



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

LISTA DE EXERCÍCIOS #9

(1) PROJETO – PROCESSAMENTO DE SINAL ANALÓGICO

Um engenheiro trabalhando em um determinado projeto necessita obter uma tensão de saída em função de uma tensão de entrada que satisfaça a relação a seguir:

$$Y = \frac{1}{3} X^{2,5}$$

Considere que você foi contratado como estagiário para este projeto e que lhe foi determinada a tarefa para solucionar este problema. Considere que *Y é a tensão de saída* e *X é a tensão de entrada*. Projete um circuito capaz de realizar a operação solicitada.

(2) POTÊNCIA & ENERGIA

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

(B) Expresse, em Joules, a quantidade de *energia armazenada* em uma bateria de automóvel especificada com **54Ah@12V**.

(C) Determine o *tempo* que uma bateria de 54Ah@12V pode manter um equipamento de som especificado como 12V@6W em funcionamento. E uma lâmpada de 20W?

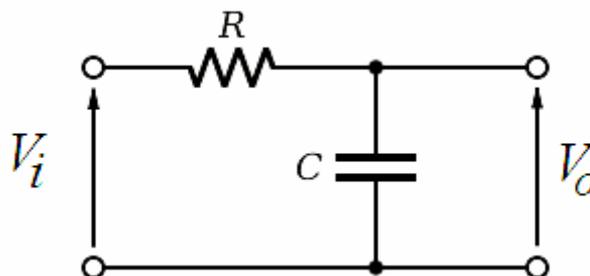
(3) CIRCUITO RC

Considere o circuito RC mostrado na figura a seguir onde se aplica um sinal senoidal, com amplitude constante e frequência variável, ou seja, $V_i(t) = 10 \text{sen} 2\pi f t$ (Volts). Considere $R = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$.

(a) Determine o valor da frequência do sinal na qual o sinal de 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 do defasamento ϕ para esta frequência.

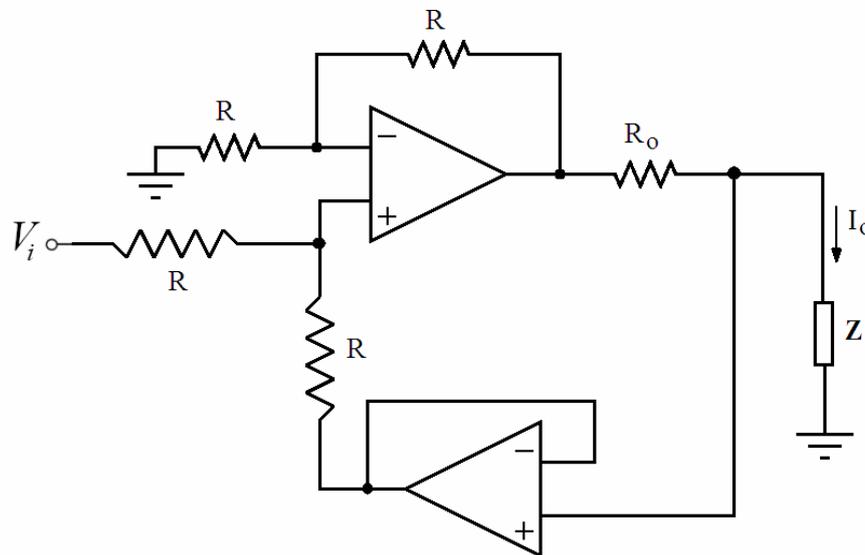
(b) Determine o valor da frequência do sinal na qual o sinal de saída $V_o(t)$ encontra-se defasado do sinal de entrada por $\phi = 45^\circ$. Escreva a expressão para $V_o(t)$.

(c) Determine o valor de $V_o(t)$, amplitude e fase, na frequência de 10 kHz.



