

AULA PRÁTICA #5 – OSCILADORES SENOIDAIS EM PONTE DE WIEN*

(*) O nome (pronuncia-se “Vin”) foi dado em homenagem ao pesquisador alemão Max Karl Werner Wien (1866-1938), que estudou a ponte RC que realimenta o amplificador, ao redor de 1900.

I) Objetivos:

- Estudar o funcionamento de osciladores senoidais do tipo Ponte de Wien
- Estudar a estrutura do oscilador como um amplificador seletivo de Q ajustável
- Projetar um oscilador com frequência variável

II) Especificações de projeto para o circuito realimentado:

- Amplificador operacional **TL072**, diodo de sinal **1N4148**
- Tensão de alimentação, $V_{CC} = \pm 10V$
- Frequência de oscilação, escolher entre $1kHz$ e $5kHz$
- Amplitude de saída, $V_O = 6V_{pico}$

III) Tarefas

a) Oscilador em Ponte de Wien

Considere o circuito mostrado na Figura 1.

- **Sem utilizar** a rede formada por R_x , D_1 e D_2 , para o controle de distorção e amplitude, **mostre que** a frequência de oscilação e a condição de ganho necessário para a oscilação senoidal são dadas por:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{(R_1 R_2 C_1 C_2)}} \quad \text{e} \quad A_o = \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) = \left[1 + \left(\frac{C_1}{C_2}\right) + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)\right]$$

- **Escolha** R_1 , R_2 , C_1 e C_2 para a frequência desejada.

- **Escolha** R_3 e R_4 , de modo a obter uma senoide pouco distorcida. **Faça** o ganho do amplificador levemente maior do que A_o , por exemplo $(1 + \frac{R_3}{R_4} \cong 1,03 A_o)$.

- Para a estimativa do valor de R_x , **faça** o ganho do amplificador com o peso de R_x levemente menor que A_o , por exemplo $(1 + \frac{R_3 \parallel R_x}{R_4} \cong 0,97 A_o)$. **Ajuste** R_x para obter o valor especificado para $V_{O_{pico}}$.

- Para abreviar o início da oscilação, **acrescente** uma perturbação transitória inicial. Utilize uma fonte **IPULSE**, entre a terra e uma das entradas do amplificador operacional (em paralelo com R_1 ou R_4), com os parâmetros ($i1=0$; $i2=1mA$; $TD=1\mu s$; $TR=5ns$; $TF=5ns$; $PW=1\mu s$; $PER=0$).

- **Simule** sem e com o controle de distorção e amplitude.

- **Monte** o circuito com o controle de distorção. Observe a forma de onda de saída e meça sua frequência e amplitude. **Comente os resultados.**

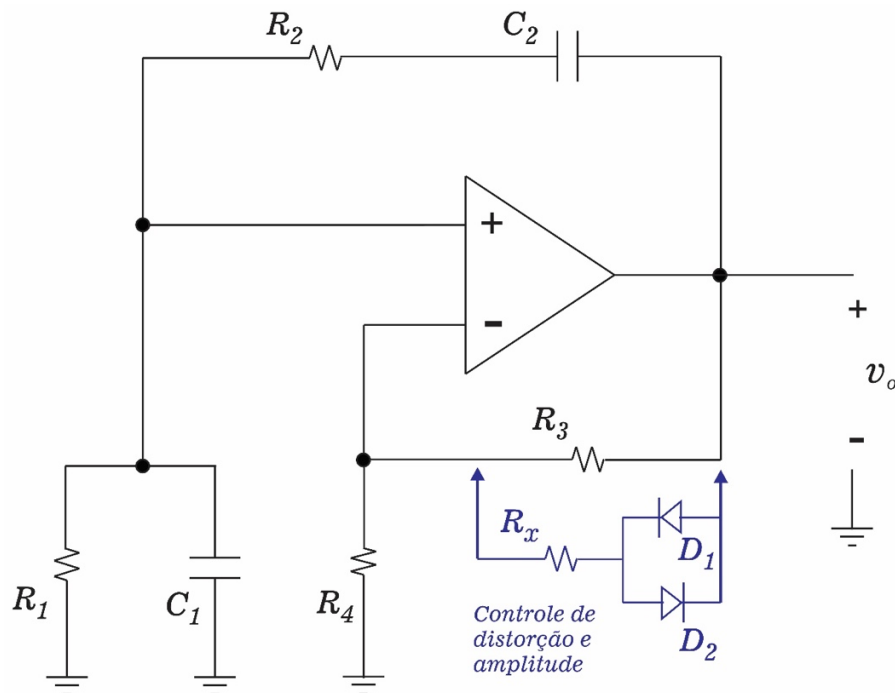


Figura 1 – Oscilador em Ponte de Wien com acréscimo do controle de distorção

b) Oscilador em Ponte de Wien Invertida

Considere o circuito mostrado na Figura 2.

