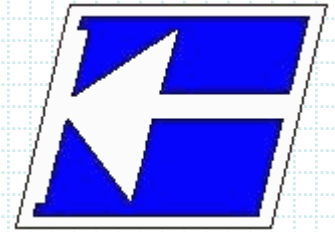


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Osciladores e Multivibradores



# Oscilador com Controle Automático de Ganho

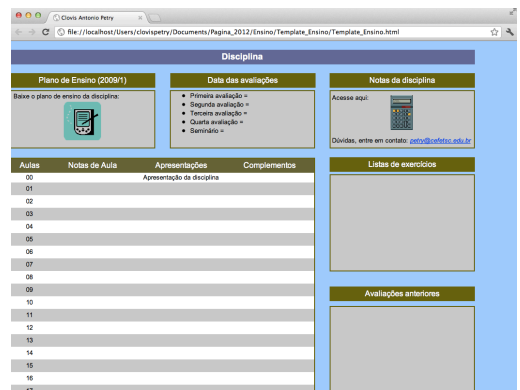
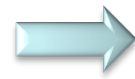
Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, dezembro de 2012.

# Bibliografia para esta aula

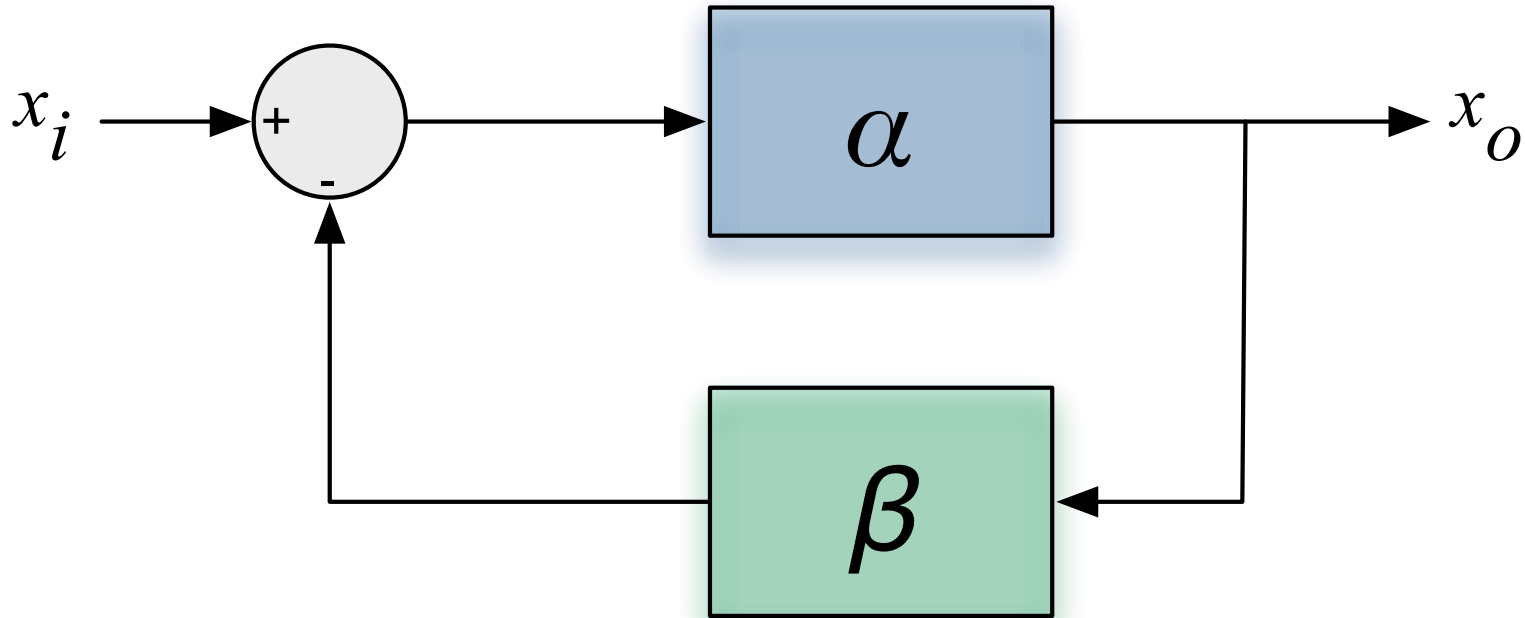


www · ProfessorPetry · com · br



## Oscilador com controle automático de ganho:

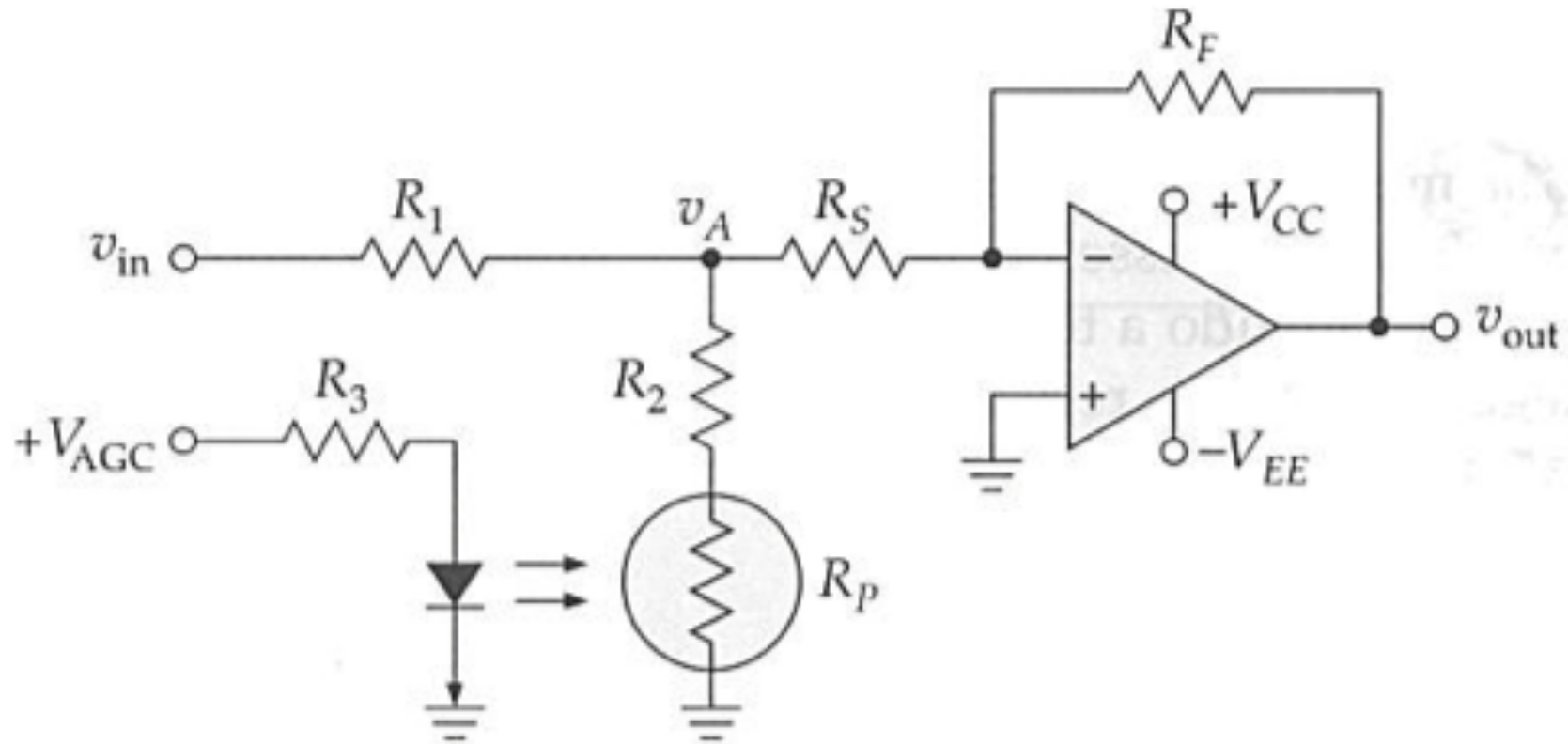
1. Considerações iniciais;
2. Oscilador com Ponte de Wien;
3. Controle automático de ganho:
  - Com resistências não-lineares;
  - Com transistor de efeito de campo;
  - Com diodos semicondutores:
    - Com diodos zener;
    - Com diodos e resistores;
    - Exemplo de projeto e simulação.



