



ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

PSI - EPUSP

**PSI 3212**  
**LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**Experiência 03**  
**Comportamento de Componentes Passivos**

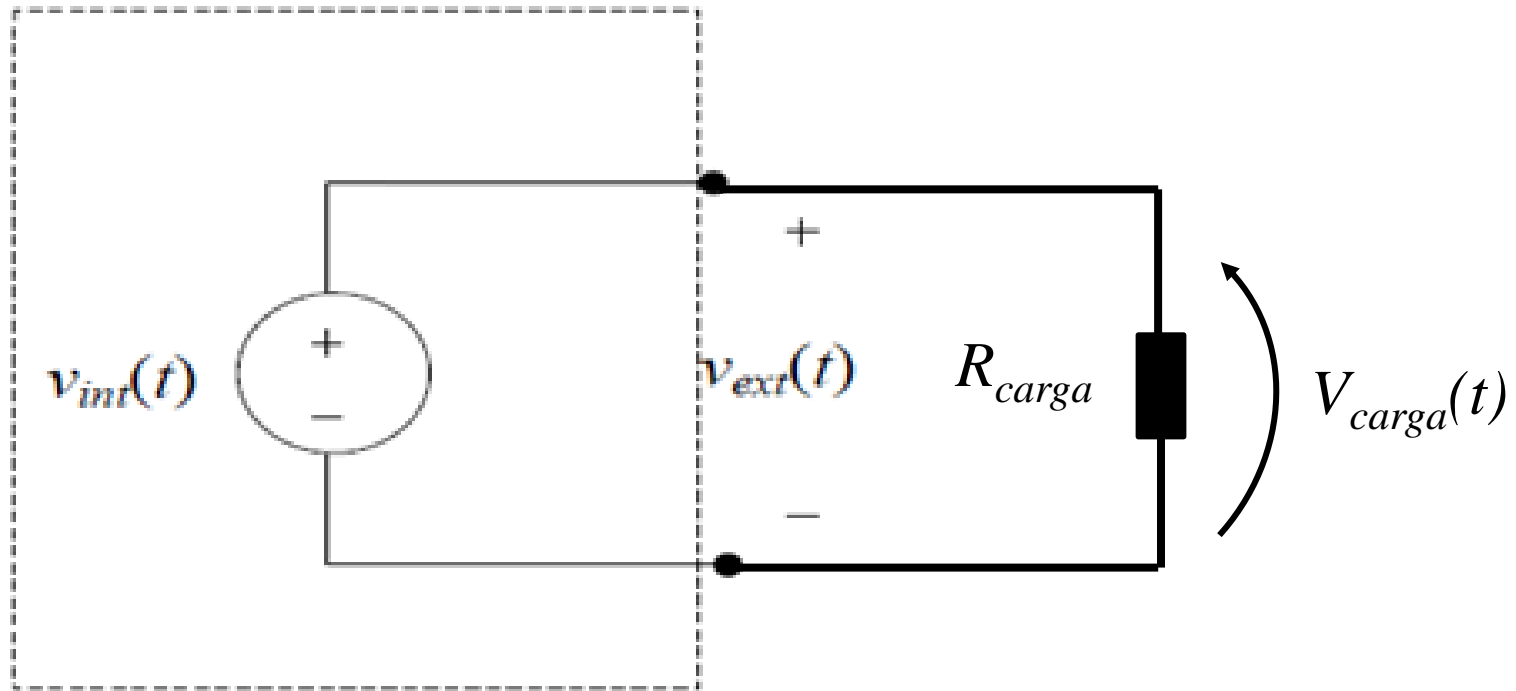
Prof. Dr. Leopoldo R. Yoshioka

Prof. Dr. João F. Justo

# Objetivos da Experiência 03

- Explorar funcionalidades adicionais do osciloscópio.
- Entender o significado dos modos de operação do gerador de funções.
- Analisar o comportamento de circuitos com componentes passivos (resistor e capacitor).
- Observar o comportamento do módulo da impedância (relação  $V/I$ ) de circuitos RC e RL em função da frequência.

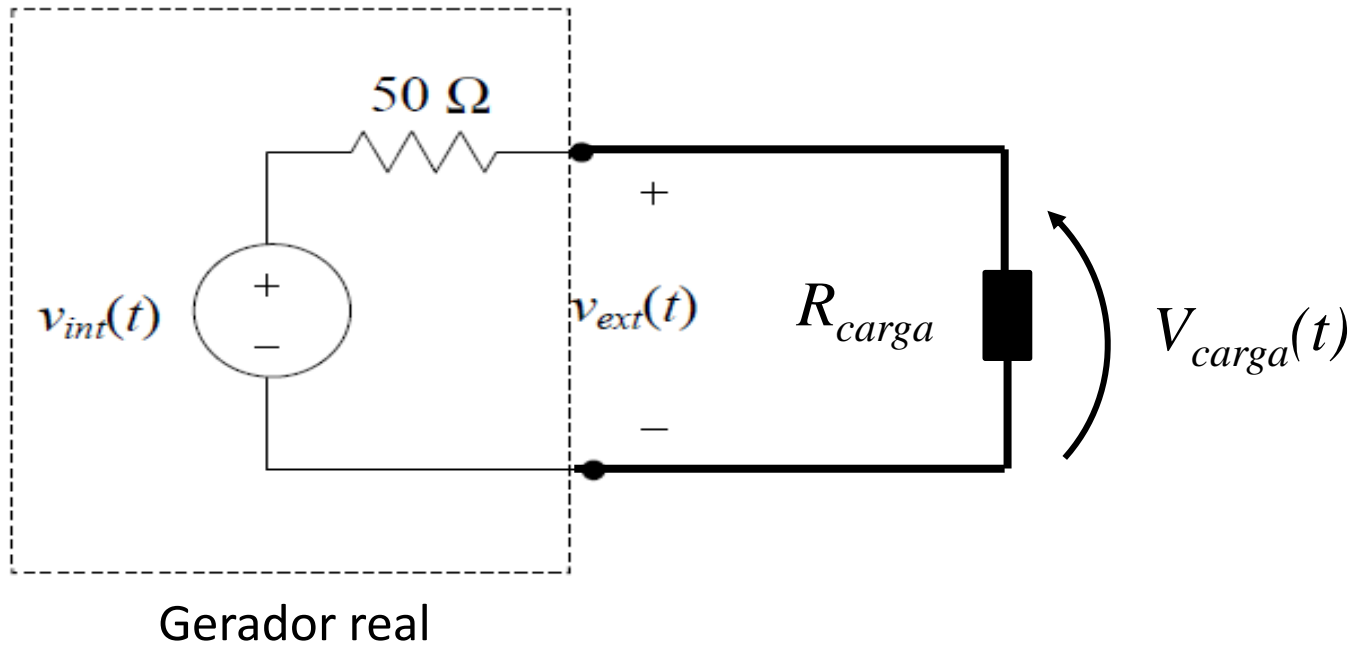
# 1. Gerador de Funções (1/3)



