrons em abundância na banda de condução no lado n da junção com os buracos na banda de valência no lado p da junção. Nesse processo os elétrons, ao atingirem a banda de condução no lado p, decaem para a banda de valência através da barreira de energia designada por E_g . Nos LED's essa energia é liberada na forma de ondas eletromagnéticas com frequências que podem estar na faixa do visível ou do infravermelho para os LED's comumente encontrados em aplicações comerciais (como em indicadores de aparelhos eletrônicos, controles remotos, etc). Assumindo a ocorrência de recombinação direta dos elétrons com os buracos através da junção, com toda a energia envolvida sendo convertida em energia do fóton, então a seguinte equação é válida.

color	λ (nm)	V (V)
red	660	1.7
yellow	587	2.1

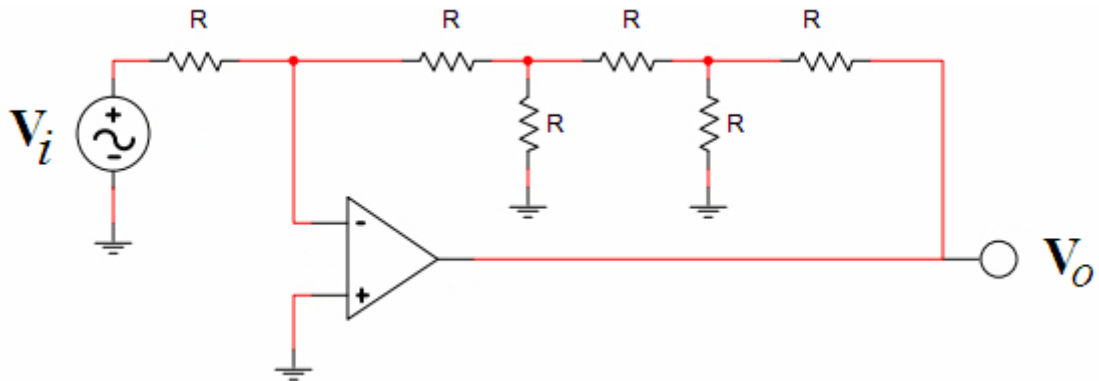
$$E = hf$$

$$qV = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

(16) Determine os valores das tensões nos pontos **A**, **B** e V_o para cada circuito a seguir.



(17) Determine o valor da tensão V_o .



(18) Usando amplificadores operacionais apresente um circuito capaz de atender a cada item a seguir:

- (A) Capacitor variável dependente da luz.
- (B) Amplificador com ganho controlado pela temperatura.
- (C) Conversor de corrente para tensão.
- (D) Indutor com amplificador operacional, R e C.
- (E) Resistência negativa.
- (F) Simulador de impedância.
- (G) Defasador dependente da umidade.

(19) O que você entende por *amplificador de instrumentação*? Cite 3 vantagens para o amplificador de instrumentação e sugira 3 aplicações para o mesmo.

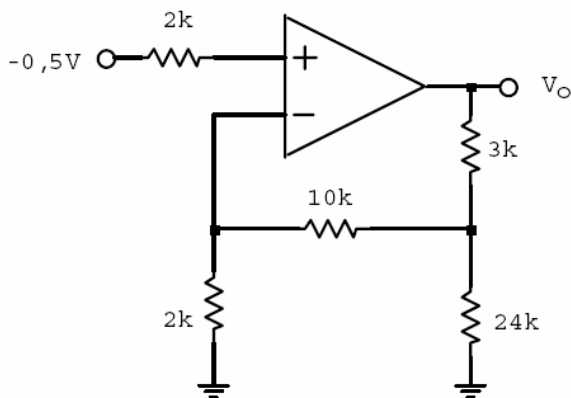
(20) Apresente um circuito capaz de realizar cada uma das seguintes funções de transferências $H(s)$.

(A) $H(s) = -\frac{200s}{s^2 + 20s + 100}$

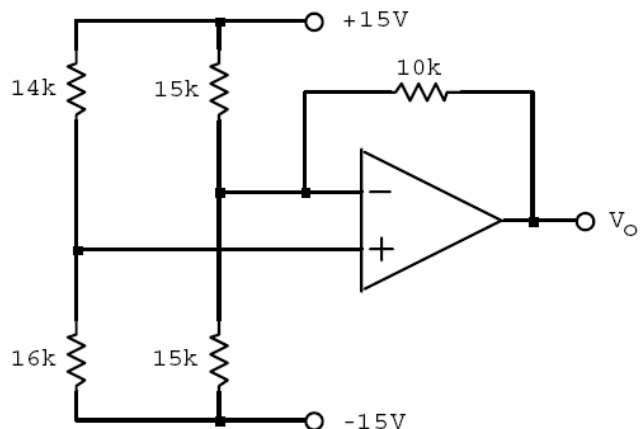
(B) $H(s) = -\frac{1}{s^3}$

(C) $H(s) = \frac{10s}{(s + 10)^2}$

(21) Determine a tensão V_o para cada circuito a seguir.