(4) CONVERSOR TENSÃO-CORRENTE & FONTE DE CORRENTE

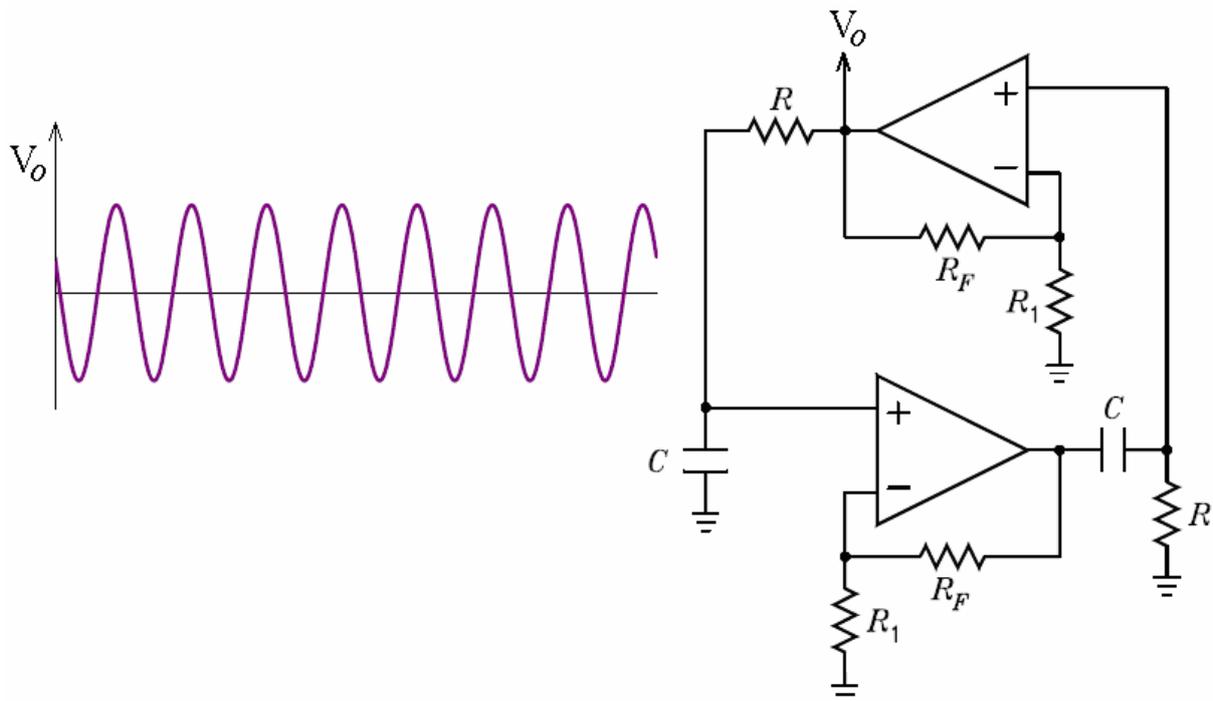
Mostre que no circuito a seguir $I_o = \frac{V_i}{R_o}$. Observe que a corrente I_o não depende da impedância Z , podendo esta topologia ser vista como uma fonte de corrente I_o . Sugira algumas aplicações para este circuito.



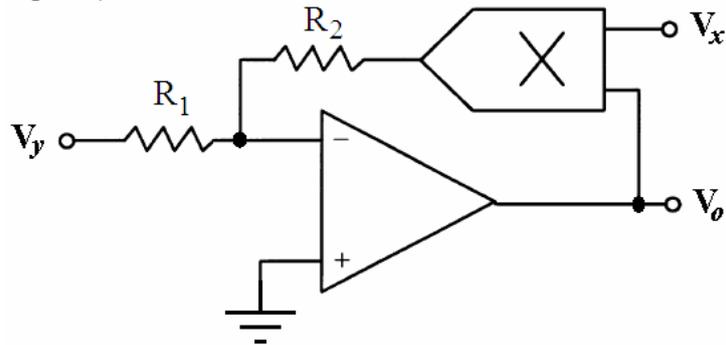
(5) OSCILADOR SENOIDAL

O circuito mostrado na figura a seguir representa um *oscilador senoidal*. Explique o princípio de funcionamento deste oscilador.

Aplice as *condições de Barkhausen* e determine a *freqüência de oscilação* ω_o e a *relação* entre R_F e R_1 para que a oscilação ocorra.



- (6) (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.



- (7) No circuito da figura A uma corrente $I = 625 \mu\text{A}$ 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_0 . (B) Encontre a relação entre V_0 e V_i para o circuito da figura B e sugira uma aplicação.