Gerador ideal

$$V_{carga}(t) = V_{ext}(t) = V_{int}(t)$$

# 1. Gerador de Funções (2/3)

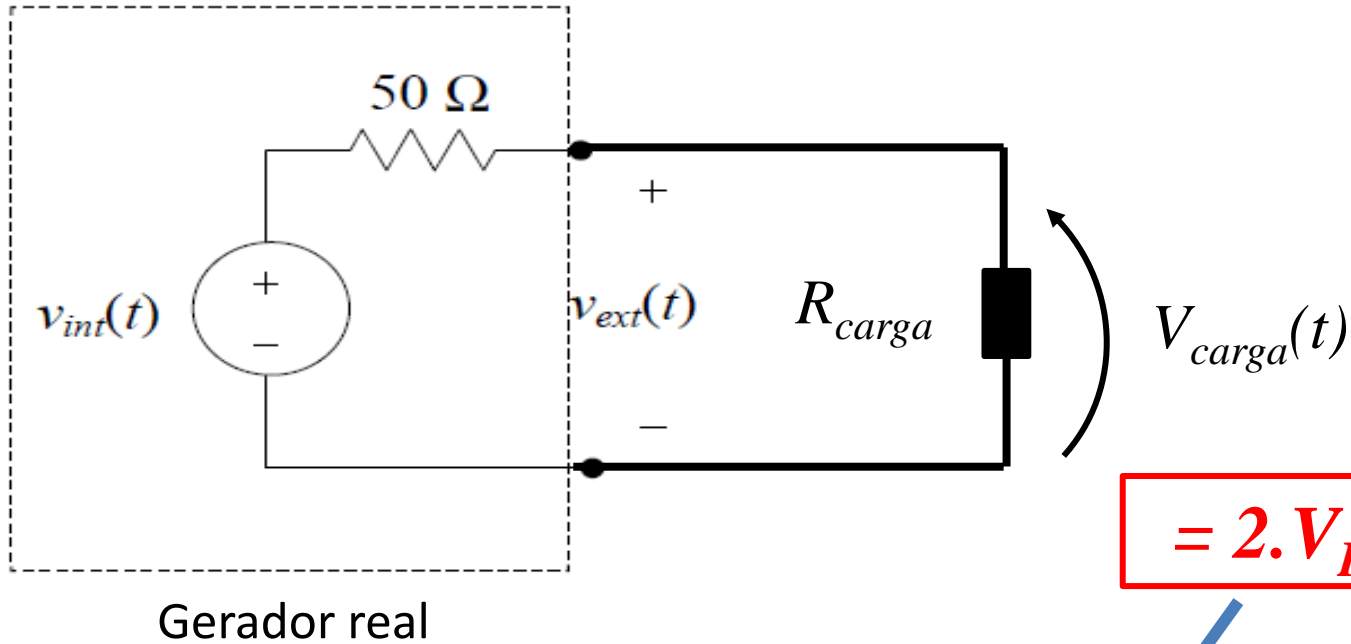


$$V_{carga}(t) = V_{ext}(t) = V_{int}(t) \cdot \left( \frac{R_{carga}}{R_{carga} + 50} \right)$$

$$\text{Se } R_{carga} = 50\Omega \rightarrow V_{carga}(t) = V_{ext}(t) = \frac{V_{int}(t)}{2}$$

$$\text{Se } R_{carga} \gg 50\Omega \rightarrow V_{carga}(t) = V_{ext}(t) \approx V_{int}(t)$$