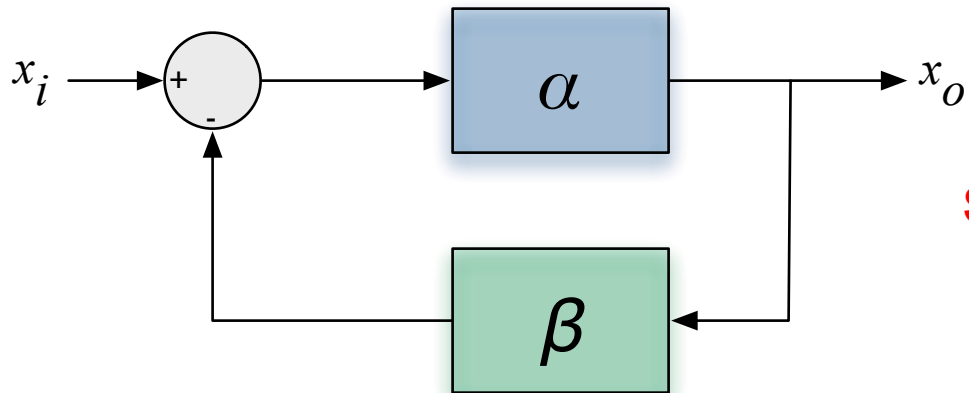
## Blocos do oscilador:

- Amplificador –  $\alpha$  – circuito de amplificação de sinais, ativo, formado por transistores e/ou amplificadores operacionais.
- Rede de realimentação –  $\beta$  – circuito de realimentação, normalmente com elementos passivos (resistores, capacitores e indutores).

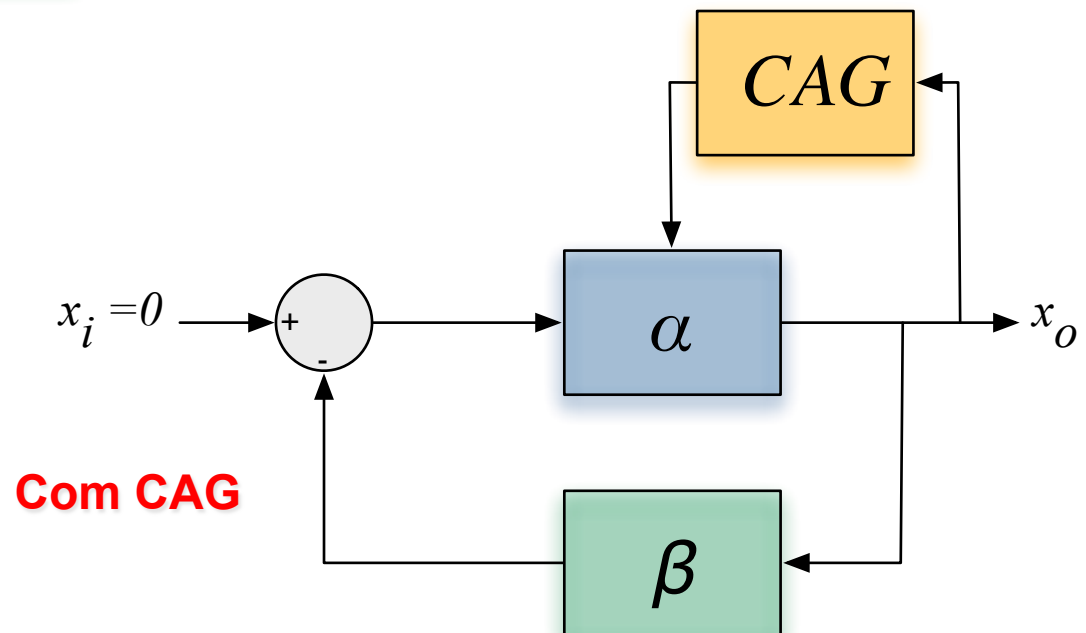
Exemplo de amplificador com controle automático de ganho:



## Controle automático de ganho:



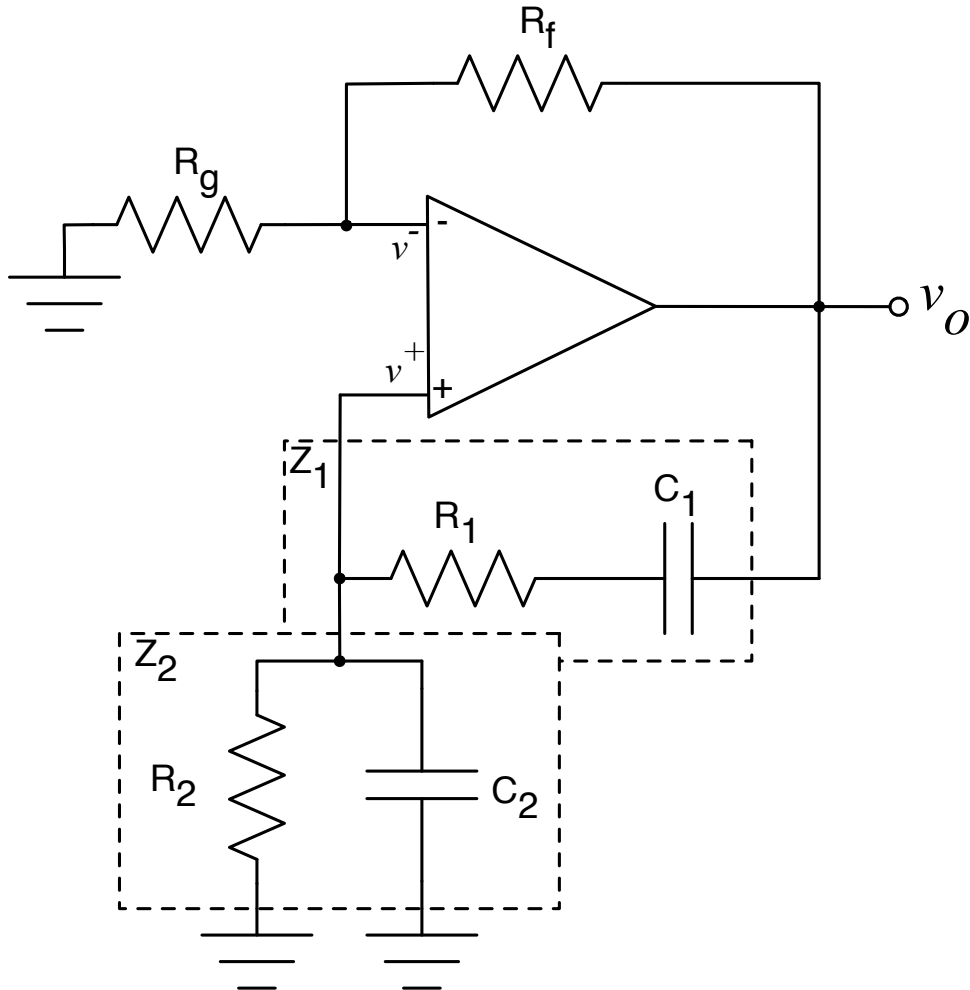
**Sem CAG**



**Com CAG**

# Oscilador com Ponte de Wien

## Principais características:



$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2}}$$

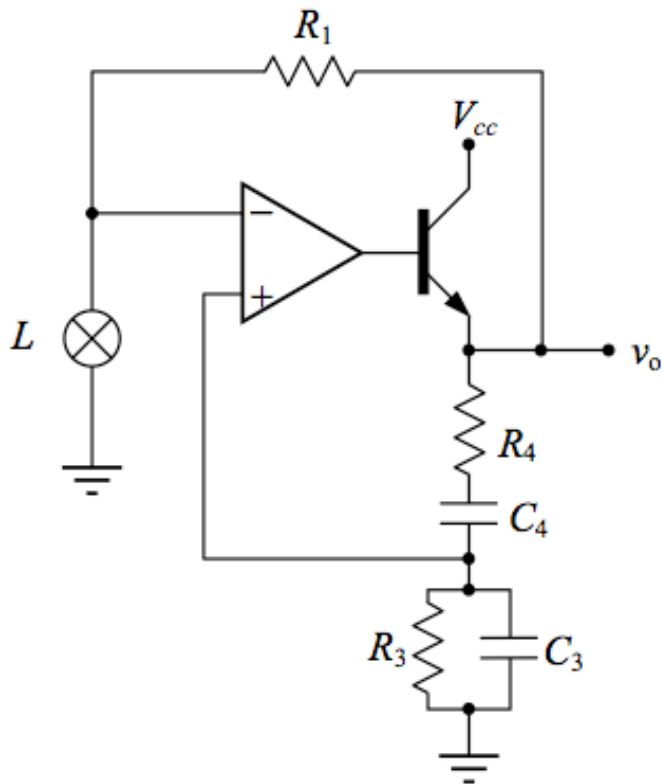
$$\omega_o = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$F_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

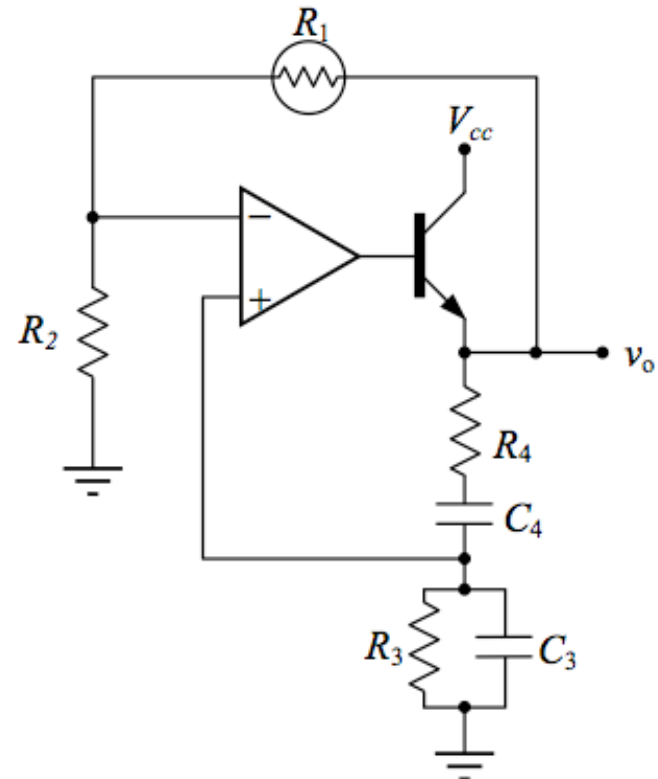
$$\frac{v_+}{v_o} = \frac{1}{3} \quad \longrightarrow \quad \beta = 3$$

$$\frac{R_f}{R_g} = 2 \quad \longrightarrow \quad \alpha = 2$$

Com resistências não-lineares:

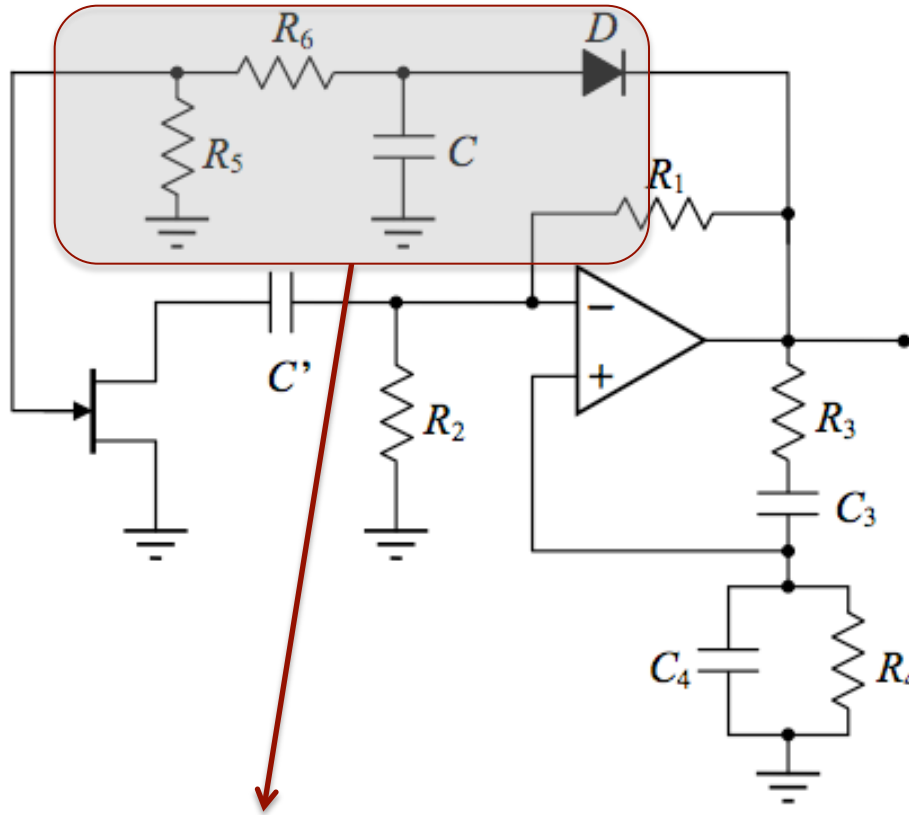


Com lâmpada incandescente



Com termistores

Com transistor de efeito de campo (FET):

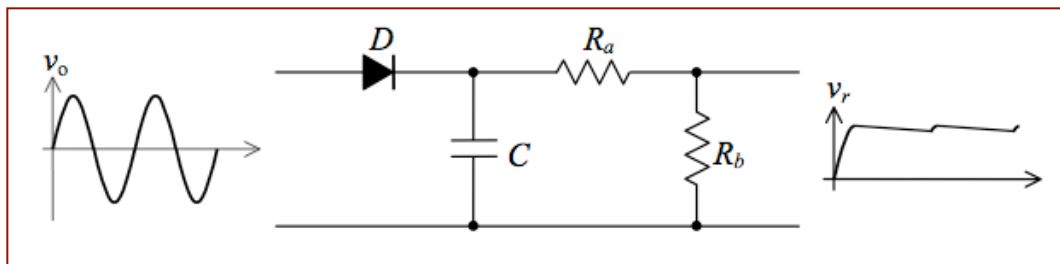


$$\alpha = \frac{R_1}{R_{in}}$$

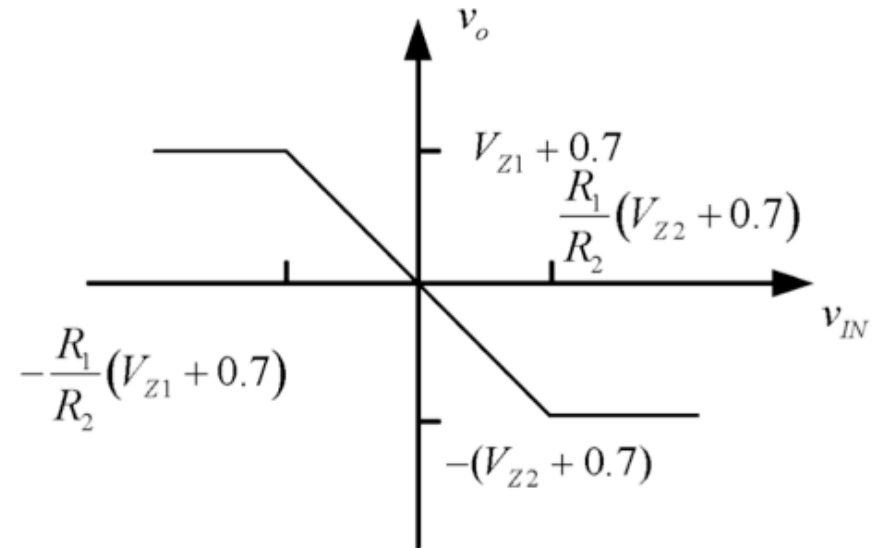
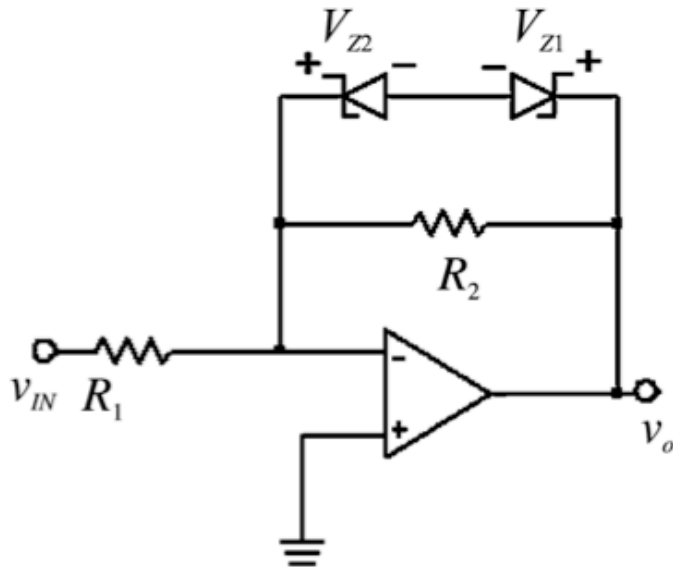