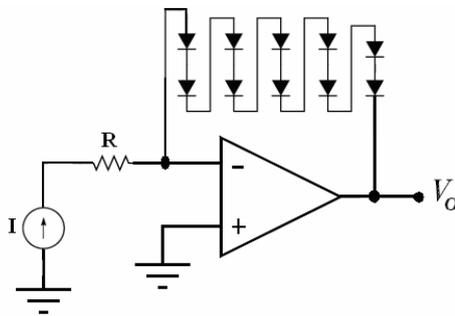


Figura A

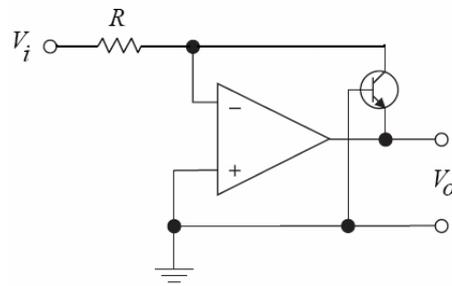
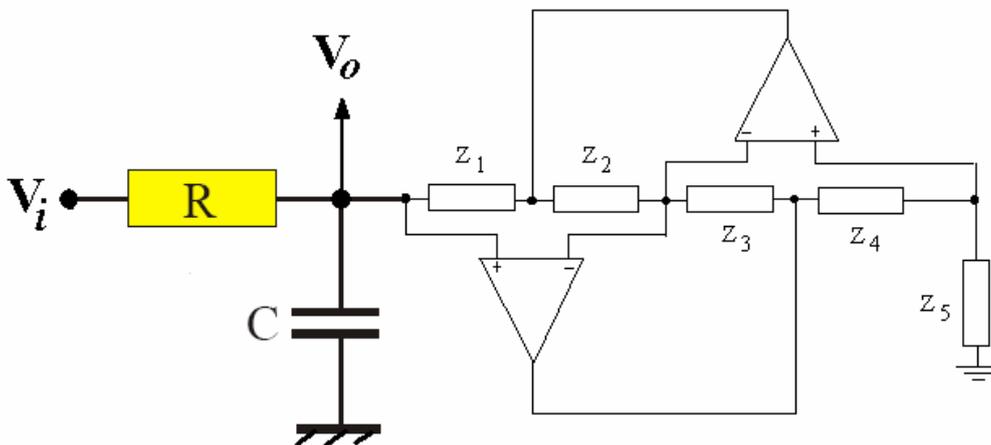


Figura B

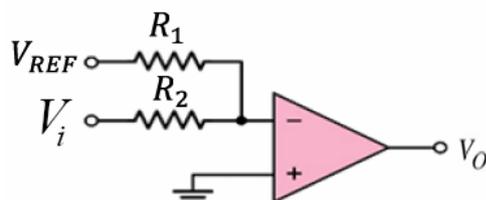
(8) Conversor Geral de Impedância (GIC - General Impedance Converter)

Encontre a função de transferência $H(s)$. Considere $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_5 = R$ e Z_4 um capacitor de valor C .



(9) COMPARADOR DE TENSÃO

Considere o circuito comparador de tensão a seguir. Determine o valor da *tensão de threshold [limiar]*, isto é, a *tensão limiar V_i na qual faz a saída V_0 mudar de estado*.

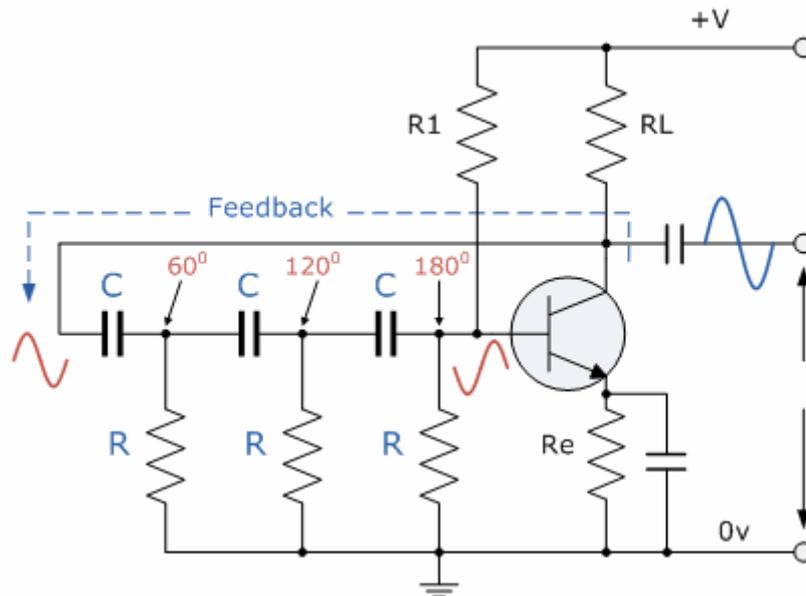


$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
$R_2 = 20 \text{ k}\Omega$
$V_{REF} = 1.2 \text{ V}$

