

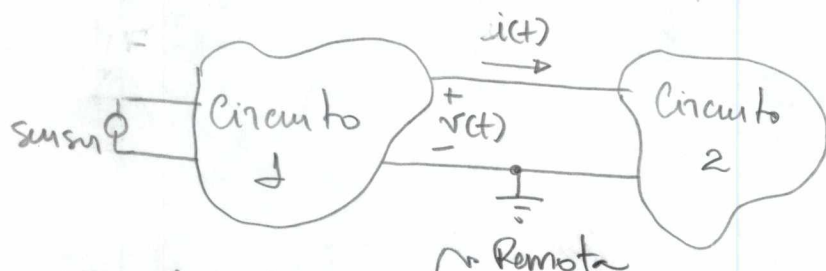
## I - Circuitos Introdutórios

### 1. Sinais elétricos e modelos

Formas comuns de transmissões de informações :

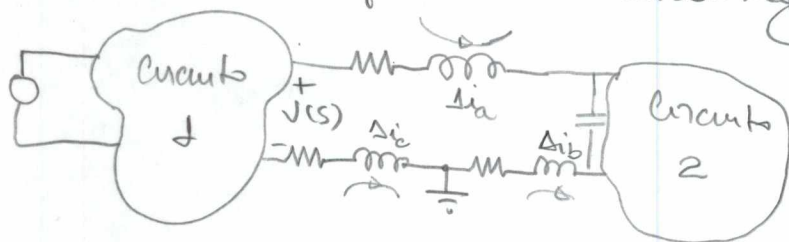
$\left\{ \begin{array}{l} \text{corrente} \\ \text{tensão} \end{array} \right.$

Ideal: Medição Remota de temperatura.



$$V(t) = \eta \cdot T \quad \rightarrow \text{temperatura}$$

Real: Medição de temperatura próximo a fontes de interferência eletromagnética. (e.g. motor de indução)



$$V(s) = \eta \cdot T \cdot \frac{a}{s+a} + b$$

$\uparrow$   
Polarização

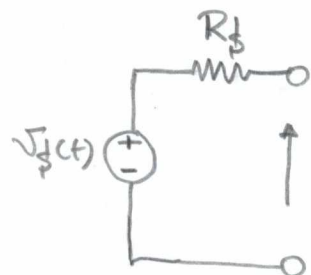
O uso de modelos ideais permite uma análise (ou síntese) qualitativa de circuitos. Em alguns casos, componentes de pouca influência de seus parâmetros sobre o circuito podem ser dimensionados. Modelos aproximados são usados quando uma análise quantitativa se faz necessária, levando ao dimensionamento dos componentes.

Sinal:  $V_A(t) = V_A + v_a(t)$

$\rightarrow$  componente CA  
 $\hookleftarrow$  componente CC

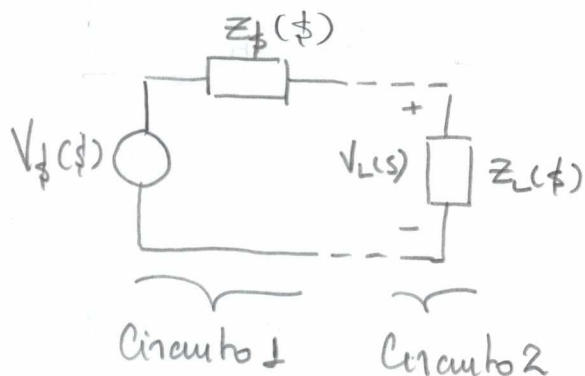
## 2. Fontes de sinal

### 2.1. Fontes de sinal sob forma de tensão



Fonte ideal:  $R_f = 0$

$\Rightarrow$  Forma de Thévenin ( $R_f$  pequeno)



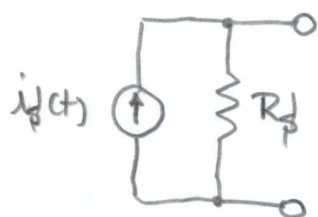
$Z_f(s)$ : Impedância de saída do circuito 1

$V_f(s)$ : Tensão de circuito aberto da saída do circuito 1

$Z_L(s)$ : Impedância de entrada do circuito 2.