- **Mostre que** o circuito apresentado também se comporta como um oscilador. **Determine** as expressões para a frequência e para a condição de oscilação.
- Observe como foi feita a inversão. **Justifique** por que é necessário inverter, também, as entradas do amplificador operacional.
- **Mantenha** os valores calculados no item (a). **Não use** a rede de controle de amplitude e distorção. O objetivo aqui é observar que o circuito invertido é um oscilador com a mesma frequência.
- **Simule** o circuito e verifique a frequência de oscilação.
- **Monte** o circuito e observe a forma de onda de saída, medindo sua frequência e amplitude. **Comente os resultados.**

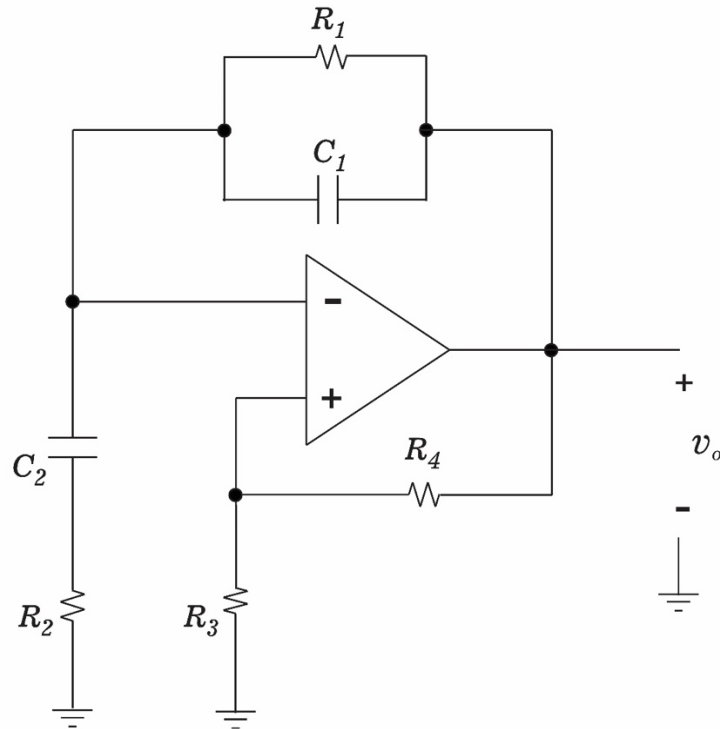


Figura 2 – Oscilador em Ponte de Wien invertido

c) Amplificador seletivo de Q ajustável

Considere o circuito mostrado na Figura 3. Observe que a configuração é de um oscilador em Ponte de Wien invertida, com uma entrada v_{in} .

- **Calcule** a função de transferência v_o/v_{in} para o circuito. **Determine** as expressões para ω_o e Q , comparando o denominador da função de transferência encontrada com a expressão do denominador da forma padrão de um sistema de 2ª ordem, $s^2 + (\omega_o/Q)s + \omega_o^2$.

- Usando os mesmos valores já calculados para R_1, R_2, C_1, C_2 e R_4 , **determine** o valor de R_3 para obter um fator de qualidade $8 \leq Q \leq 12$. **Não aproxime** o resultado de R_3 para o valor comercial.

- **Simule** a resposta em frequência do circuito e **meça** o fator de qualidade (Q).

- **Monte** o circuito e meça o ganho em pelo menos 10 frequência diferentes para ter uma aproximação da resposta em frequência. Trace a resposta aproximada e determine o fator de qualidade. **Comente os resultados**.

