



---

# **Eng. Mecatronica, Mecanica e computação**

**Gerador CC**

**Prof. Msc. Alexsandro M. Carneiro**

**[www.ucdb.br/docentes/alexsandro](http://www.ucdb.br/docentes/alexsandro)**

**Eng. Mecatronica, Mecanica e Computação**

**2010**

---



# Tópicos Abordados

1. Equação da Reta
  2. Gerador CC:
    - Definição de gerador
    - Gerador Ideal
    - Gerador Real
    - Curva Característica
    - Max. Transferência de potência
-

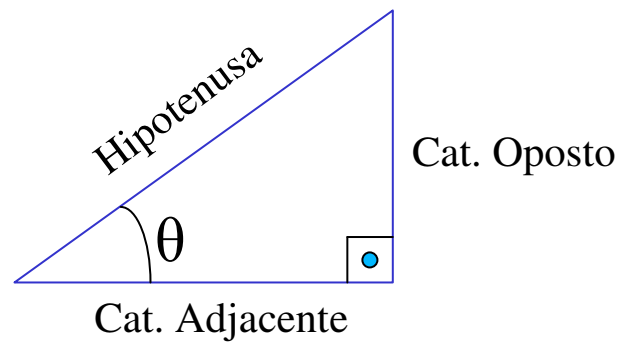
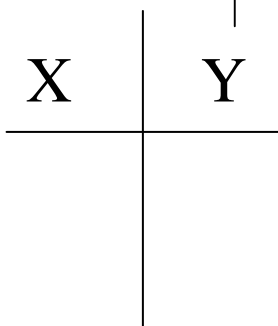
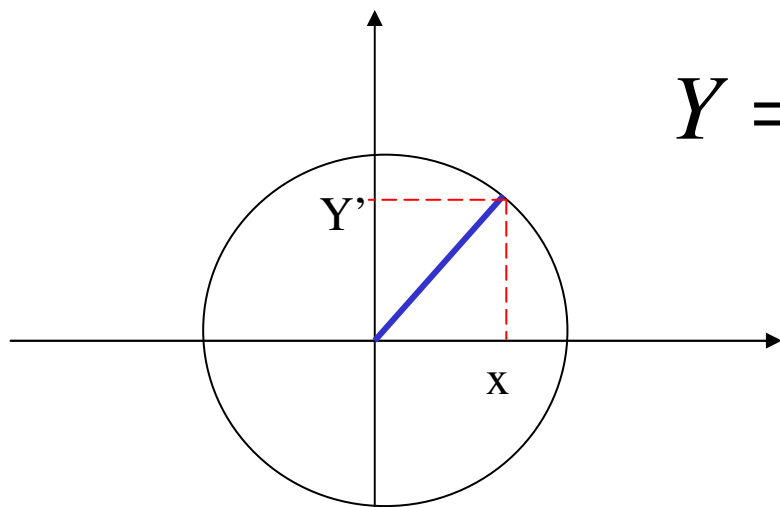


# Reta

$$Y = ax + b$$

Inclinação

Ordenada



$$Tg = \frac{OP}{ADJ} = \frac{\textit{seno}}{\textit{cos eno}}$$

$$Sn = \frac{OP}{Hip}$$

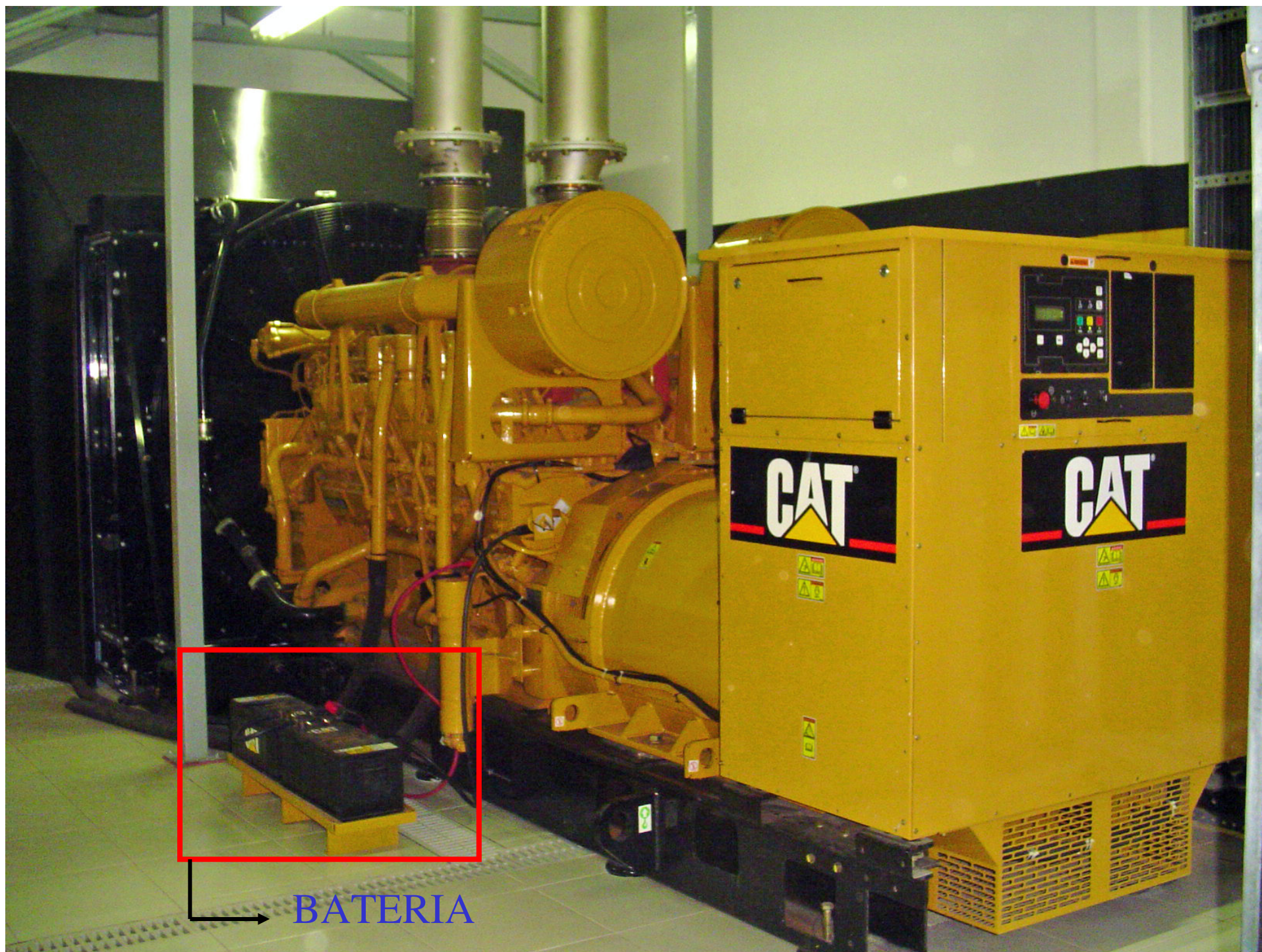
$$Cos = \frac{ADJ}{Hip}$$



# Definição


- Dispositivos que convertem algum tipo de energia em energia elétrica.
    - Química em Elétrica
      - Pilhas
    - Mecânica em Elétrica
      - Grupo gerador
-