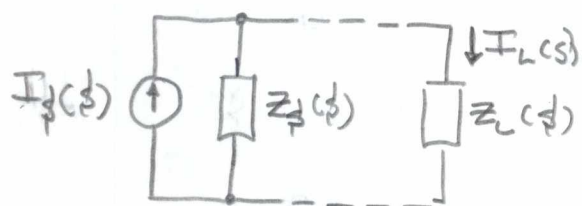
$$V_L(s) = \frac{Z_L(s)}{Z_L(s) + Z_f(s)} \cdot V_f(s)$$

### 2.2. Fontes de sinal sob forma de corrente



Fonte ideal:  $R_f = \infty$

$\Rightarrow$  Forma de Norton ( $R_f$  grande)

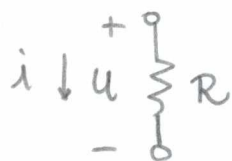


$I_s(s)$ : Corrente de curto-circuito do circuito 1

$$I(s) = \frac{Z_f(s)}{Z_L(s) + Z_s(s)} \cdot I_f(s)$$

### 3. Componentes básicos

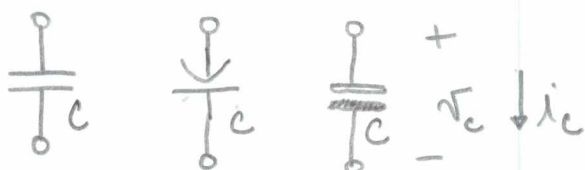
#### 3.1. Resistores



$$R = \frac{U}{i}, \quad P = \frac{U^2}{R} = R \cdot I^2, \quad R = R_0 \cdot (1 \pm \delta)$$

Dimensionamento: R, P e  $\delta$   $Z(\phi) = R$

#### 3.2. Capacitores

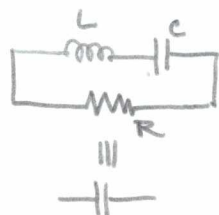


$$i_c(t) = C \cdot \frac{dV_c(t)}{dt}$$

$$Z(\phi) = 1/\phi C$$

Tipos: cerâmica, poliéster, eletrolítico, tântalo

Modelo real:

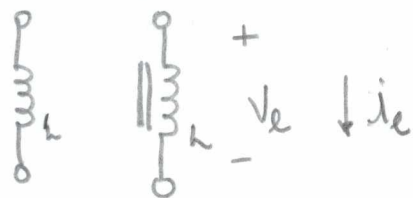


menor L: tântalo (mais caro)

Em circuitos reais:

- O capacitor tende a não permitir variações de tensão em seus terminais
- $\omega \uparrow \rightarrow \infty \Rightarrow Z(s) \rightarrow 0$  (curto-circuito)
- $\omega \rightarrow 0 \Rightarrow Z(s) \rightarrow \infty$  (aberto)

#### 3.3. Indutores



$$V_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$Z(\phi) = \phi L$$

Em circuitos reais:

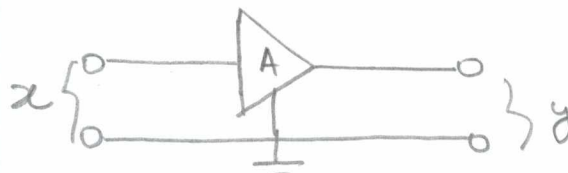
- O indutor tende a não permitir variações de corrente em seus terminais
- $\omega \uparrow \rightarrow \infty \Rightarrow Z(s) \rightarrow \infty$  (aberto)
- $\omega \rightarrow 0 \Rightarrow Z(s) \rightarrow 0$  (curto-circuito)