# 1. Gerador de Funções (3/3)



$$= 2 \cdot V_{DISPLAY}$$

Se  $R_{carga} = 50\ \Omega \rightarrow V_{carga}(t) = V_{ext}(t) = \frac{V_{int}(t)}{2}$  *Modo 50 $\Omega$*

$$= V_{DISPLAY}$$

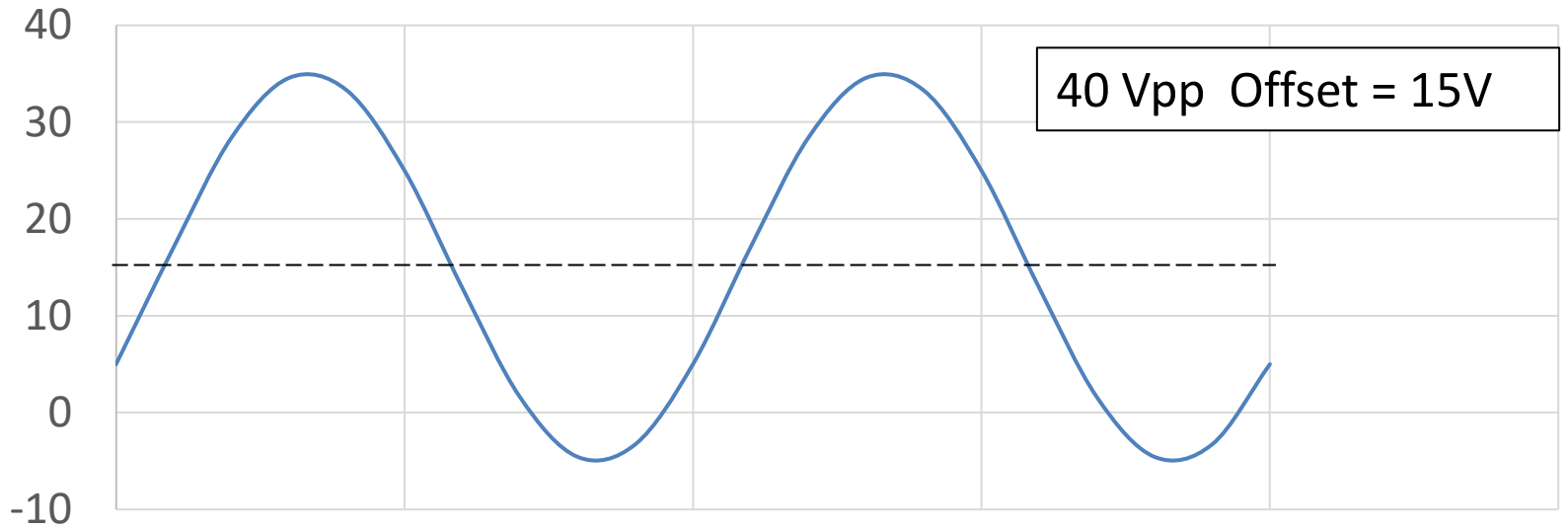
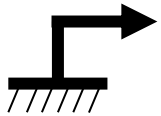
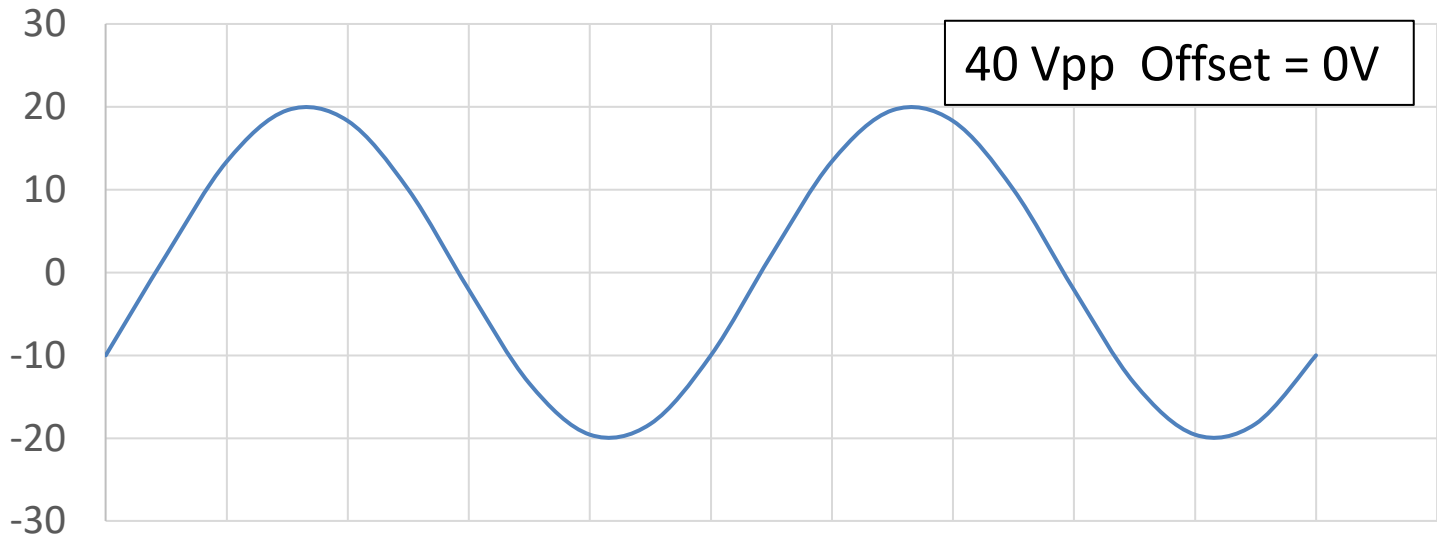
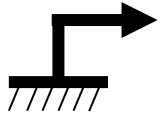
Se  $R_{carga} \gg 50\ \Omega \rightarrow V_{carga}(t) = V_{ext}(t) \approx V_{int}(t)$  *Modo High Z*

## Alerta:

- Nos experimentos do Laboratório de Eletricidade **sempre** utilizaremos o gerador no **modo High Z**.
- Se esquecer de mudar, e deixar o gerador no modo  $50\Omega$ , o resultado das medidas será o **“dobro” dos valores esperados**.