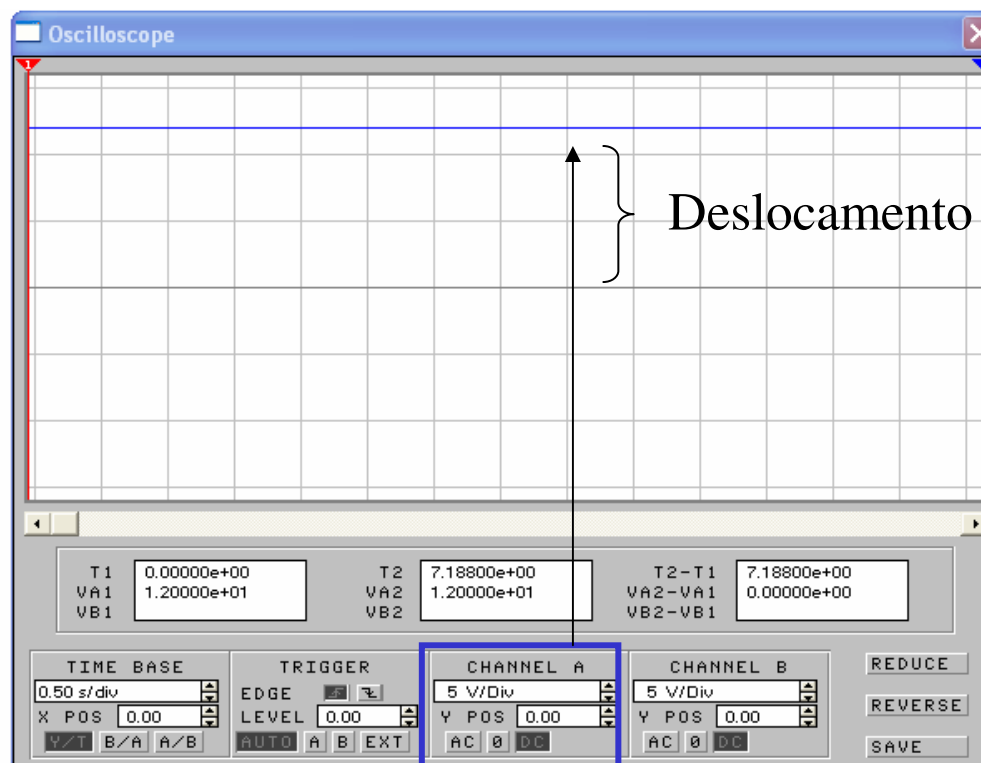
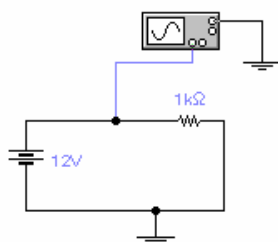




# Opções: V(v)

- Fonte DC(Contínua)

 12V  $\longrightarrow$  Valor fixo

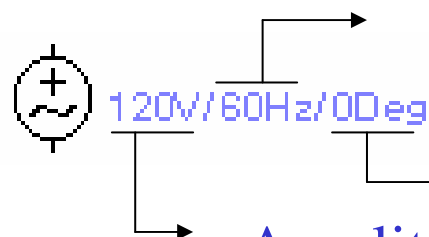


Deslocamento DC

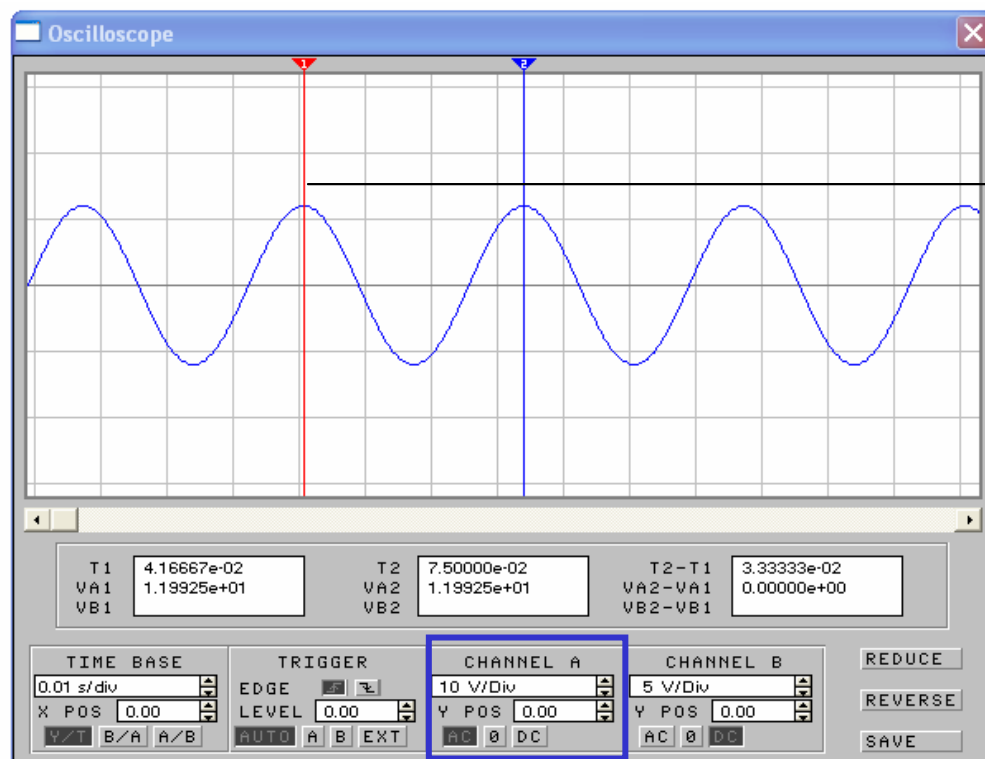
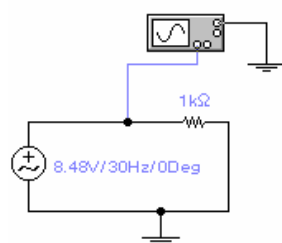


# Opções V(v)

- Fonte AC(alternada)



Amplitude(v)  
Ângulo de fase



12 V<sub>pico</sub>



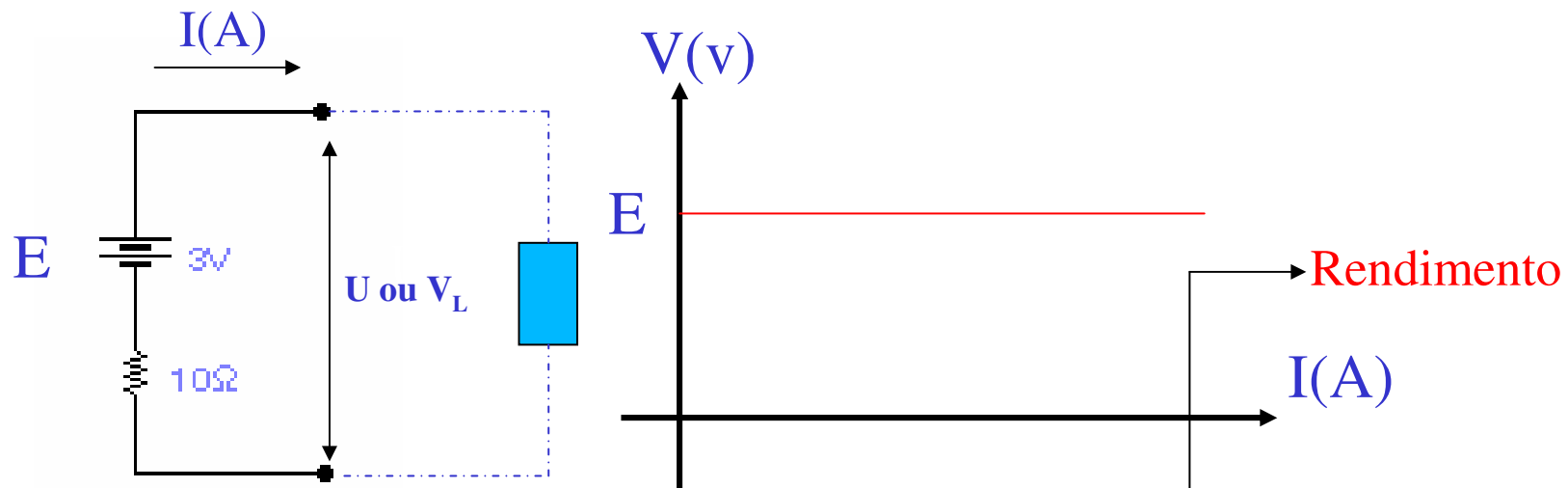
# Geradores

- Classificação:
    - Tensão (V)
    - Corrente (I)
  - **Para conhece-los precisamos:**
    1. Definir o modelo de Gerador Ideal
    2. Impor as condições para que o mundo real aproxime-se do ideal.
-