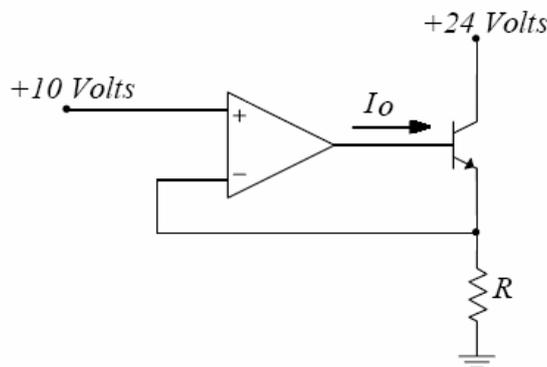
(10) OSCILADOR SENOIDAL

O circuito a seguir representa um oscilador senoidal a transistor. Determine a frequência de oscilação e o ganho mínimo do amplificador transistorizado necessário para o circuito oscilar senoidalmente.

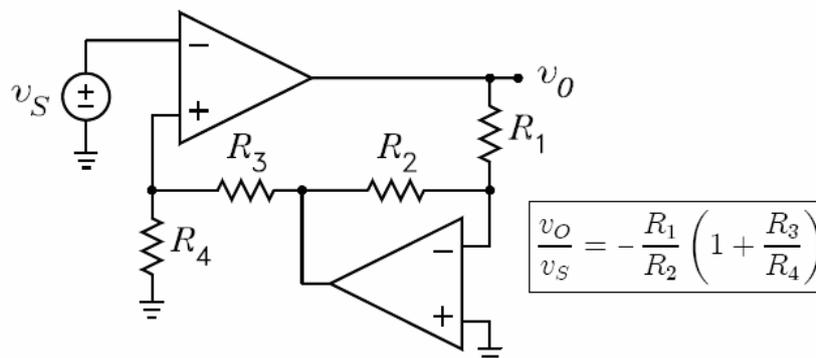
Apresente um circuito *substituindo o transistor por um amplificador operacional* para obter um oscilador senoidal com idênticas características. Apresente o circuito e explique o seu princípio de funcionamento.



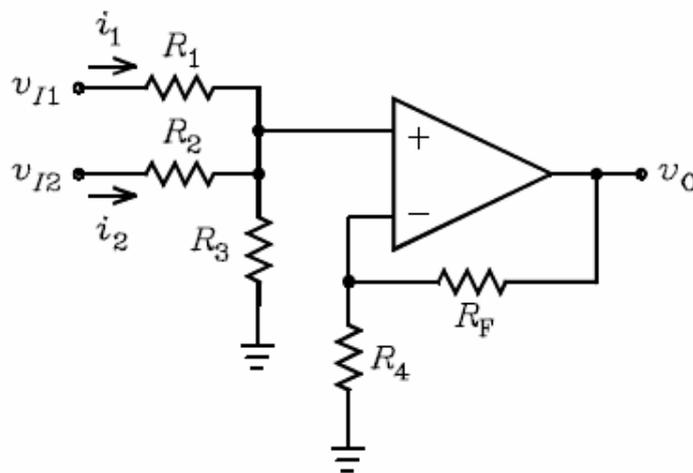
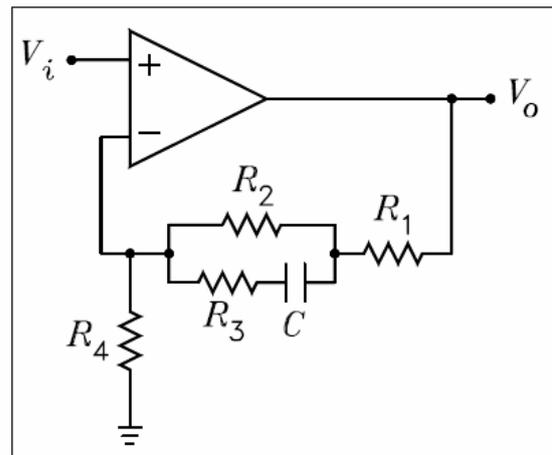
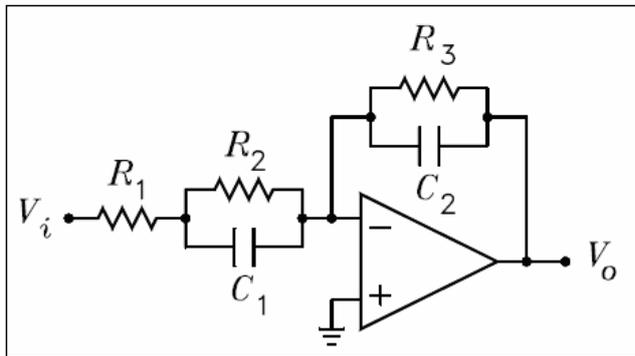
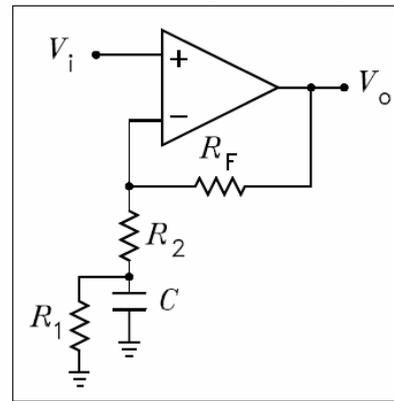
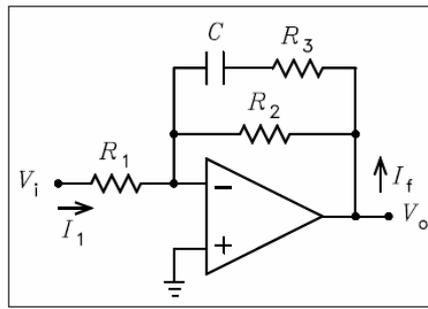
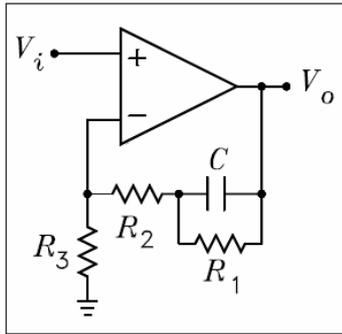
(11) A corrente de saída no amplificador operacional a seguir é igual a $I_o = 5\text{mA}$. O transistor tem $\beta = 100$. Determine o valor do resistor R e a potência de dissipação no transistor.