# 4. Amplificadores

## 4.1 Simbologia



Simbolo Genérico



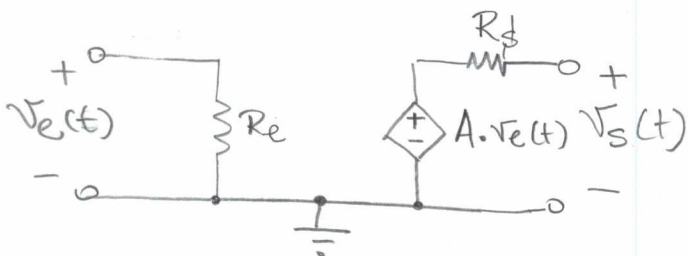
Simbolo c/ massa comum

$$y(t) = A \cdot x(t)$$

↳ Ganho } de tensão  
              } de corrente  
              } de potência

## 4.2 Modelos

### Amplificador de tensão:

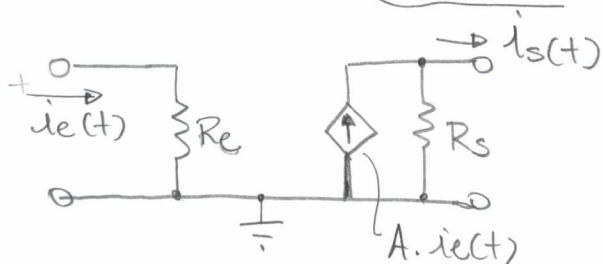


A: Ganho de tensão em circuito aberto (V/V)

Procura-se ter:

$R_e$  alto /  $R_d$  baixo

### Amplificador de corrente:

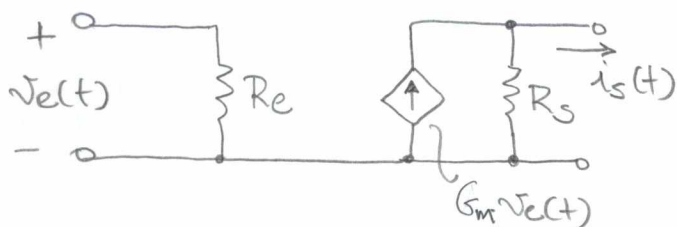


A: Ganho de corrente  
c/ a saída em curto-circuito (A/A)

Procura-se ter:

$R_e$  baixo /  $R_d$  alto

### Amplificador de transcondutância:

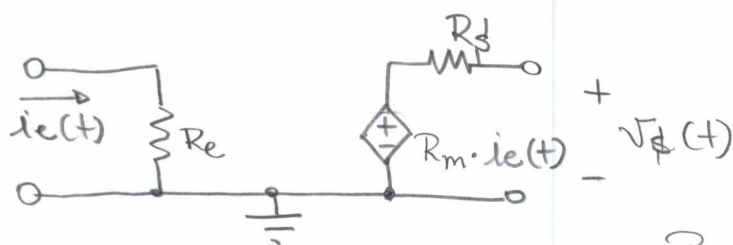


$G_m$ : Transcondutância em  
circuito aberto (A/V)

Procura-se ter:

$R_e$  alto /  $R_s$  alto

## Amplificador de transcondutância:



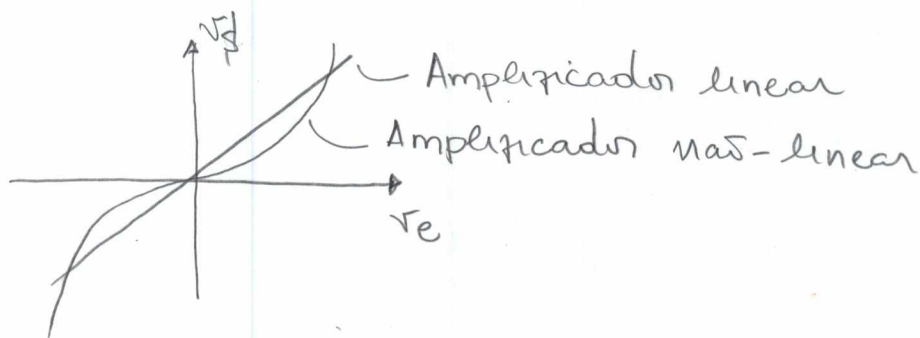
$R_m$ : Transcondutância em corrente aberto

Procure-se ter:

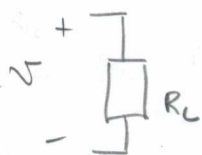
$R_e$  baixo /  $R_d$  baixo

### 4.3. Características

Ganho:



Relação entre eles:



com  $v = v_1 \rightarrow P = P_1 = v_1^2 / R_L$

$v = v_2 \rightarrow P = P_2 = v_2^2 / R_L$   
 $A = \frac{v_2}{v_1}$

$A_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = A^2$

$A_{dB} = A_{p,dB}$

Ganho de potência:

$A_p = \frac{P_d}{P_e} \rightarrow$  Potência de saída c/ carga  
 $P_e \rightarrow$  " " entrada

$P_d = v_d \cdot i_d$  ,  $P_e = v_e \cdot i_e$

Ganhos em Decibéis:

P/ Ganho de tensão e de corrente:

$A_{dB} = 20 \cdot \log |A|$

P/ Ganho de potência:

$A_{p,dB} = 10 \cdot \log A_p$

E dBm (Resposta)

$A = \frac{v}{v^*}$  com  $v^*$

sendo a voltagem com



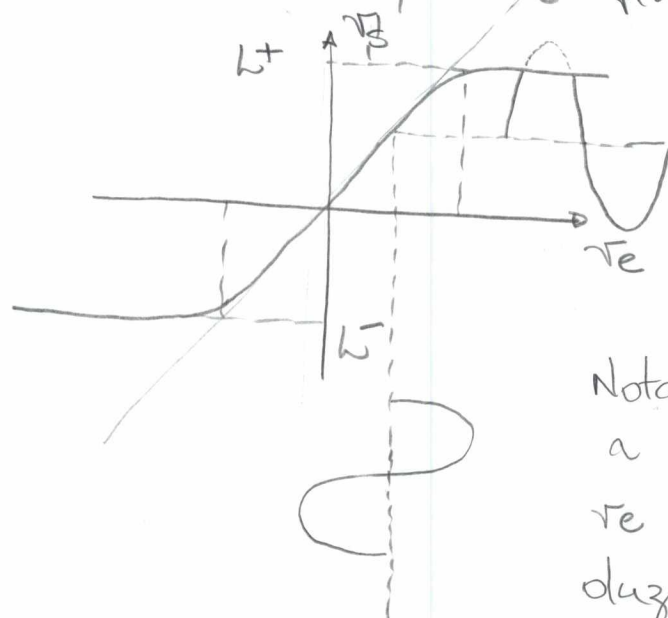
(6)

Atenuação :  $|A| < 1 \Rightarrow A_{dB} < 0$

Buffer :  $|A| = 1 \Rightarrow A_{dB} = 0$

### Naõ-linearidades:

"Todo amplificador é naõ-linear, mesmo porque a alimentação é finita"

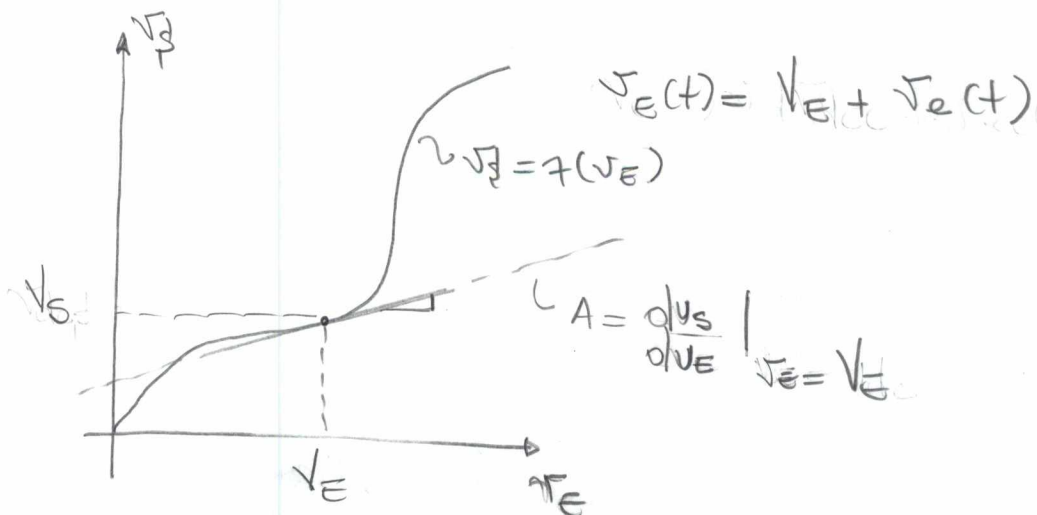


Região de linearidade:

$$\frac{L^-}{A} \leq v_e \leq \frac{L^+}{A}$$

Nota: Começar desenhando a curva linear e os sinais  $v_e$  e  $v_s$ . Logo após, introduzir as saturações e o efeito delas no sinal.

### Análise de pequenos sinais:



Supondo  $v_e(t) = \alpha \cdot \sin(\omega t)$ .

Somente p/  $\alpha$  "pequeno":

$$v_o(t) \approx f(V_E + \alpha \sin(\omega t))$$

$$= f(V_E) + A \cdot \alpha \cdot \sin(\omega t)$$