# Ger. Tensão Ideal

- Fornece sempre o mesmo valor

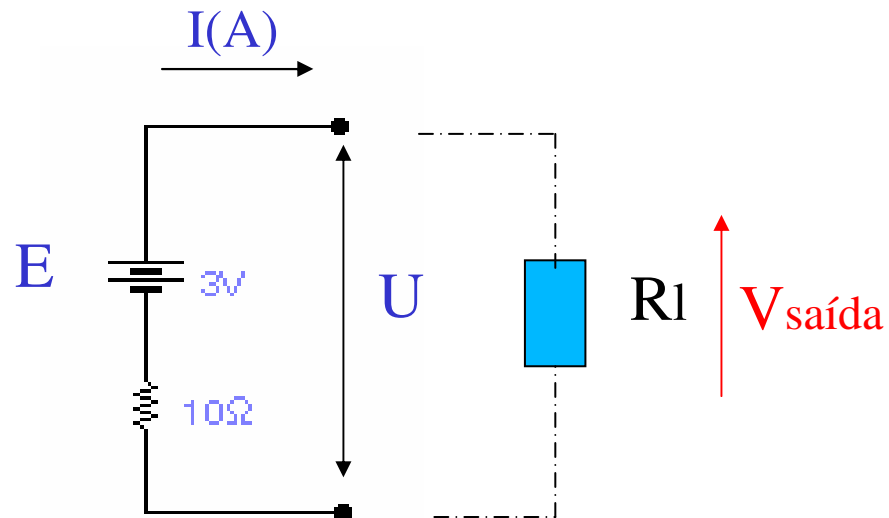


- $E$ : F.E.M(força eletro Motriz) do gerador
- **Pelo gráfico**, qualquer que seja  $I(A)$  que está percorrendo entre os pólos de  $E$ , a tensão é a mesma.

- $\eta = (P_e)/P_m = 100\%$
- $P_m = E * I$
- $P_e = U * I$



# Ger. Ideal



Pot elétrica  
Fornecida ao circ.  
Externo.

$$P_e = U * I$$

$$P_m = E * I$$

Pot do gerador( faz o ger.  
funcionar, sua origem  
não é elétrica.

Logo rendimento significa  $\eta = \frac{P_e}{P_m} * 100$



# Gerador Ideal

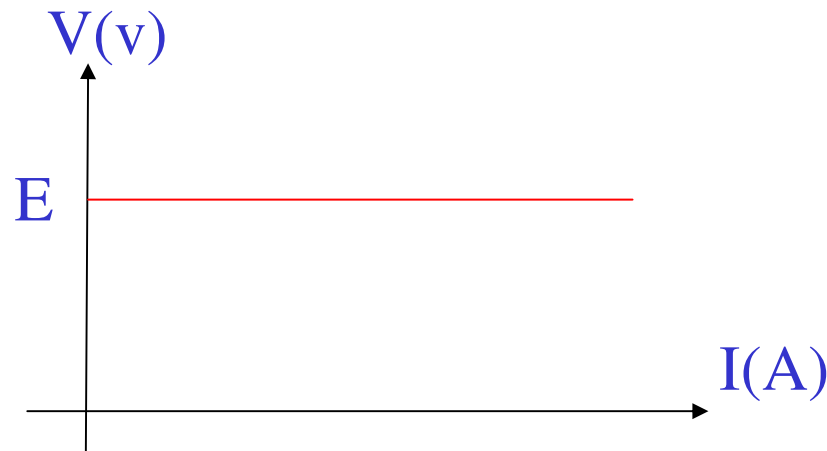
---



# Ger. Ideal

- **Características:**

1.  $\eta=1=100\%$ , sem perdas
2. A  $R_{int}$  não rouba nada de  $V(v)$  a ser enviada para carga
3. Gráfico perfeito para qualquer  $I(A)$





# Gerador Real

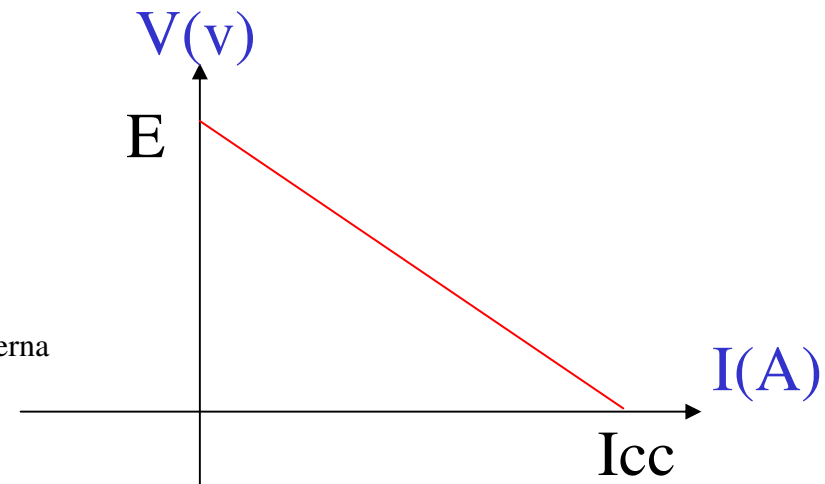
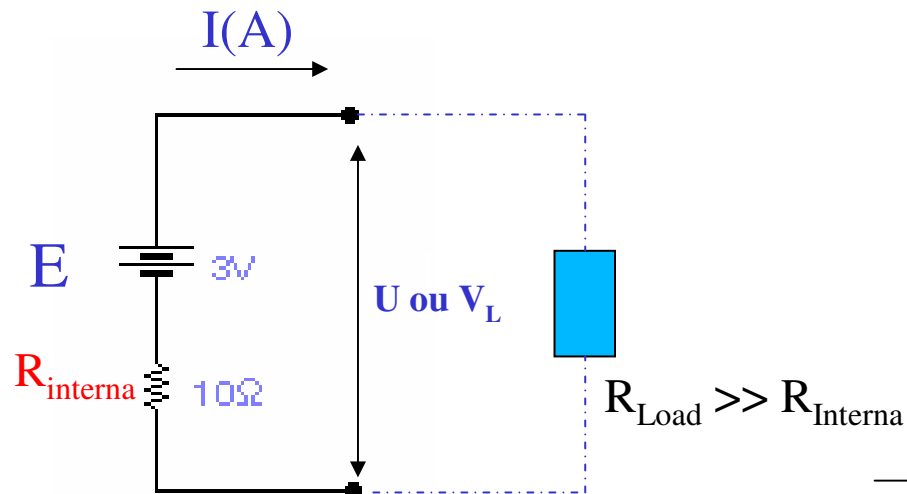


# Ger. real

- Características:**

1. Apresenta perdas ( $\eta < 1$ )

- Possui uma resistência interna (dissipação)
- A  $I(A)$  que percorre o circ. vai alterar a  $V_r$ .

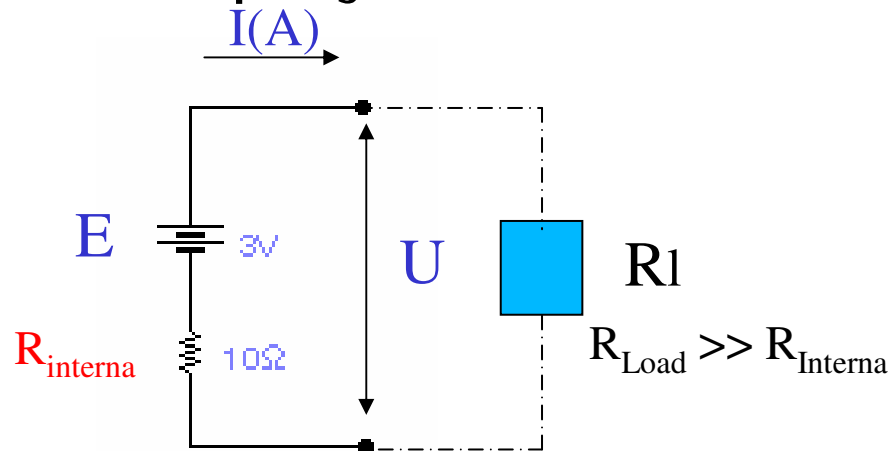






# Ger. real

- **Características:**
  - Curva característica do gerador (gráfico)
  - Resistência interna de uma pilha:
    - $R_{\text{Interna}} = R_{\text{eletrodo}} + \text{Pasta eletrolítica}$
  - Equação