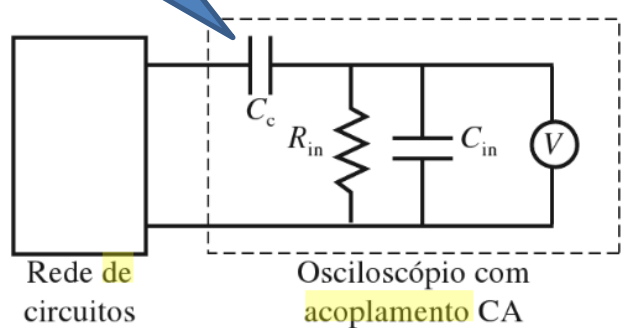
## 2. Acoplamento AC e DC do Osciloscópio

- Se o sinal que queremos medir não tiver “offset” (valor médio nulo), o tipo de acoplamento será indiferente.
- Se o sinal tiver “offset”, então precisaremos escolher o tipo de acoplamento.
  - AC (interesse na variação do sinal)
  - DC (interesse no nível e na variação do sinal)



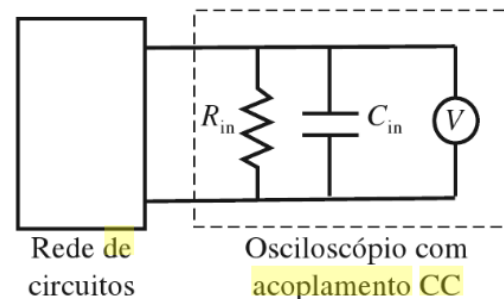


# Acoplamento AC



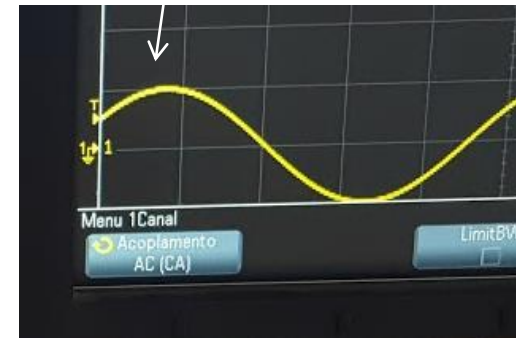
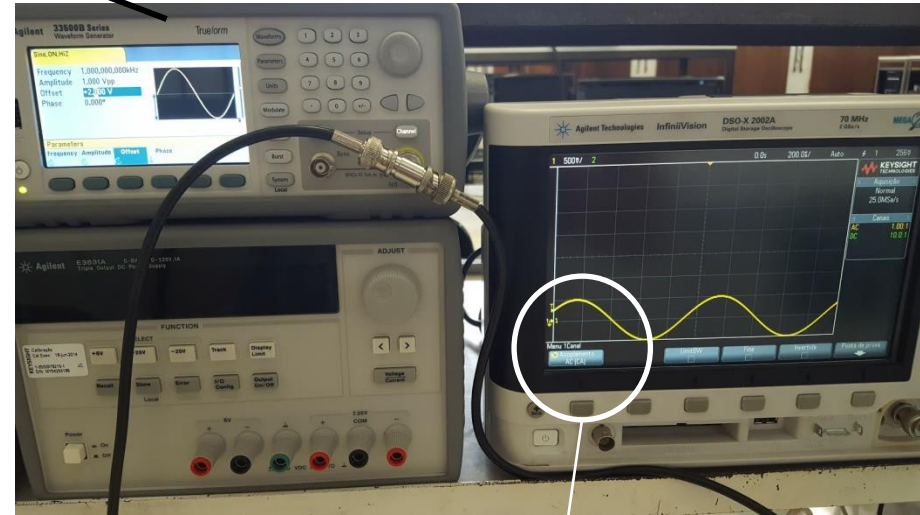
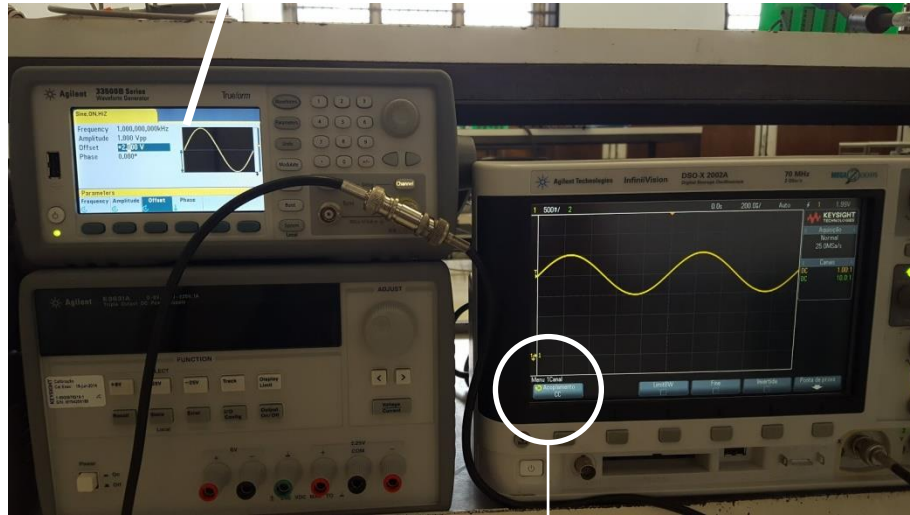
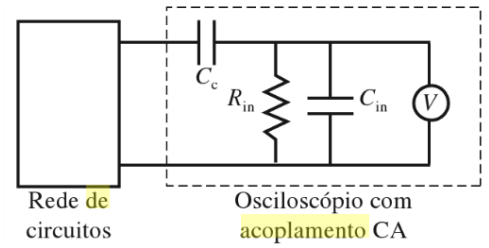
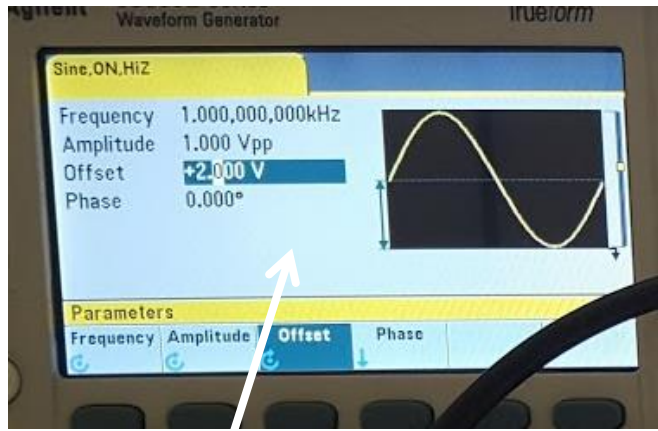
**Sinais contínuos (CC) são bloqueados pelo  $C_c$  (capacitor de acoplamento).**  
**. Observa-se somente o componente alternado do sinal na tela do osciloscópio.**