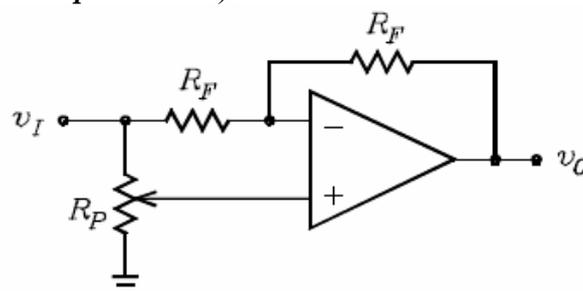
(12) Mostre que a saída V_o está relacionada com a entrada V_S pela relação a seguir.



(13) Encontre a função de transferência $H(s)$ para cada circuito mostrado nas figuras a seguir.

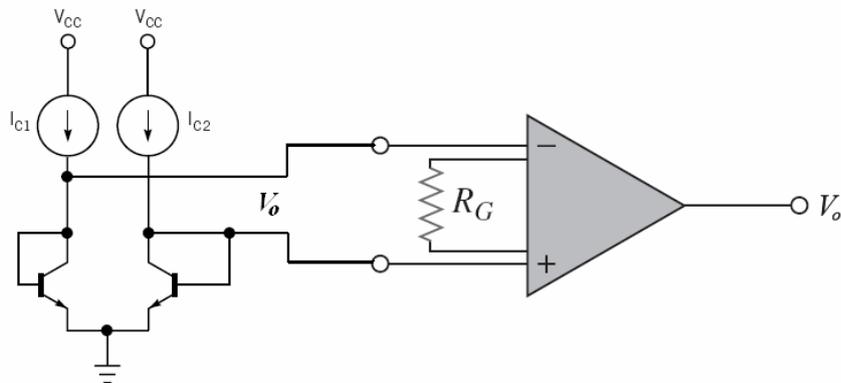


(14) **SWITCH HITTER** – Circuito usado para mudar a polaridade de um sinal na adição com outros sinais. Considere a resistência abaixo do potenciômetro como xR_p e a resistência acima do potenciômetro como $(1-x)R_p$, onde $0 \leq x \leq 1$. Observe que $xR_p + (1-x)R_p = R_p$. Encontre a relação entre V_o e V_i e mostre que o ganho pode variar entre $+1$ (**não inversor de polaridade**) e -1 (**inversor de polaridade**).



(15) TERMÔMETRO ELETRÔNICO

Mostre que o circuito a seguir pode ser usado na medição de temperatura T sendo a saída V_o linearmente proporcional à temperatura T , ou seja, $V_o = \alpha T$. Determine o valor de α .