$$U = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

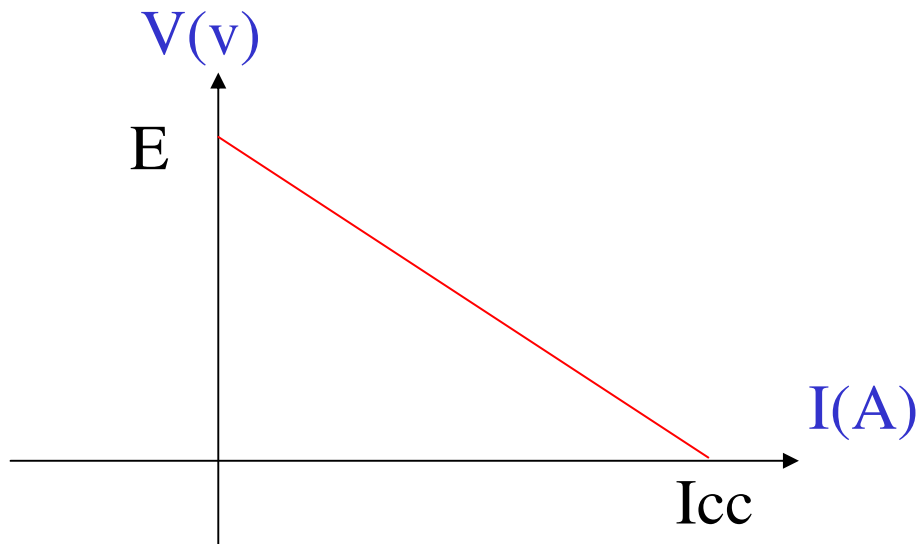
F. E. M.

Queda no Gerador



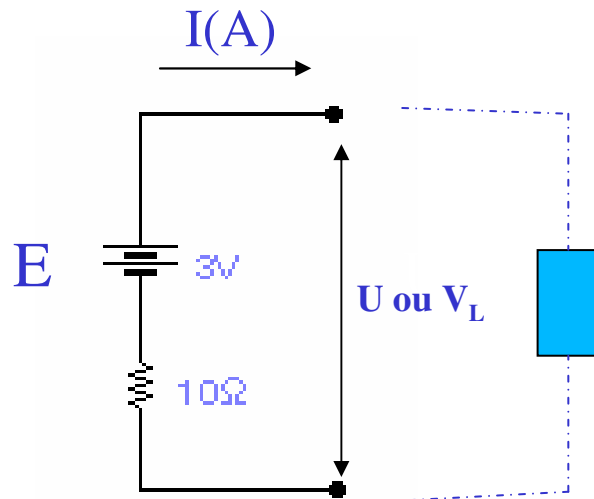
# Ger. real

- **Características:**
  4. Curva característica do gerador (gráfico)
    - 02 condições: Circ. em curto e aberto