# Acoplamento CC



**Sinais com componentes contínuo e alternado no tempo são visualizados na tela do osciloscópio.**

# Exemplos de acoplamento CC e AC



# Tensão eficaz ( $V_{ef}$ ou $V_{RMS}$ )

## Osciloscópio

- Em acoplamento **CC** :

$$V_{ef}^2 = V_{CC}^2 + V_{AC}^2$$

(**CC VRMS N Ciclos**)

- Em acoplamento **CA**:

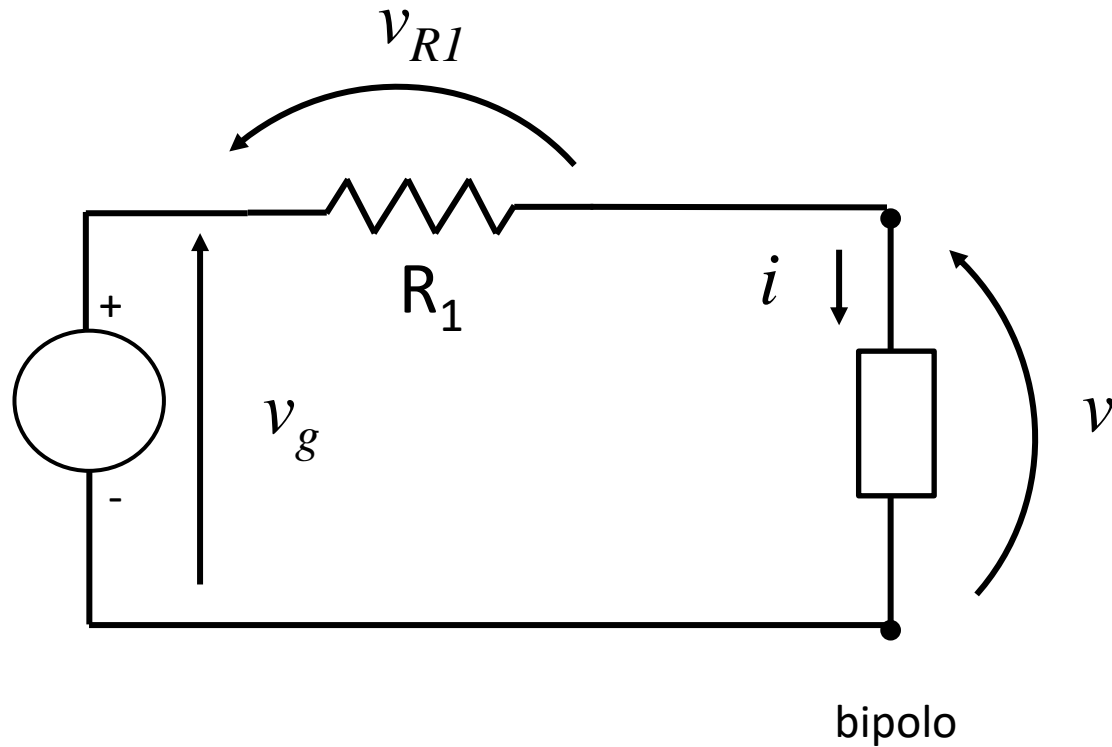
$$V_{ef}^2 = V_{AC}^2$$

(**CA VRMS N ciclos**)

## Multímetro digital

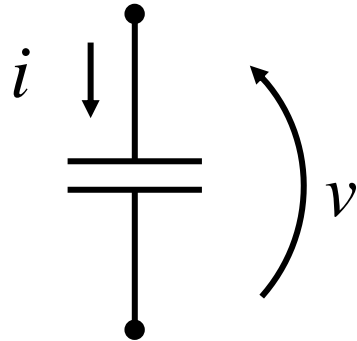
- Lê componente AC **ou**
- Lê componente DC
  
- Cálculo da  $V_{RMS}$  do sinal de onda completa deve ser feito pelo usuário!