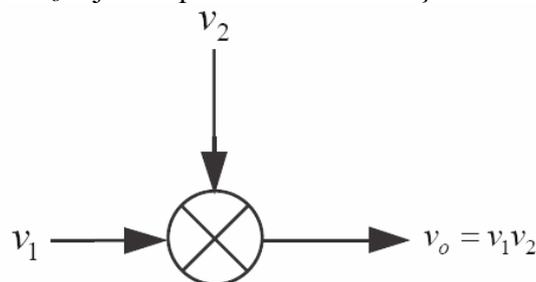


(16) MULTIPLICADOR ANALÓGICO

Misturadores de sinais são circuitos largamente aplicados em equipamentos para comunicações para proporcionar translação de frequência de sinais. Esta operação provoca o *deslocamento de frequência* de sinais modulados, ou seja, translada o sinal modulado de uma frequência para outra. Normalmente emprega-se um multiplicador analógico funcionando como misturador (*mixer*) para a implementação desta função. O diagrama a seguir ilustra a utilização de um *mixer*.

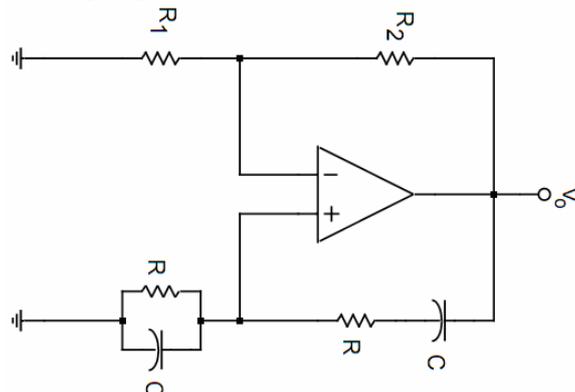
Considerando $v_1 = \text{Re}[Ae^{j2\pi 10^4 t}]$ e $v_2 = \text{Re}[e^{j2\pi 10^6 t}]$ determine quais as frequências presentes na saída do *mixer*? Escreva a expressão para o sinal na saída v_o .

Observe a expressão v_o e justifique o termo translação de frequência.



(17) OSCILADOR SENOIDAL

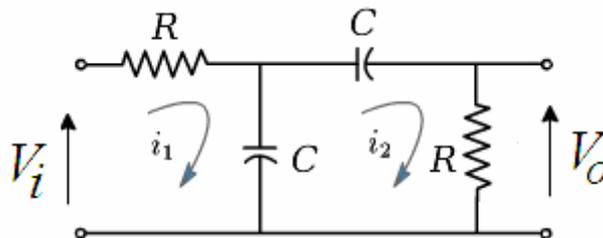
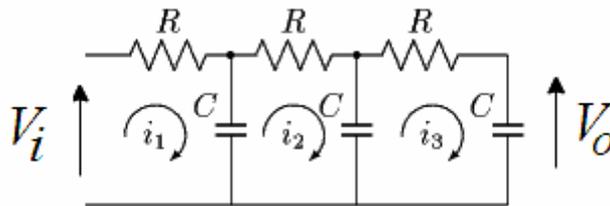
(A) Identifique o oscilador senoidal mostrado na figura a seguir e escreva as *condições de Barkhausen* correspondente. (B) Determine a *frequência de oscilação* e o valor da relação R_1/R_2 . Encontre ω_o e escreva a expressão completa, com valores, para a tensão sobre o resistor R_1 . Considere que $V_o = 9 \sin \omega_o t$ (Volts), $R = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$. (C) Pode um oscilador senoidal apresentar *realimentação positiva e negativa* ao mesmo tempo? Exemplifique.



(18) OSCILADOR SENOIDAL

(A) Para cada circuito a seguir encontre a função de transferência $H(s)$.

(B) Complete os respectivos circuitos para transformá-los em *osciladores senoidais por desvio de fase* e determine as correspondentes frequências de oscilação.



(19) FONTE DE ALIMENTAÇÃO LINEAR REGULADA

Projeto de uma fonte linear de $220V_{RMS}$ para $V_o = 9V$.

$R_3 = 1k\Omega$, $V_Z = 6V$, $V_i = 220V_{RMS}$, $\beta = 100$, $R_L = 9\Omega$, $V_{BE} = 0,7V$.

(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 .

(D) Explique o **princípio de funcionamento** da fonte justificando o uso de cada componente no circuito.