# Gráfico do Gerador

- Equação: **na Malha aberta**  
– Ou seja  $I(A) = 0$

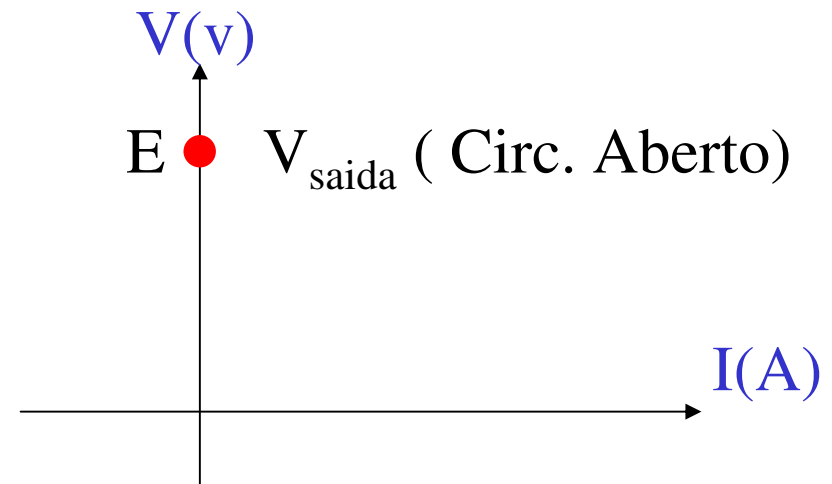


- $V_{\text{saida}} = E$
- Sem queda de tensão
- $I(A) = 0$
- $R = \infty$

$$U = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

$$U = E - R_{\text{Interna}} * 0$$

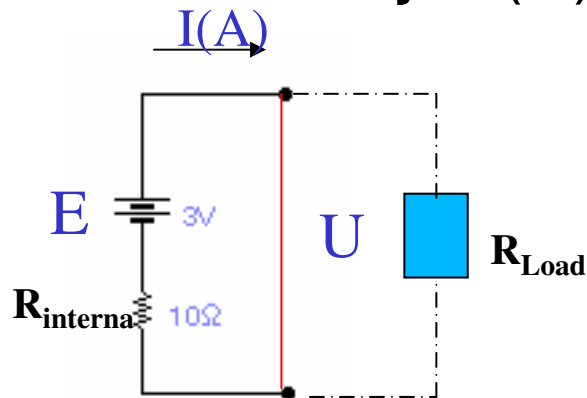
$$U = E$$





# Gráfico do Gerador

- Equação: **na Malha em Curto Circuito**  
– Ou seja  $I(A) = 0$



•  $I = \text{Máxima ( } I_{cc}, \text{ curto circuito) } = \infty$

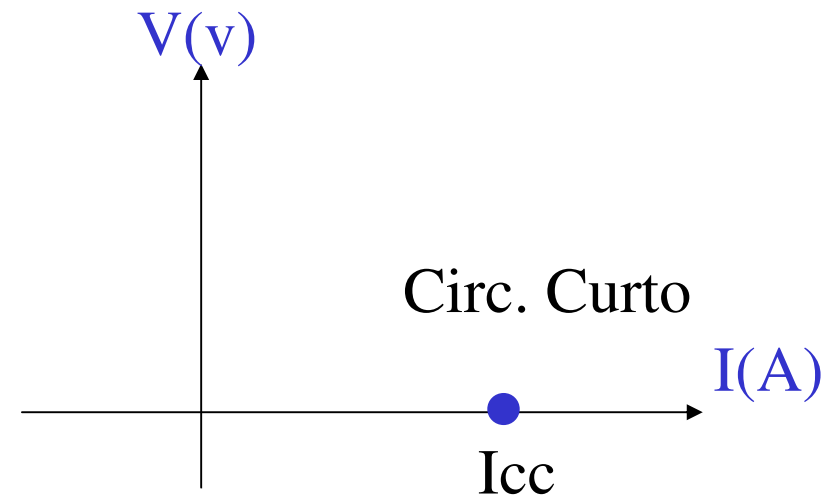
•  $V_{\text{saida}} = U = 0$

•  $I_{cc} = \frac{E}{R_{\text{int}}}$

$$U = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

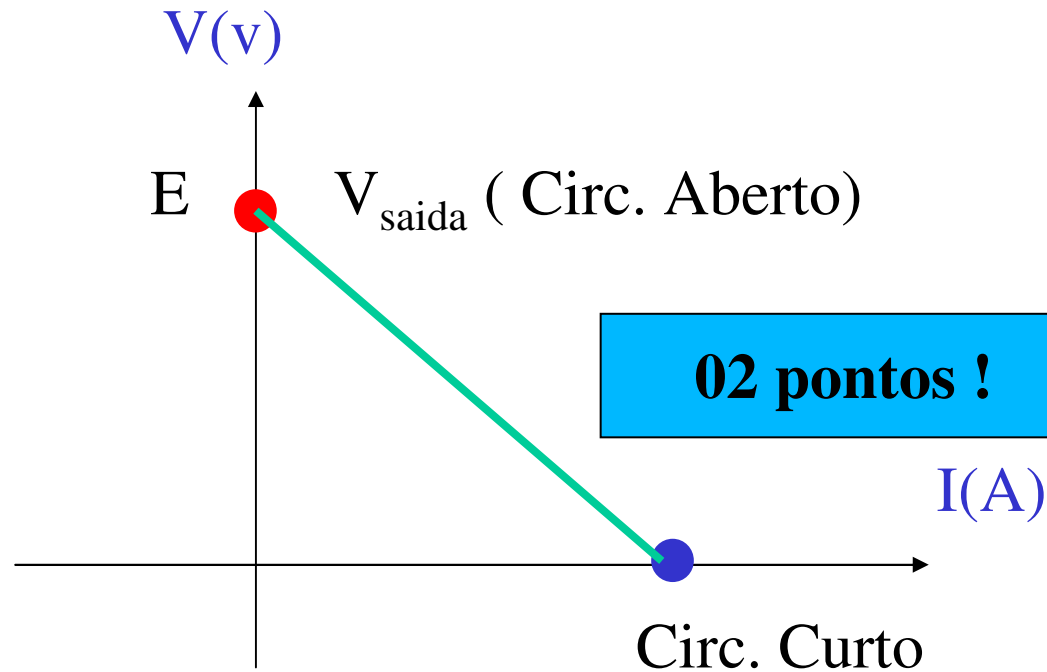
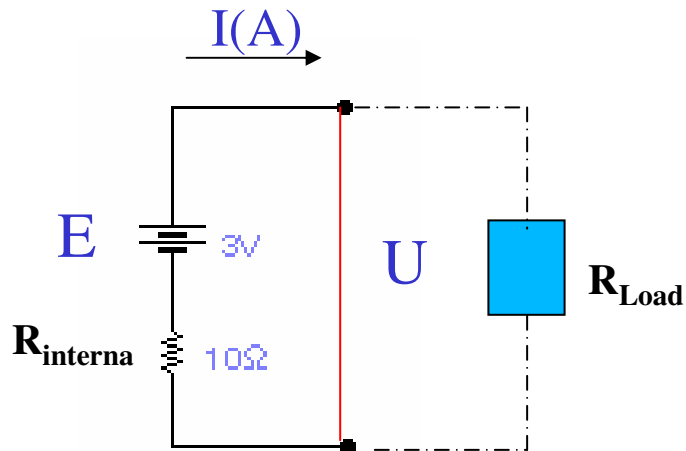
$$0 = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

$$I = E / R_{\text{Interna}}$$





# Gráfico do Gerador

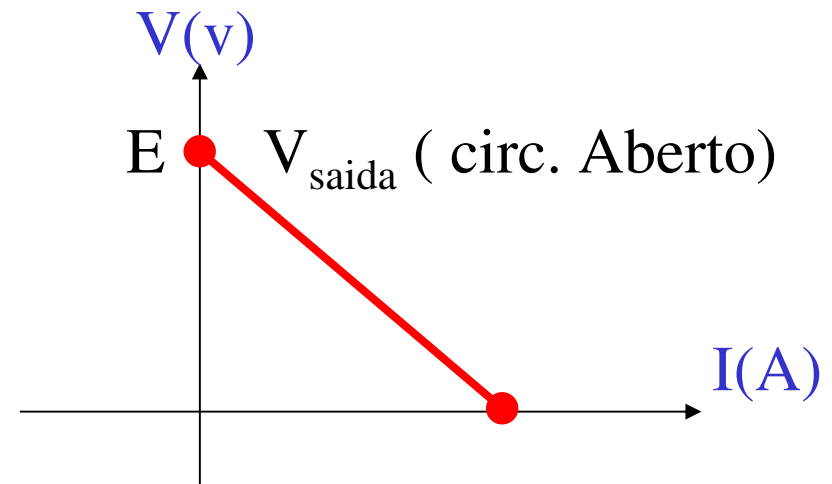
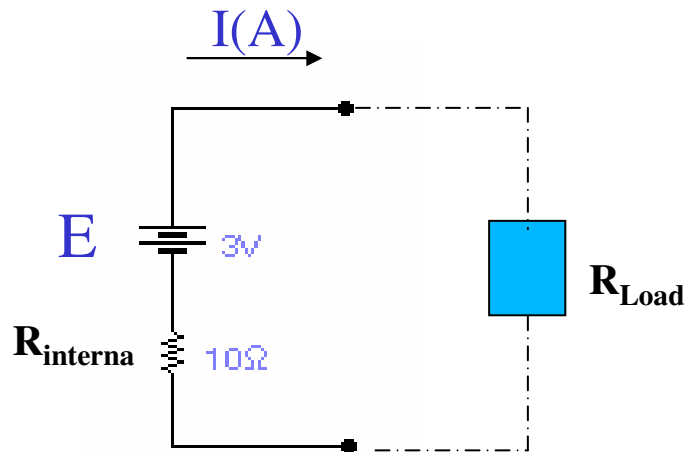




# Gráfico do Gerador

- Equação e dados do gerador(resumo)
  - Malha aberta:  $I=0$ ,  $E=V_s$ ,  $R=\infty$
  - Curto Circuito:  $V_s=0$ ,  $R=0$  e  $I=I_{cc}$

## CURVA DO GERADOR (RETA)







# Potencia

$$P = V * I$$

$$V = R * I$$

*Logo*

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = I^2 * R$$

$$P = V * I$$

---



# Ger. real

- **Características:**

## 5. Potencia no Gerador

- Lembre-se que  $P = V * I$  e  $V = R * I$
- Multiplique a equação do gerador por  $I(A)$

$$U = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

$$U * I = E * I - (R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}) * I$$

Pot. Fornecida  
Ao circuito

Pot. Dissipada dentro do gerador

Pot. Motriz (gerada)



## Ger. real

- **Características:**

- 6. Rendimento ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{P_e}{P_m} * 100$$

---



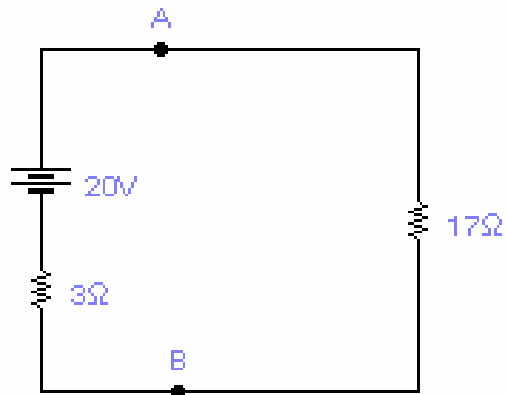
# Exercícios

---



# Exe 01

1. Dado um  $E = 20\text{V}$ ,  $R_{\text{interna}} = 3\Omega$  com  $R_L = 17\Omega$ , calcule:
- $I_t$ ,  $P_m$ ,  $P_e$  e  $\eta$ .