$$R_{in} = R_2 \parallel r_{DS}$$

$$v_{o\_max} \cong \left( 1 + \frac{R_6}{R_5} \right) \cdot |V_p|$$

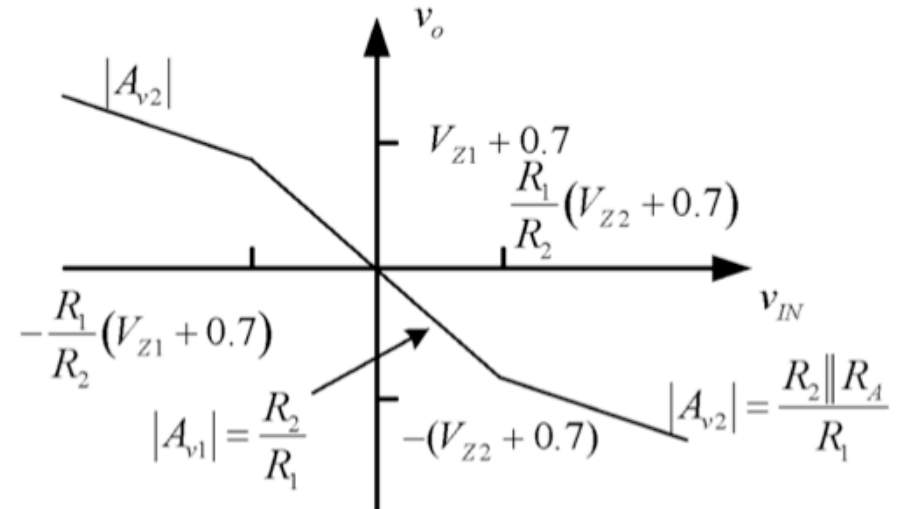
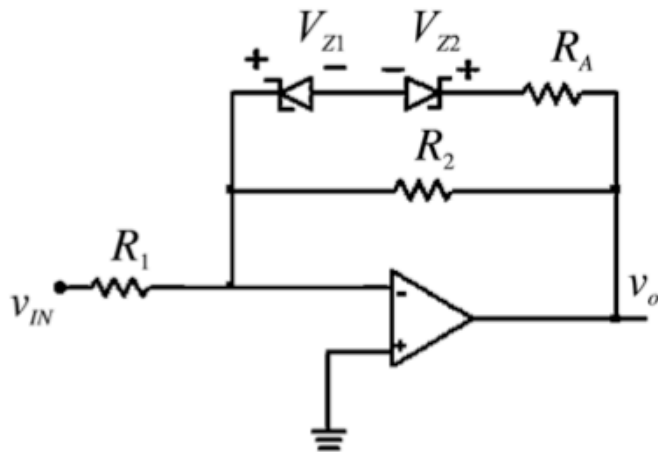


Com diodos semicondutores (Diodo zener):



$$-V_{Z2} - 0,7 < v_o < V_{Z1} + 0,7$$

Com diodos semicondutores (Diodo zener e resistor):



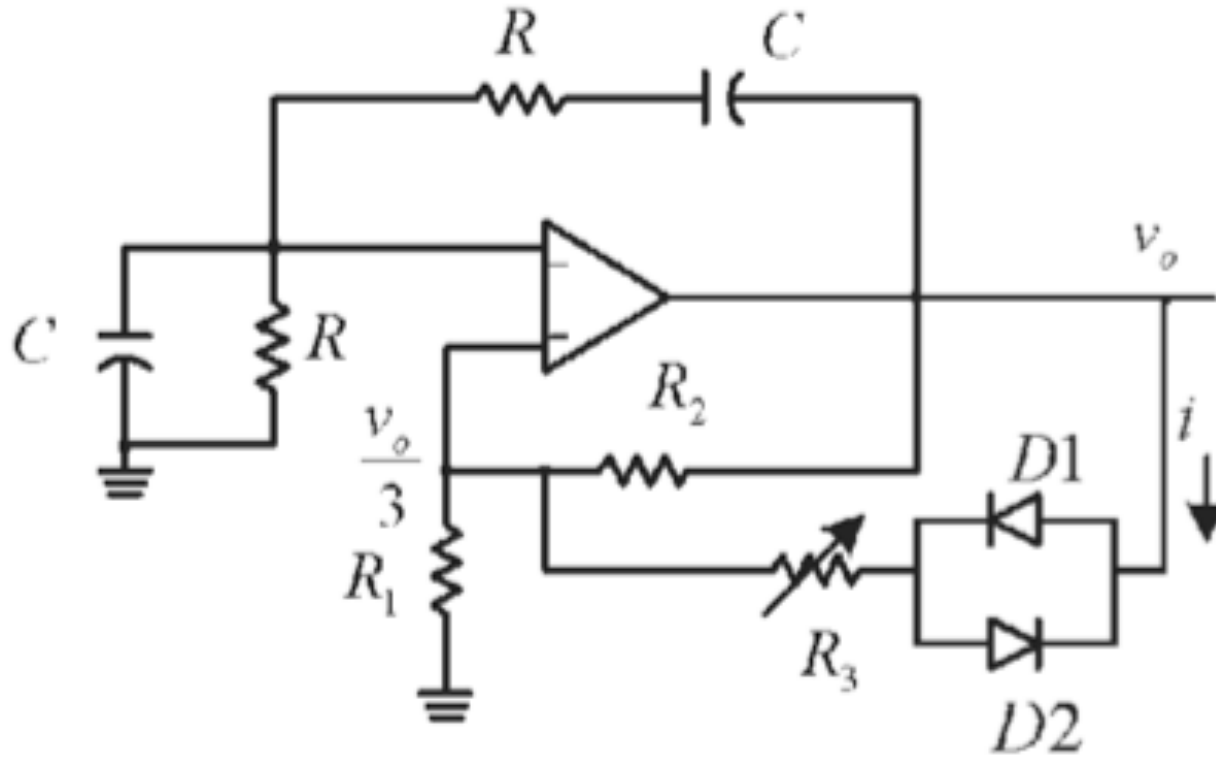
$$v_o > V_{Z1} + 0,7 \text{ ou } v_o < -V_{Z2} - 0,7$$

$$\alpha = \frac{v_o}{v_{in}} = -\frac{R_2 // R_A}{R_1} = -\frac{\left(\frac{R_2 \cdot R_A}{R_2 + R_A}\right)}{R_1} = -\frac{R_2 \cdot R_A}{R_1 \cdot (R_2 + R_A)}$$

$$-V_{Z2} - 0,7 < v_o < V_{Z1} + 0,7$$

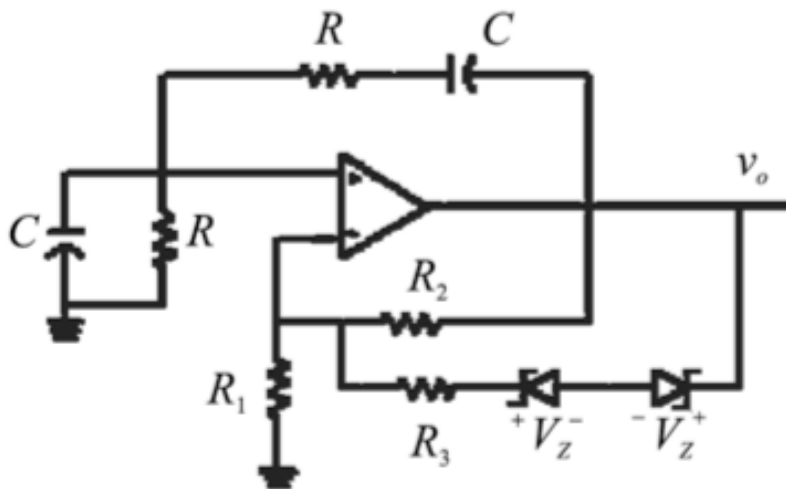
$$\alpha = \frac{v_o}{v_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Com diodos semicondutores (Diodo e resistor):