## 2. Bipolos passivos



$$i = \frac{v_{R1}}{R_1}$$

## 2. Bipolos passivos - CAPACITOR

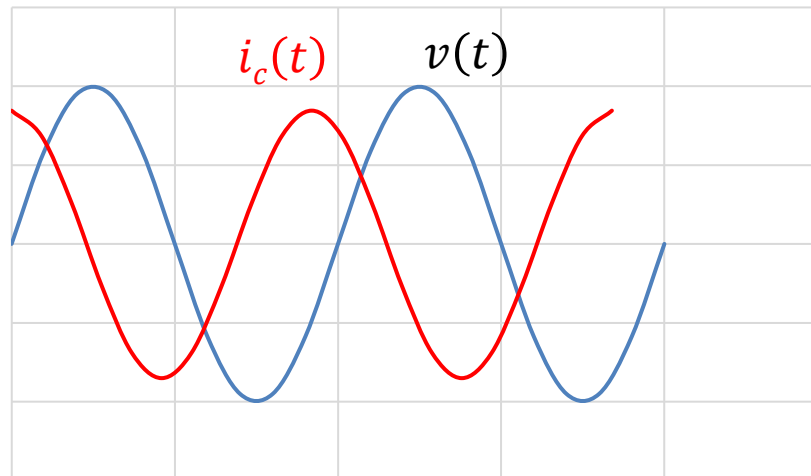


capacitor

$$i_c(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

$$\text{se } v(t) = V \text{sen}(\omega t)$$

$$i_c(t) = C.V.\omega.\cos(\omega t) = C.V.\omega.\text{sen}(\omega t + 90^\circ)$$