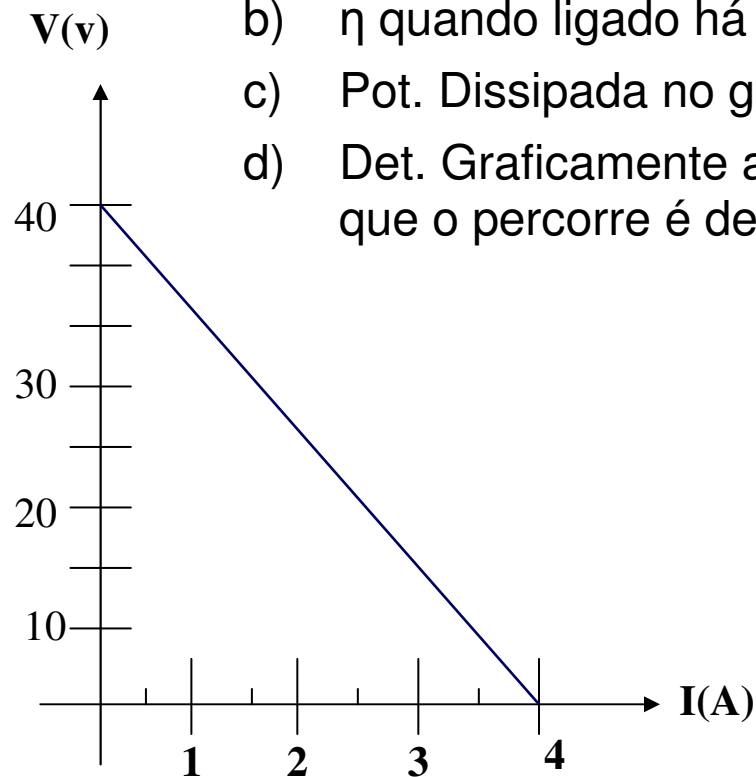




# Exe 02

2. Dado a curva do gerador, encontre:

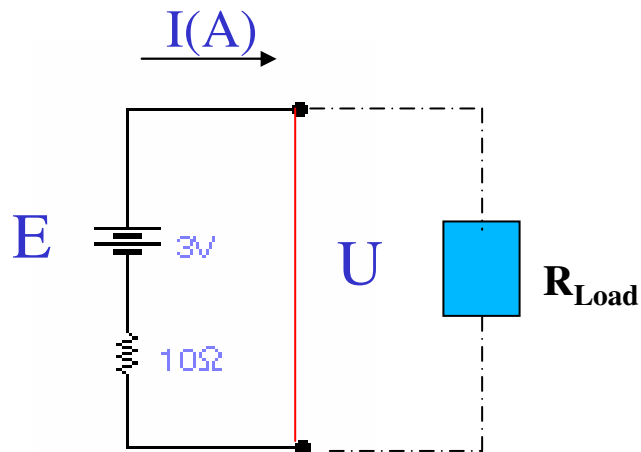
- $E$  e  $R_{\text{interna}}$
- $\eta$  quando ligado há uma  $R_L = 40\Omega$
- Pot. Dissipada no gerador com  $R_L = 40\Omega$
- Det. Graficamente a  $V(v)$  nos terminais do gerador, quando  $I(A)$  que o percorre é de 1,5 A.







# Resolução Gráfica

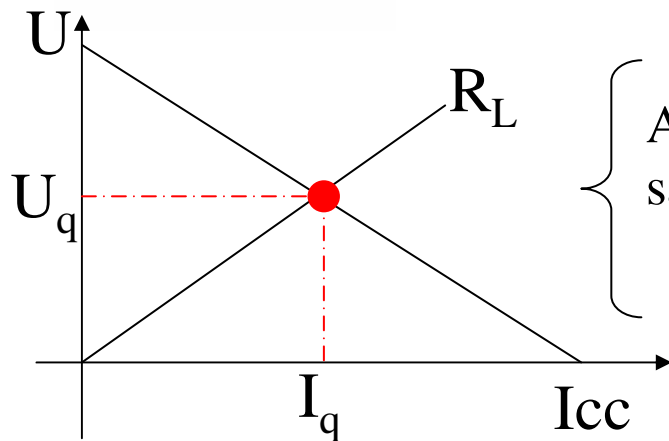


$$I = \frac{E}{R_i + R_L} = I_q$$

$$U = R_L * I$$

$$U = R_L * \frac{E}{R_L + R_i}$$

$$U = \frac{R_L * E}{R_L + R} = U_q$$



A intersecção (ponto Q) define  $I_q$  &  $U_q$  satisfazendo as equações abaixo.

$$U_q = E - R_{Interna} * I_q$$

$$U_q = R_L * I_q$$



# Máxima Transferência de Potencia





# Potencia

- Definição
    - Capacidade de realizar trabalho
    - Exemplos
      - Motores: HP ou CV,  $1 \text{ CV} = 746 \text{ W}$
      - Lâmpada: Quantidade de energia fornecida no material para deslocar eletrons.
      - Etc...
-