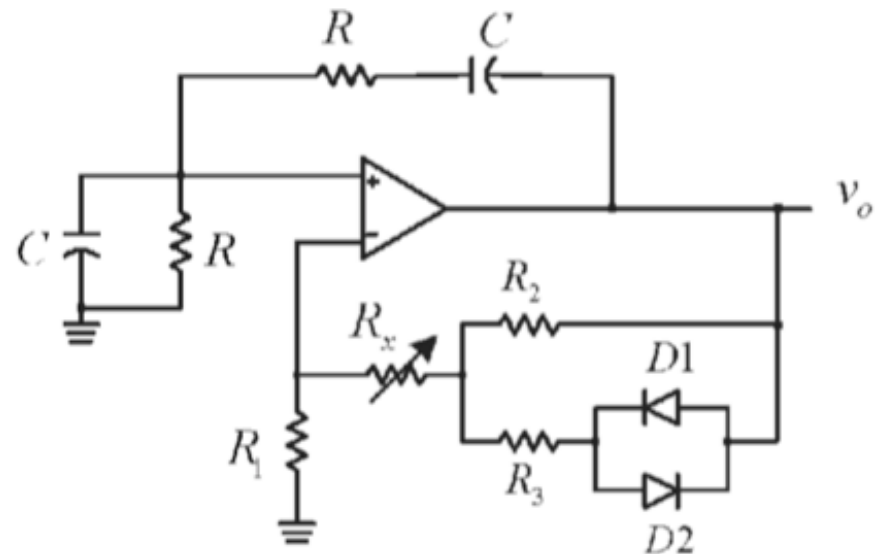


$$v_o = \frac{3 \cdot V_D}{2 \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) - \frac{R_3}{R_1}}$$

Com diodos semicondutores (Diodo zener e resistor):



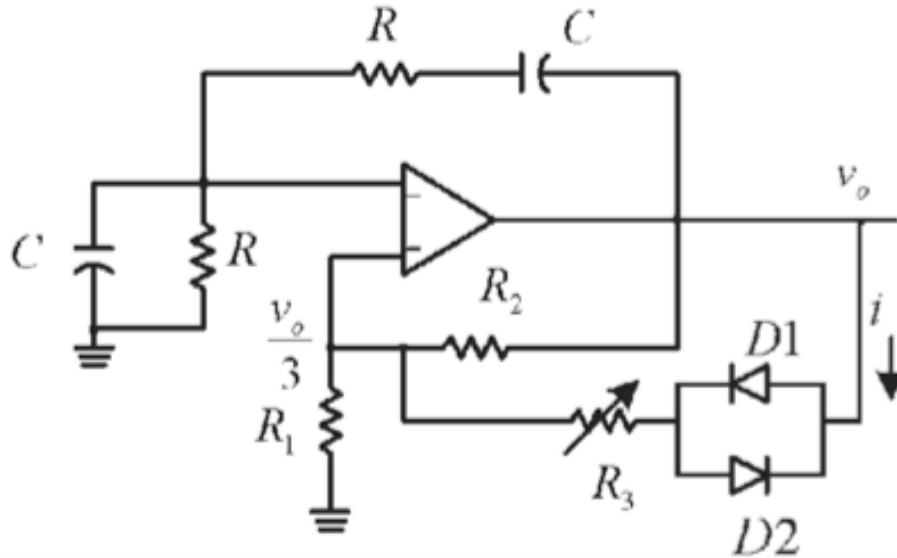
$$v_o = \frac{3 \cdot (V_Z + V_D)}{2 \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) - \frac{R_3}{R_1}}$$



$$v_o = \frac{3 \cdot V_D}{\left(2 - \frac{R_x}{R_1}\right) \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) - \frac{R_3}{R_1}}$$

# Controle automático de ganho

## Exemplo de projeto de CAG com diodos semicondutores:



### Especificações:

$$\omega_o = 10 \text{ krad} / \text{s} \longrightarrow F_o = \frac{\omega_o}{2 \cdot \pi} = 1.591,55 \text{ Hz}$$

$$v_o = 2 \text{ V}$$

### Critério de Barkhausen:

$$\alpha = 2 \longrightarrow \alpha = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow 2,2$$

### Determinando os elementos:

$$R_2 = 11 \text{ k}\Omega$$

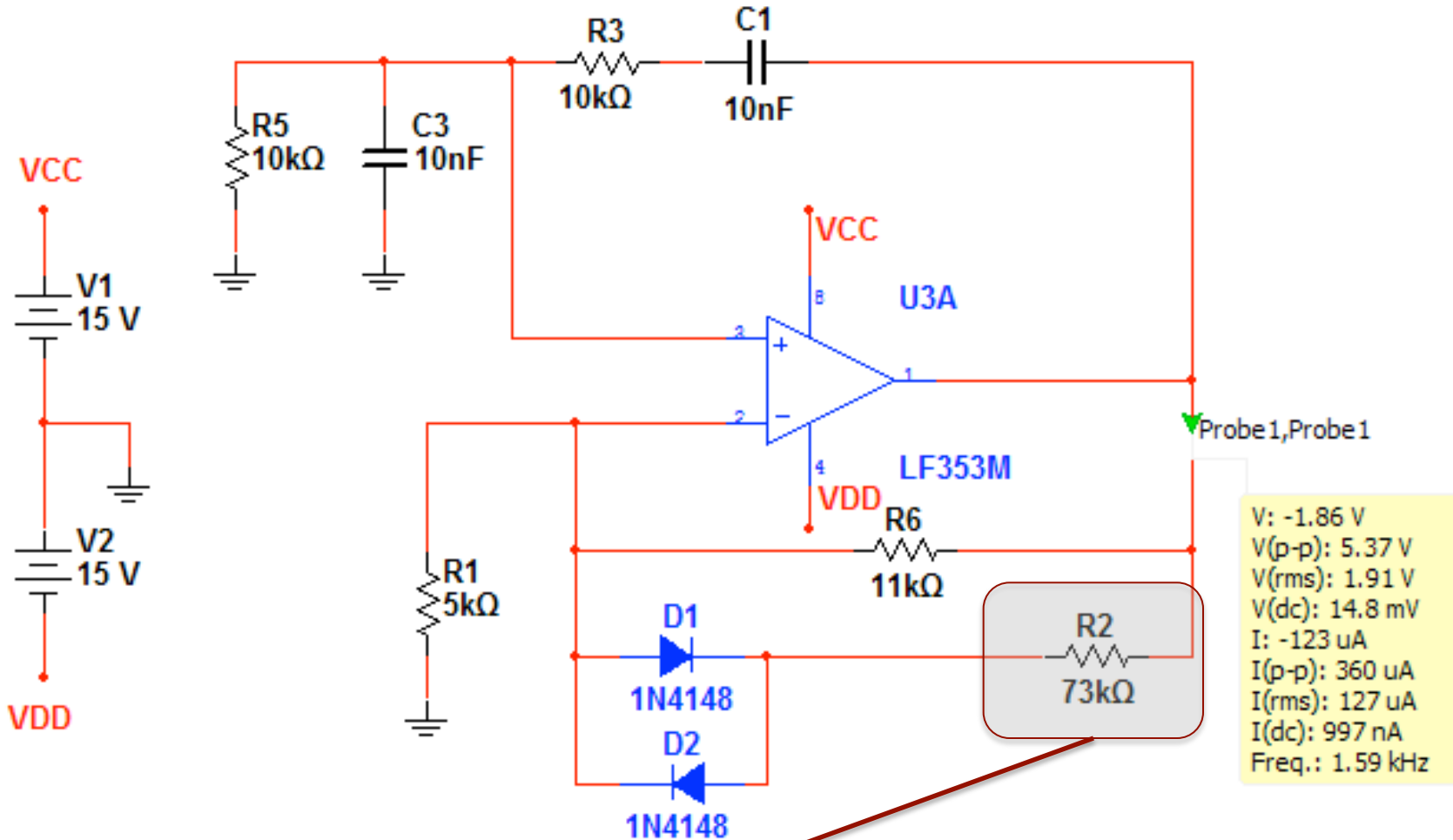
$$R_1 = \frac{R_2}{\alpha} = \frac{11 \text{ k}}{2,2} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$v_o = \frac{3 \cdot V_D}{2 \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) - \frac{R_3}{R_1}}$$