$$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{1}{\omega.C}$$

**Corrente adiantado de 90° em relação à tensão**

# Quadro resumo

- **Resistência**

$$v(t) = R \cdot i(t)$$

$$P_R = V_{ef} \cdot I_{ef}$$

Relação Constitutiva

$$V_R/I_R: \mathbf{R (\Omega)}$$

$i(t)$  e  $v(t)$  estão em fase

- **Capacitor**

$$i_C(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

$$P_C = 0$$

Relação Constitutiva

$$V_C/I_C: \mathbf{Z_C (\Omega)}$$

$$X_C = \mathbf{1/\omega C}$$

$i(t)$  e  $v(t)$  defasados de  $90^\circ$

- **Indutor**

$$v_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

$$P_L = 0$$

Relação Constitutiva

$$V_L/I_L: \mathbf{Z_L (\Omega)}$$

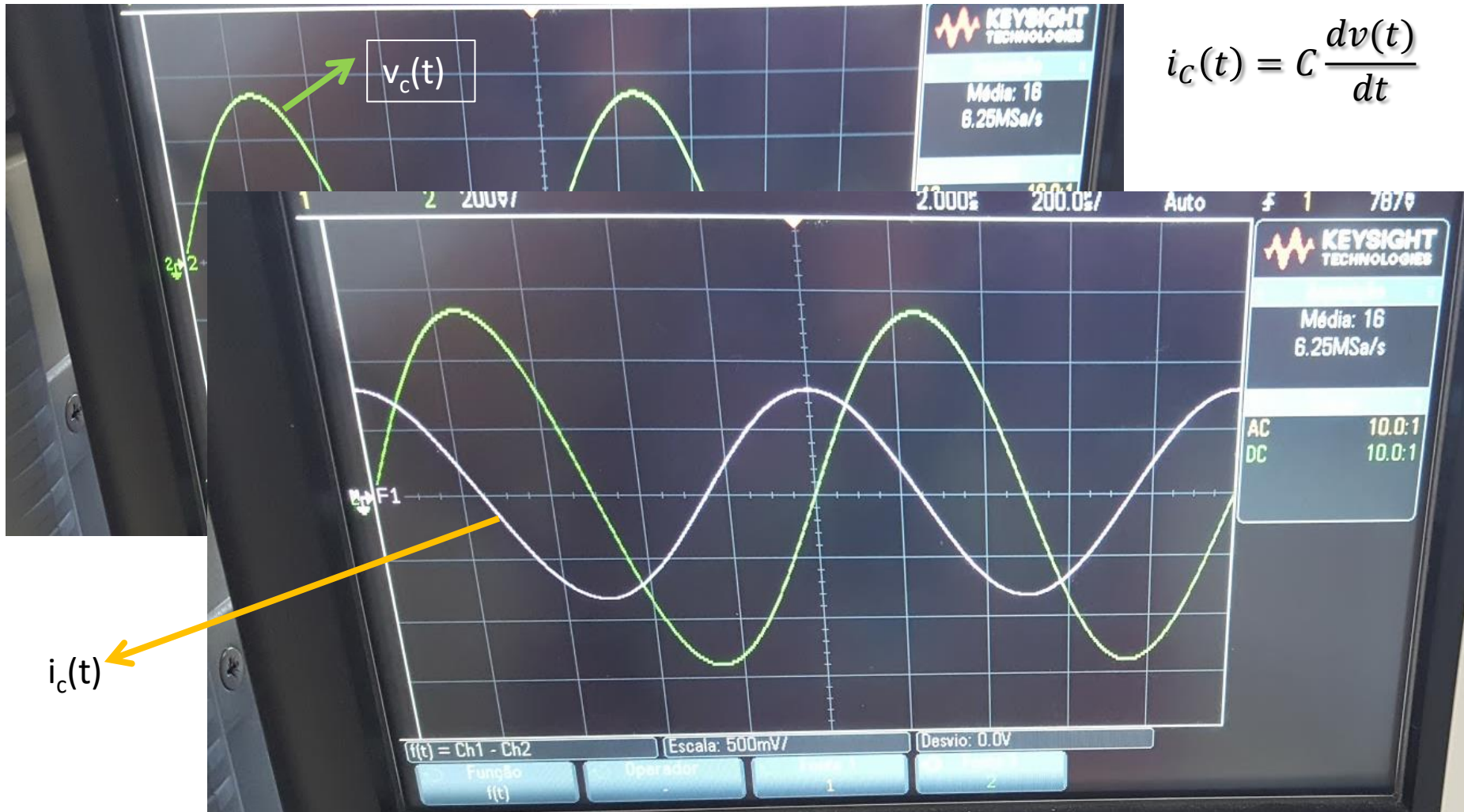
$$X_L = \mathbf{\omega L}$$

$v(t)$  e  $i(t)$  defasados de  $90^\circ$

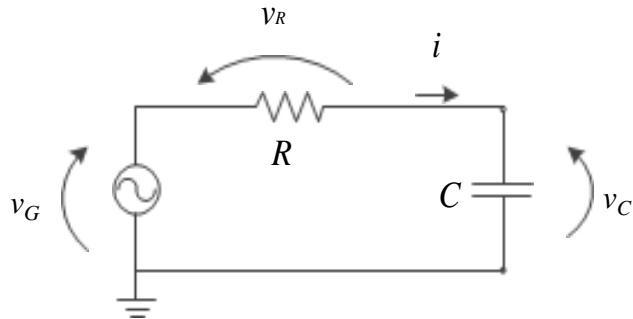


# Exemplo de tensão e corrente no capacitor

$$i_C(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

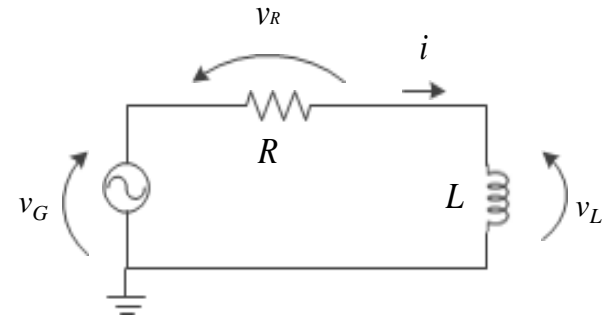


# Reatâncias Capacitiva e Indutiva



$$X_C = 1/\omega C$$

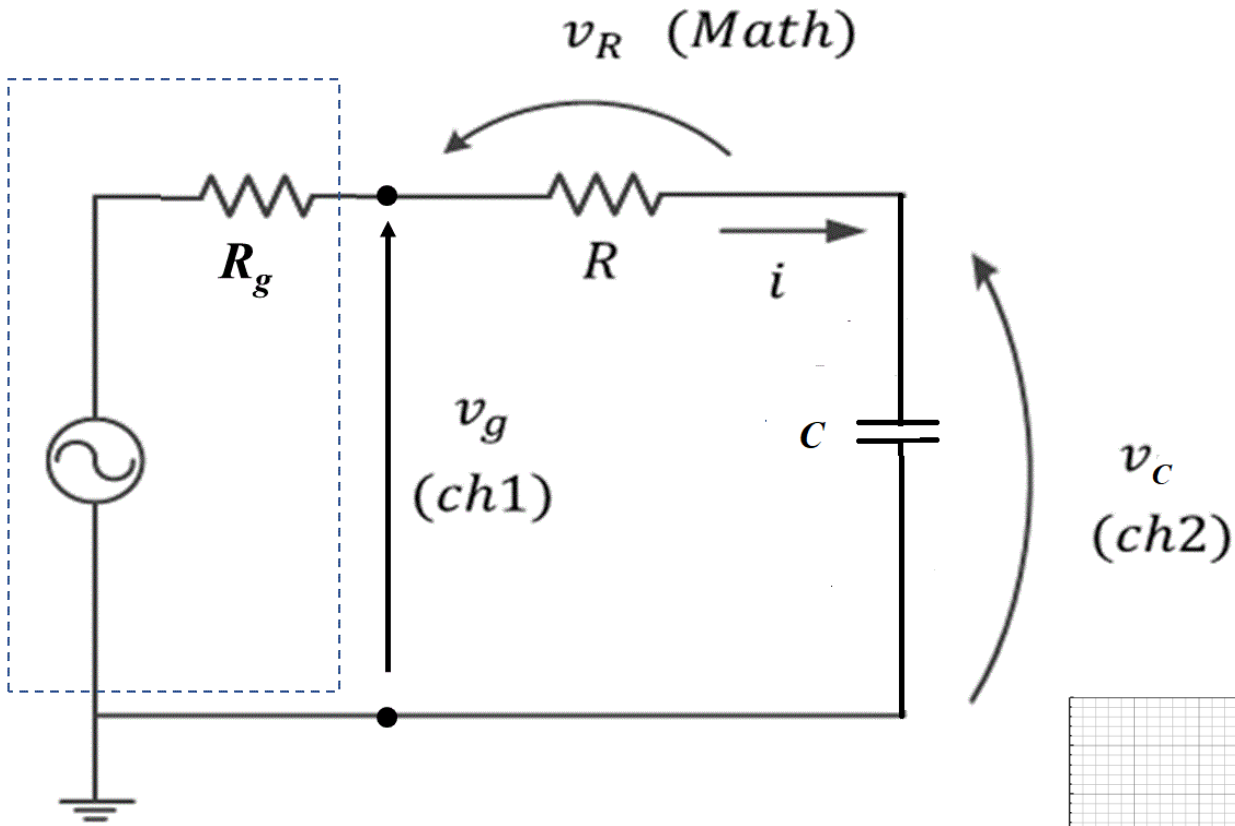
- $\omega \rightarrow 0$ ,  $X_C \gg R$ ,  $v_C = ?$
- $\omega \rightarrow \infty$ ,  $X_C \ll R$ ,  $v_C = ?$
- $\omega \rightarrow 1/RC$ ,  $X_C = R$ ,  $v_C = ?$