$V_o = -4,125V$

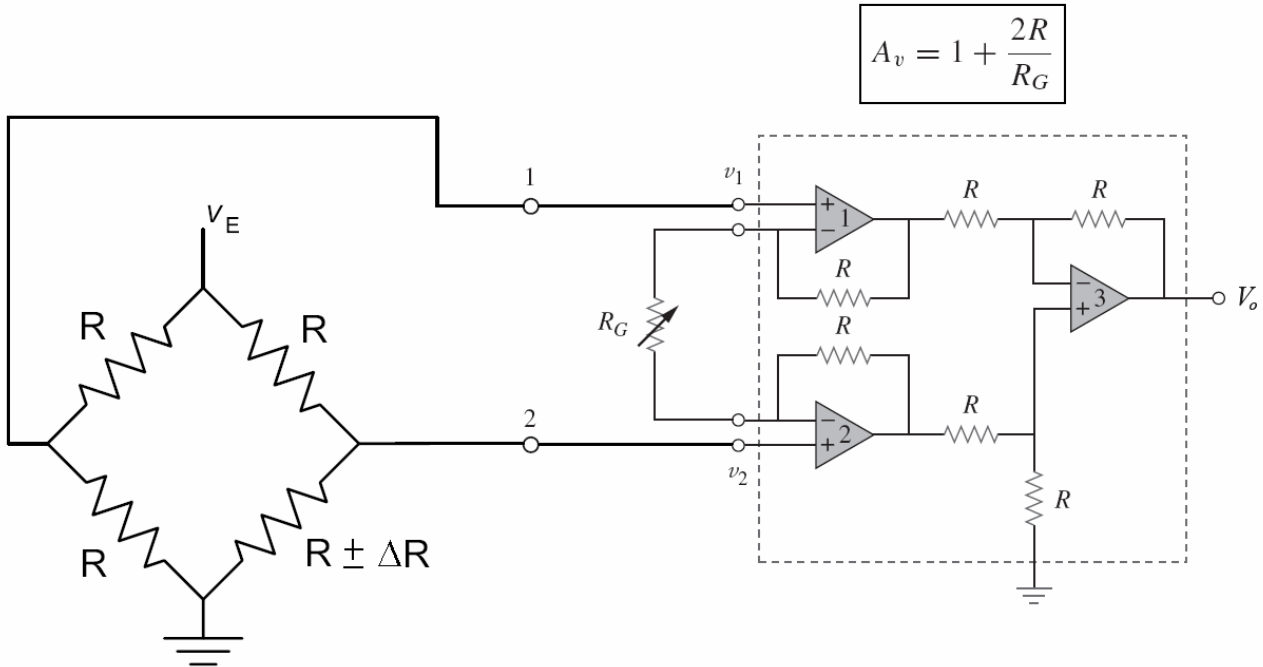


$V_o = 2,333V$

(22) PONTE DE WHEATSTONE & AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTAÇÃO

A ponte de Wheatstone converte uma variação de resistência (*sensor*) em uma variação de tensão, enquanto o amplificador de instrumentação, conectado na ponte, amplifica as pequenas variações de tensões correspondentes.

Determine a expressão para V_o em função da variação da resistência do sensor ΔR .

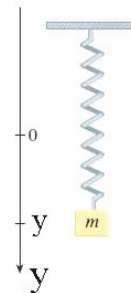
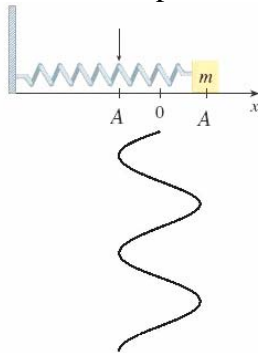
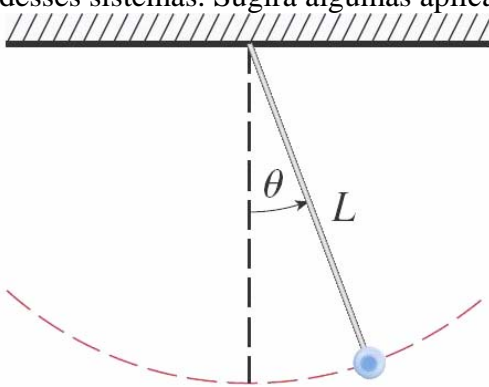


Ponte de Wheatstone

Amplificador de Instrumentação

(23) COMPUTAÇÃO ANALÓGICA

A seguir são mostrados 3 sistemas físicos descritos por suas respectivas equações diferenciais. Apresente um circuito, usando amplificadores operacionais, capaz de simular cada um desses sistemas. Sugira algumas aplicações adicionais para o circuito desenvolvido.



$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\theta = 0$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{k}{m}y = 0$$

$$\theta(t) = \theta_0 \text{sen}(\omega_0 t + \theta)$$

$$x(t) = x_0 \text{sen}(\omega_0 t + \theta)$$

$$y(t) = y_0 \text{sen}(\omega_0 t + \theta)$$