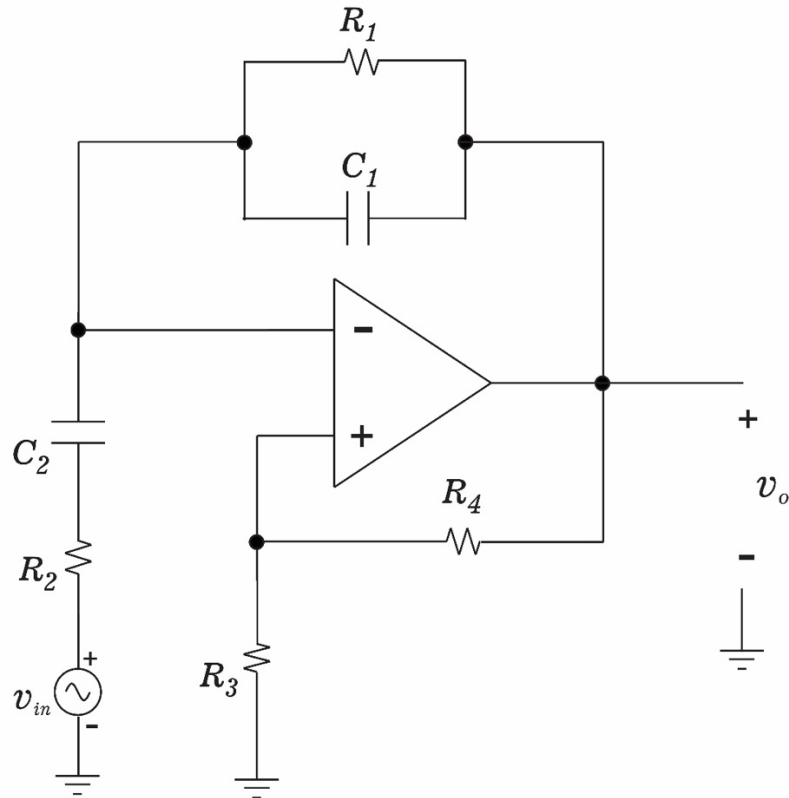


Figura 3 – Amplificador seletivo de Q ajustável

d) Oscilador com frequência variável

Considere o circuito mostrado na Figura 4.

- **Mostre** que a frequência e a condição de oscilação são dadas por:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{(R_1 R_2 C_1 C_2)}} \quad A_o = \left(1 + \frac{R_5}{R_3} + \frac{R_4 R_5}{R_1 R_3}\right) = \left[1 + \left(\frac{C_1}{C_2}\right) + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)\right]$$

- **Escolha** R_2, C_1, C_2 e a **faixa** de valores para R_1 , de forma que a frequência de oscilação possa ser ajustada entre 300Hz e 3kHz.

- **Escolha** R_3, R_4 e R_5 de modo que a variação em R_1 não cause uma variação grande em A_o .

- **Simule** o circuito com os valores limites de R_1 e **meça** f_o e $V_{o_{pico}}$.

- **Descreva** o funcionamento do circuito e como atuam U1 e U2.

- **Monte** o circuito e observe a forma de onda de saída, medindo sua frequência e amplitude.
Comente os resultados.

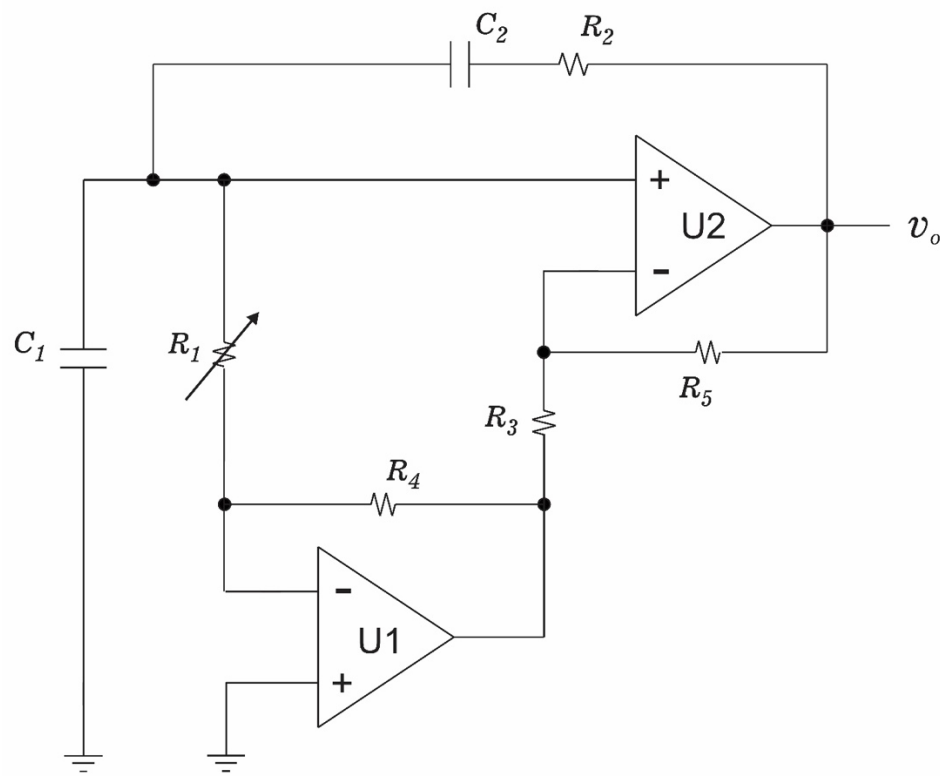


Figura 4 – Oscilador com frequência variável