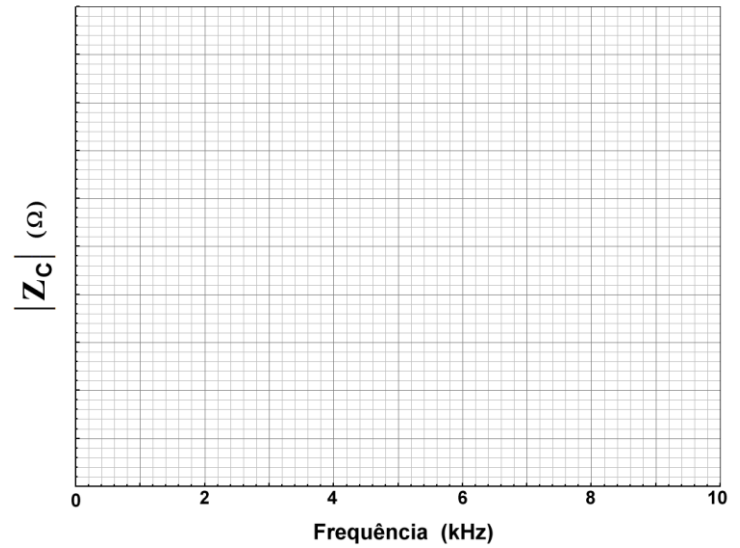
$$X_L = \omega L$$

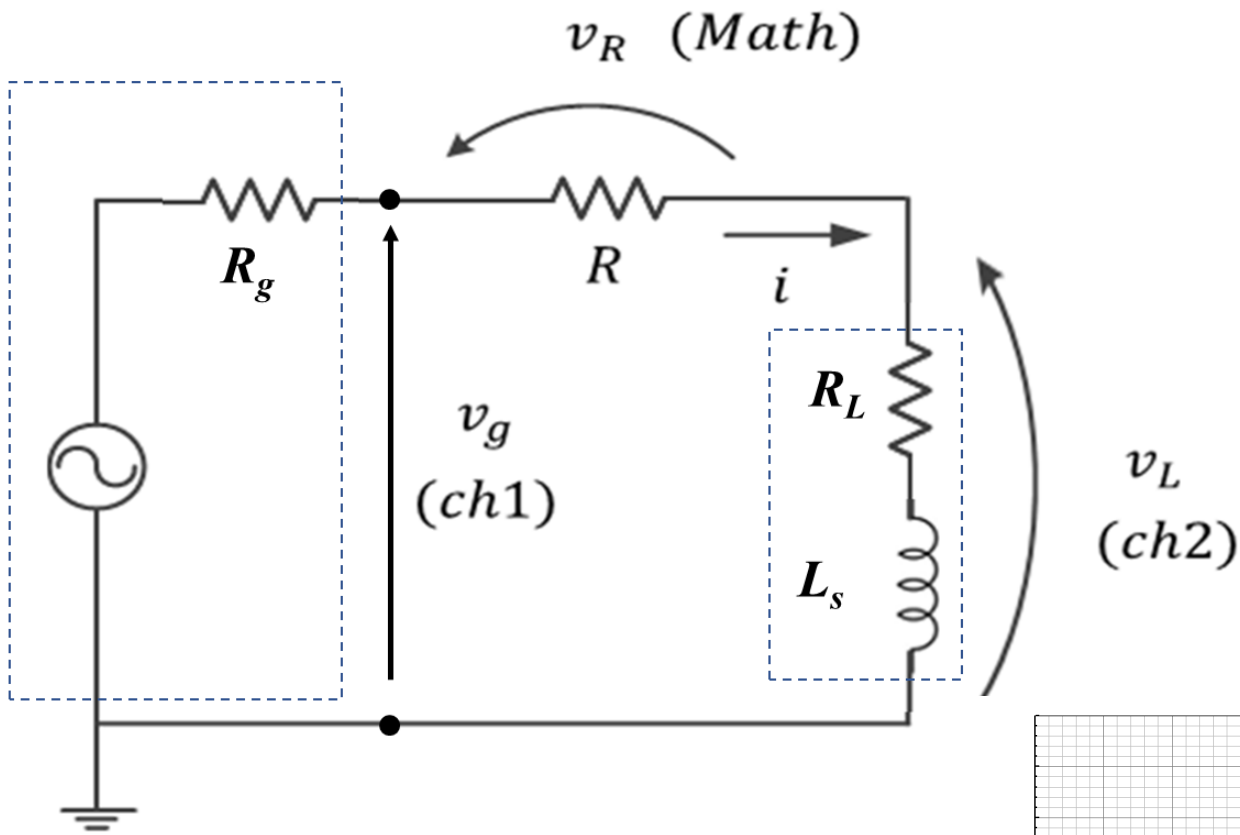
- $\omega \rightarrow 0$ ,  $X_L \ll R$ ,  $v_L = ?$
- $\omega \rightarrow \infty$ ,  $X_L \gg R$ ,  $v_L = ?$
- $\omega \rightarrow R/L$ ,  $X_L = R$ ,  $v_L = ?$





$$|Z_C| = \frac{V_C}{I}$$





$$|Z_L| = \frac{V_L}{I}$$