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot (3 \cdot V_D - 2 \cdot v_o)}{(2 \cdot R_1 - R_2) \cdot v_o} = \frac{5 \text{ k} \cdot 11 \text{ k} \cdot (3 \cdot 0,72 - 2 \cdot 2)}{(2 \cdot 5 \text{ k} - 11 \text{ k}) \cdot 2} = 50,6 \text{ k}\Omega$$

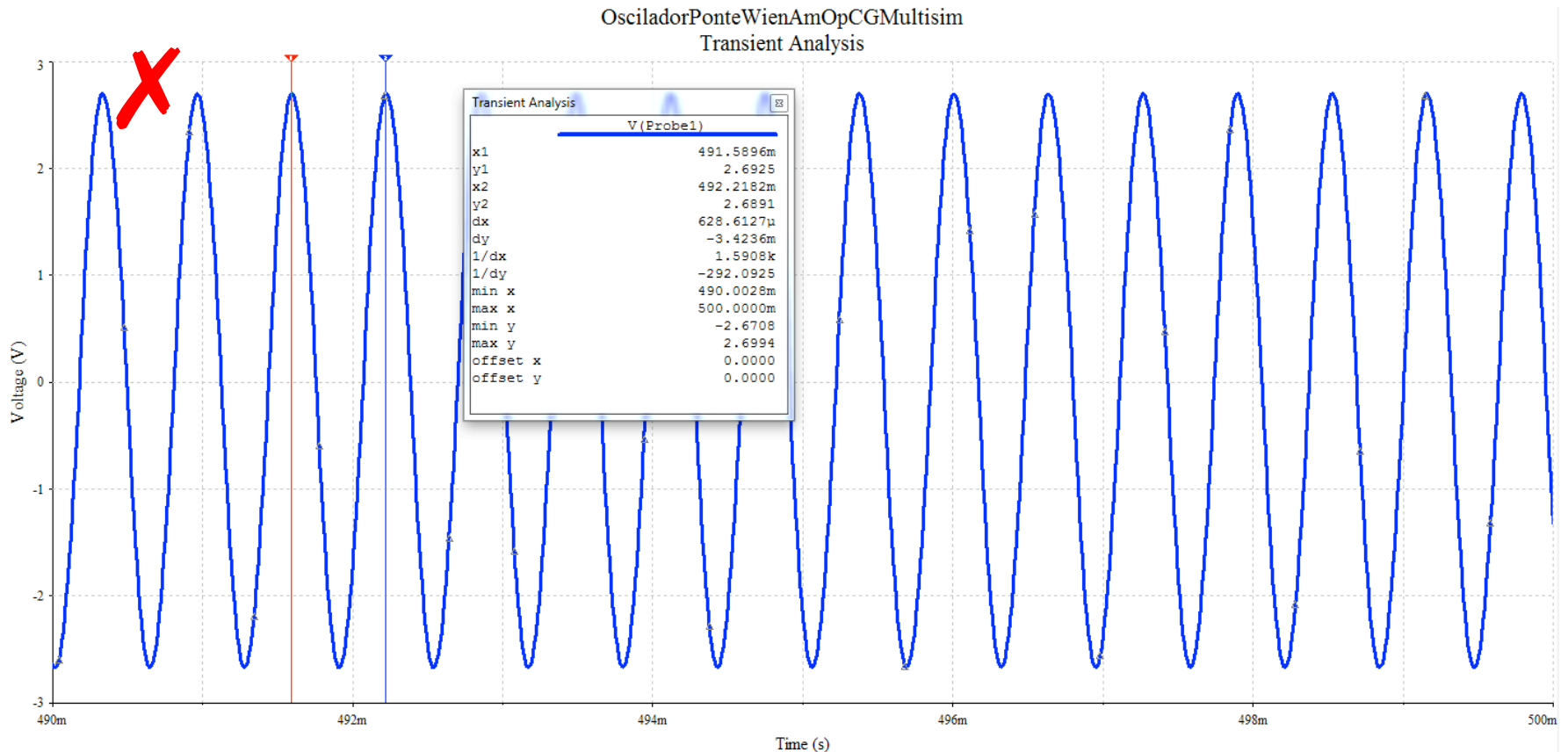
# Controle automático de ganho

## Exemplo de projeto de CAG com diodos semicondutores:



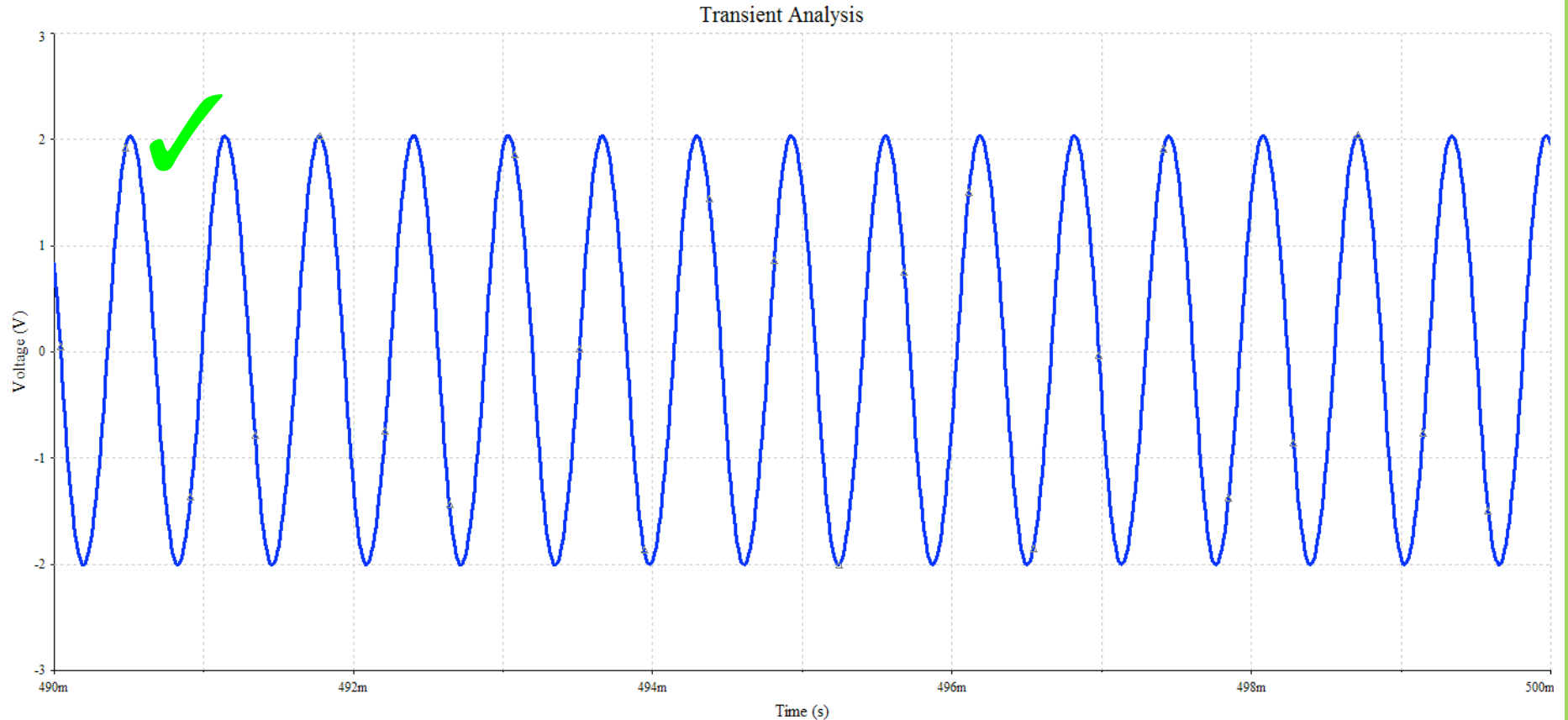
$$R_3 = 50 \text{ k}\Omega @ V_D = 0,72 \quad \text{ou} \quad R_3 = 73 \text{ k}\Omega @ V_D = 0,45$$

## Exemplo de projeto de CAG com diodos semicondutores:



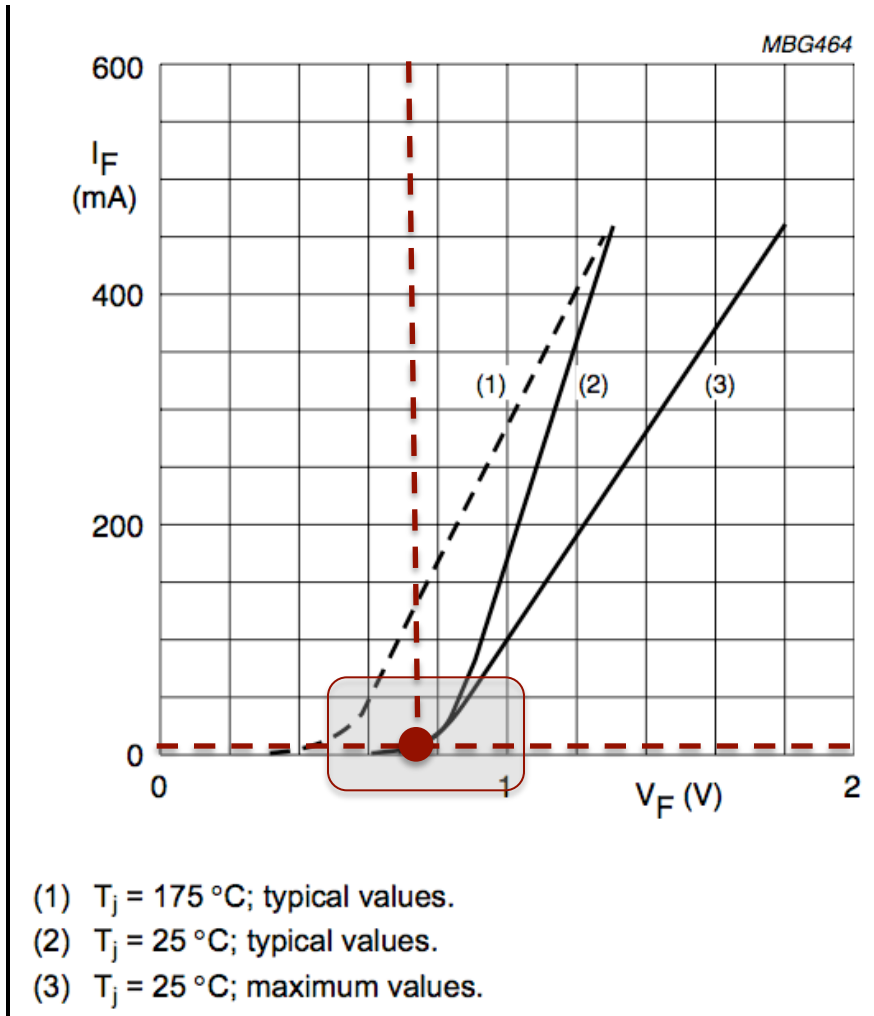
Com  $R_3 = 50 \text{ k}\Omega$  amplitude não está ok!

## Exemplo de projeto de CAG com diodos semicondutores:



Ajustando  $R_3 = 73 \text{ k}\Omega$  amplitude está ok!

## Exemplo de projeto de CAG com diodos semicondutores:



$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot (3 \cdot V_D - 2 \cdot v_o)}{(2 \cdot R_1 - R_2) \cdot v_o}$$

- **Difícil de estimar!**
- **A corrente no diodo é menor que 1 mA.**

$$v_+ = v_- = v_o \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 // R_3} =$$

$$= 2 \cdot \frac{5k}{5k + 11k // 73k} = 0,69V$$

$$i_D = \frac{v_o - v_-}{R_3} = \frac{2 - 0,69}{73k} = 0,018mA$$

## Laboratório de Osciladores com Controle de Ganho.