# Max. Transf. de Pot.

$$P = V * I$$

$$V = R * I$$

$$I = \frac{V}{R}$$

*Logo*

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = I^2 * R$$

$$P = V * I$$

---



# Max. Transf. de Pot.

## 1. Pot. Dissipada na $R_{\text{interna}}$

$$P_d = R_{\text{interna}} * I^2$$

## 2. Pot. Utilizada na $R_L$

$$P_u = R_{\text{Load}} * I^2$$

## 3. Pot. Gerada na fonte

$$P_g = E * I$$

- Com isso temos

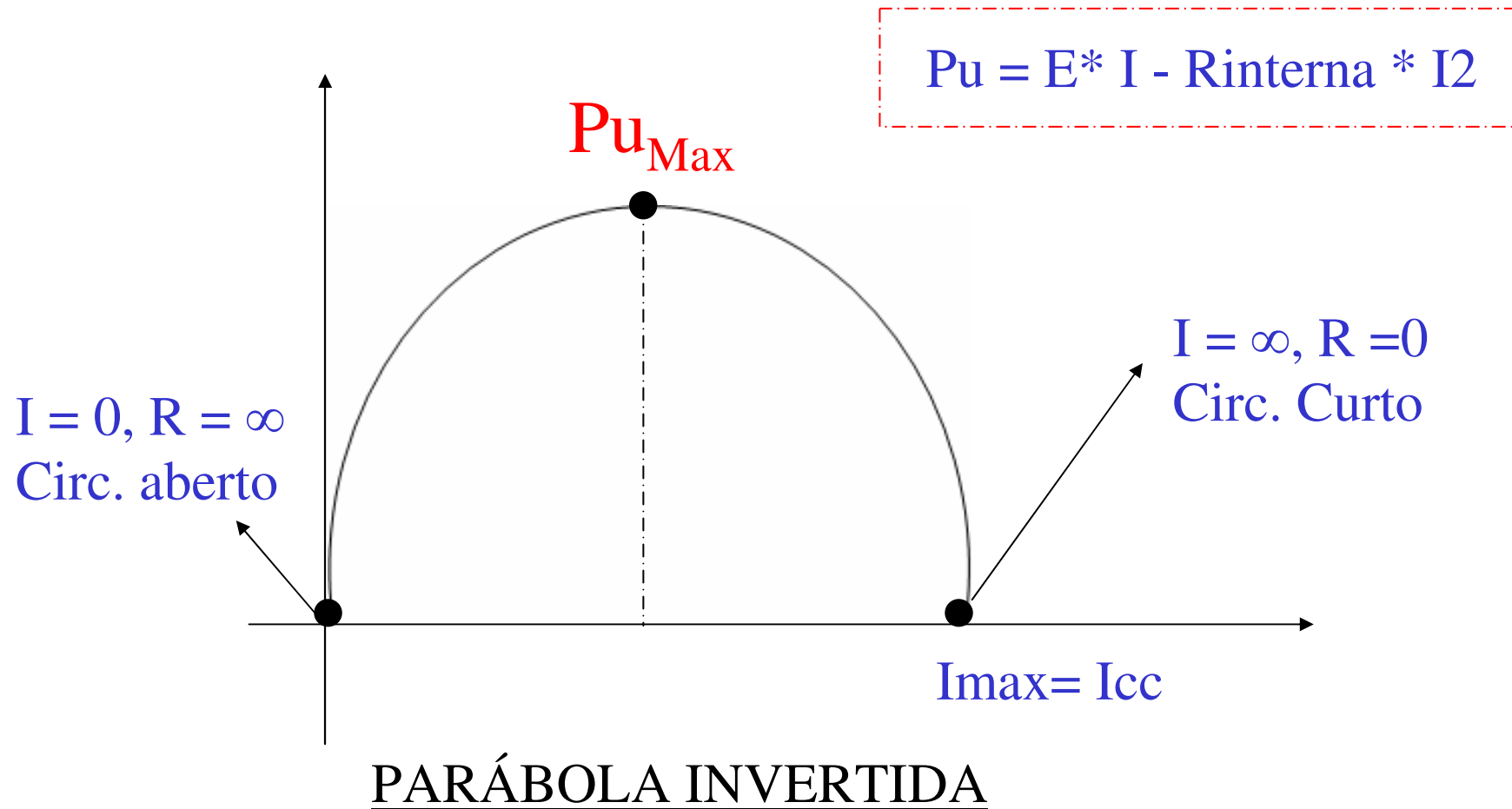
$$P_g = P_d + P_u$$

$$P_u = P_g - P_d$$

$$P_u = E * I - R_{\text{interna}} * I^2$$



# Max. Transf. de Pot.

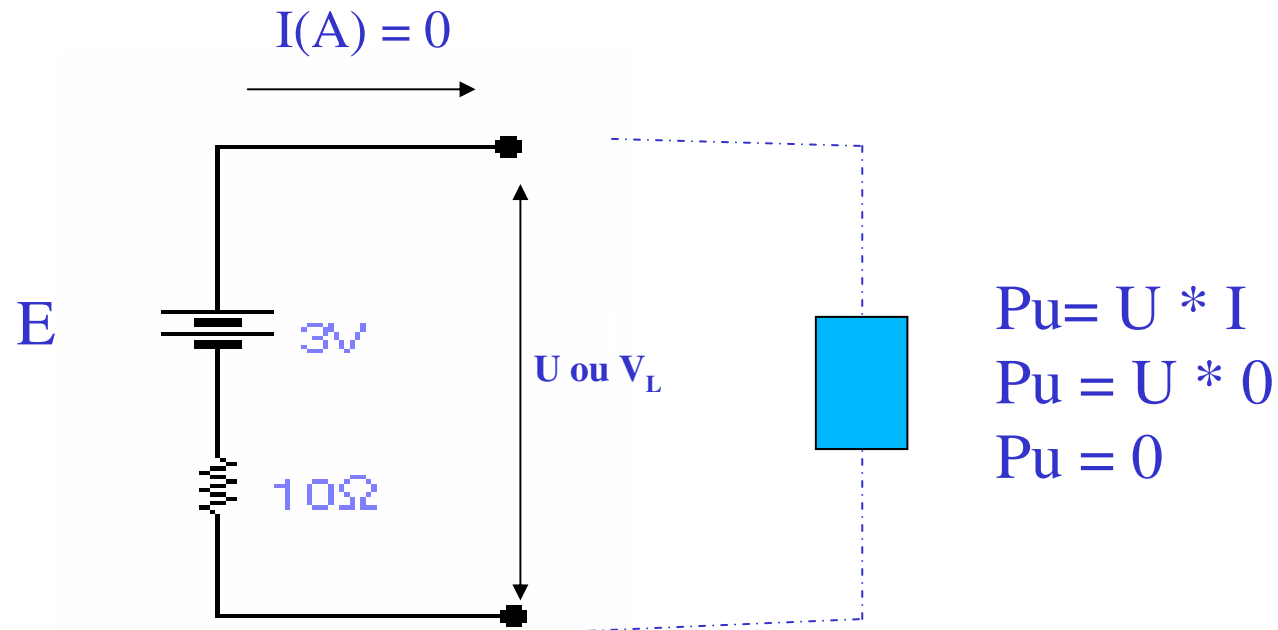






# Max. Transf. de Pot.

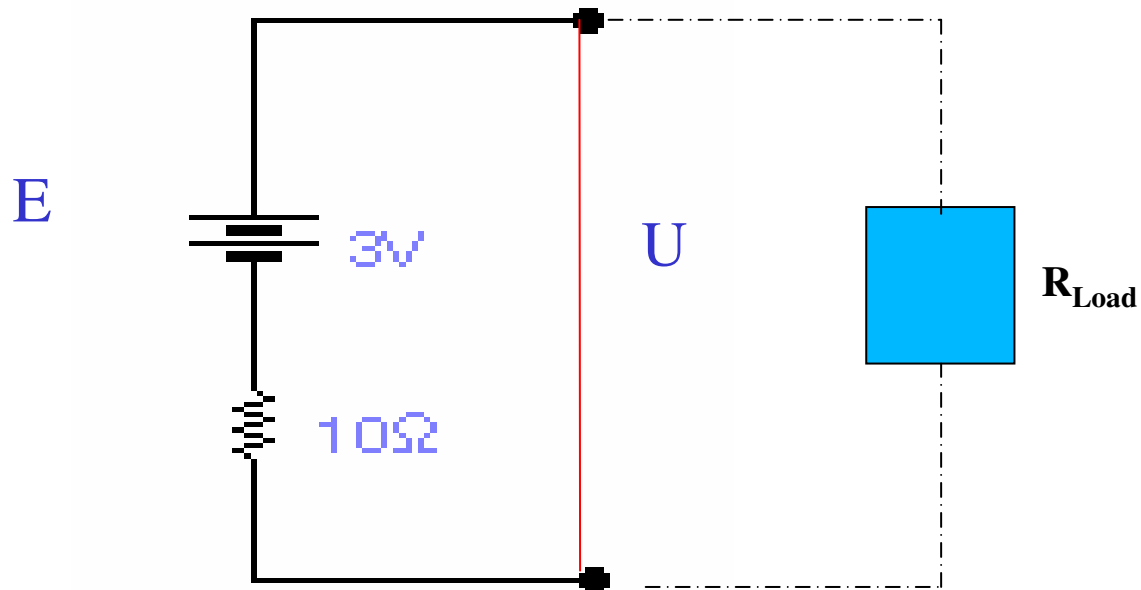
## Circ. Aberto





# Max. Transf. de Pot. Circ. Curto

$$I(A) = I_{cc}$$

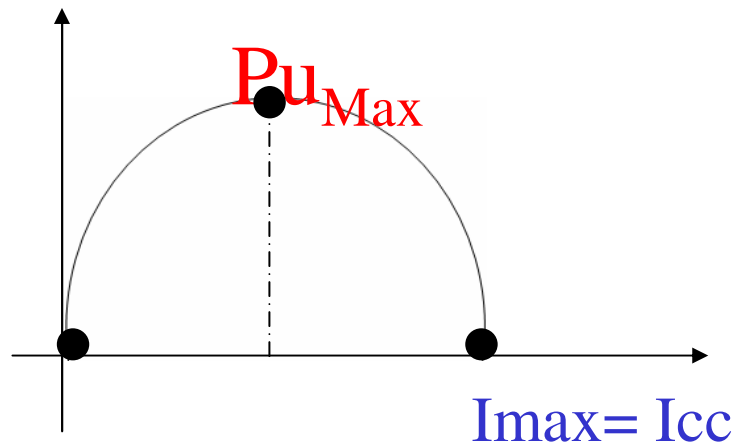


$$P_u = P_{uMAX} \text{ entre os terminais da Fonte}$$



# Max. Transf. de Pot.

- Como achar o ponto IDEAL?
  - Cálculo Diferencial (Volumes)
    - Deriva uma vez e iguala a zero (pto de máximo)
    - Deriva a segunda vez e verifica o ponto de mínimo
      - Para Gerador CC (Não existe).



# Max. Transf. de Pot.

## • Equações:

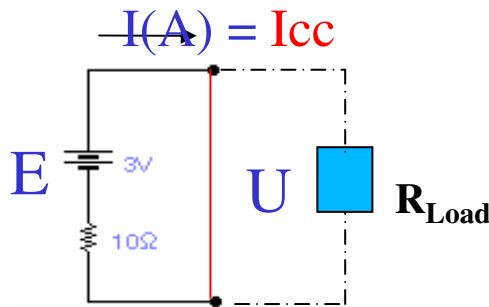
- Para achar pontos de máximo e mínimo de uma função, derivamos e igualamos a zero.
- **Max. Ou Min?** Deriva de novo e checka o resultado com zero. Para Gerador CC sempre será o de máximo.

$$1. P_u = E * I - R_{int} * I^2$$

$$\frac{dP_u}{dI} = E - 2R_{int} * I$$

$$E - 2R_{int} * I = 0$$

$$\boxed{I = \frac{E}{2R_{int}}} \longrightarrow I = \frac{1}{2} * \frac{E}{R} = \frac{I_{cc}}{2} \left. \begin{array}{l} \text{Ponto de} \\ \text{Máximo} \end{array} \right\} \text{parábola}$$



$$2. U = E - R_{int} * I$$

$$U = E - R_{int} * \frac{I_{cc}}{2}$$

$$U = E - R_{int} * \frac{E}{2R_{int}}$$

$$U = E - \cancel{R_{int}} * \frac{E}{2\cancel{R_{int}}}$$

$$U = E - \frac{E}{2}$$

$$\boxed{U = \frac{E}{2}}$$



# Max. Transf. de Pot.

- Equações:

2. (cont)  $U = R_L * I$

Agora

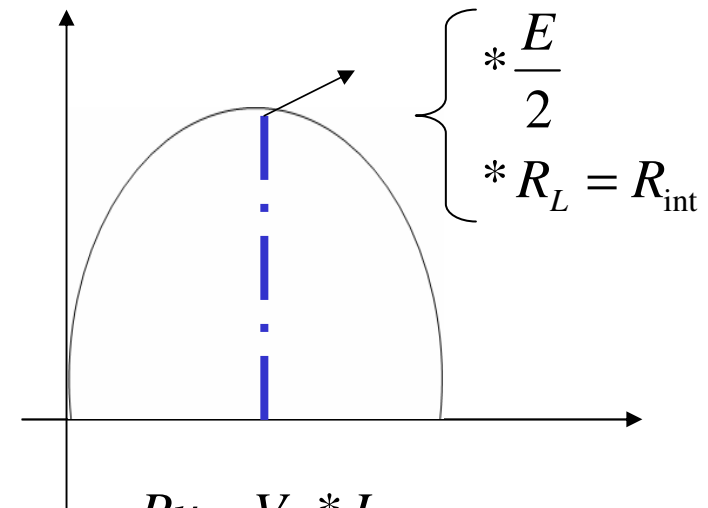
$$\frac{E}{2} = R_L * \frac{E}{2R_{int}}$$

isolando ( $R_L$ )

$$R_L = \frac{E}{2} * \frac{2R_{int}}{E}$$

$$R_L = R_{int}$$

## 3. Quando será $Pu_{Max}$ ?



$$Pu = V_L * I$$

$$Pu = \frac{E}{2} * \frac{E}{2R_{int}}$$

$$Pu_{Max} = \frac{E^2}{4R_{int}}$$



# Max. Transf. de Pot.

- Com isso o **Rendimento** pode ser calculado de uma das formas abaixo:

$$1. \eta = \frac{P_e}{P_m} = \frac{U * I}{E * I} = \frac{U}{E}$$

$$2. \eta = \frac{E - R_{\text{int}} I}{E}$$

$$3. \eta = \frac{R_L * I}{(R_L + R_{\text{int}}) * I} = \frac{R_L}{(R_L + R_{\text{int}})}$$

---



# Principais Equações

$$U = E - R_{\text{Interna}} * I_{\text{total}}$$

$$P_u = E * I - R_{\text{Interna}} * I^2$$

**Pot. Dissipada na  $R_{\text{interna}}$**

$$P_d = R_{\text{interna}} * I^2$$

**Pot. Utilizada na  $R_L$**

$$P_u = R_{\text{Load}} * I^2$$

**Pot. Gerada na fonte**

$$P_g = E * I$$

$$U = \frac{E}{2} \quad I = \frac{E}{2R_{\text{int}}}$$

$$P_{u_{\text{Max}}} = \frac{E^2}{4R_{\text{int}}}$$

$$1. \eta = \frac{P_e}{P_m} = \frac{U * I}{E * I} = \frac{U}{E}$$

$$2. \eta = \frac{E - R_{\text{int}} I}{E}$$

$$3. \eta = \frac{R_L * I}{(R_L + R_{\text{int}}) * I} = \frac{R_L}{(R_L + R_{\text{int}})}$$



# Exercícios

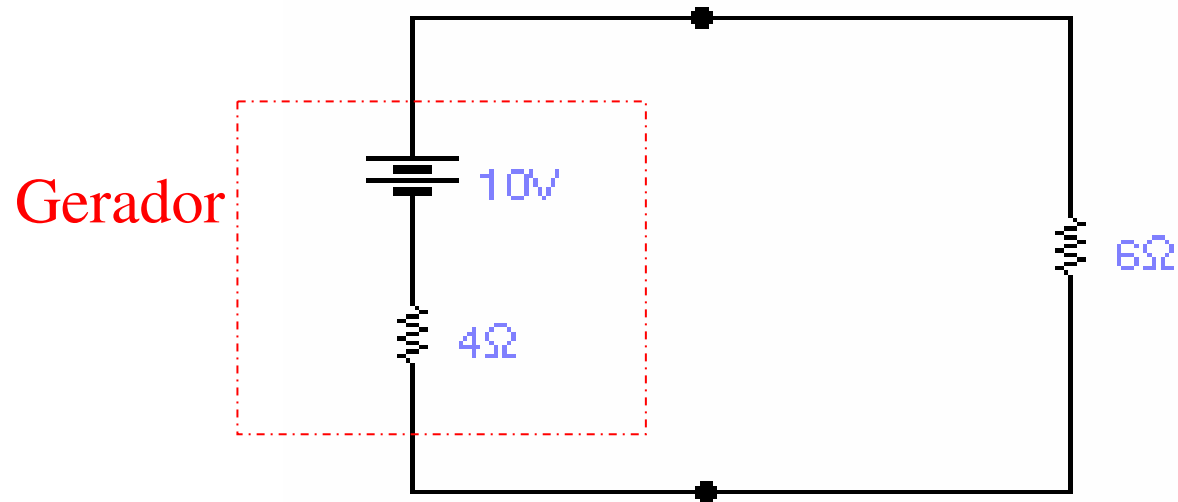
---





## Ex 1.

- Calcule:  $V_6$ ,  $V_4$ ,  $I_{\text{total}}$  e  $\eta$

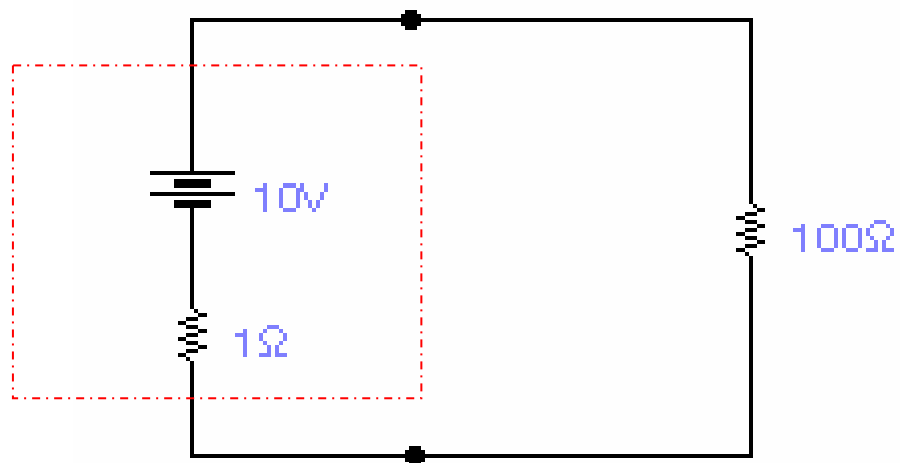




# Ex2.

- Calcule:  $V_1$ ,  $V_{100}$ ,  $I_{\text{total}}$  e  $\eta$

Gerador

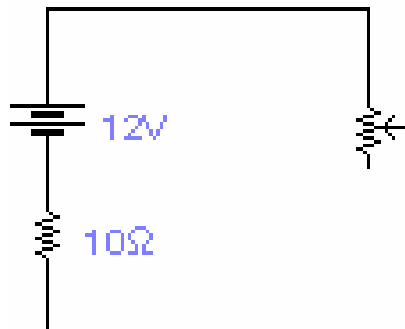




## Ex3.

- A partir do circuito abaixo e obedecendo a tabela, monte o gráfico da curva ( $V \times I$ ) característica do gerador. Considere o potenciômetro como a resistência da tabela.

R( $\Omega$ )	1K $\Omega$	900 $\Omega$	800 $\Omega$	700 $\Omega$	600 $\Omega$	500 $\Omega$	400 $\Omega$	300 $\Omega$	200 $\Omega$	100 $\Omega$
U(v)										
I(A)										





# Ex4.

- Repita o ex3. adicionando a tabela a linha da potencia fornecida ao circuito a tabela, com isso monte o gráfico da potencia útil máxima ( $P_u \times I$ ). Considere o potenciômetro como a resistência da tabela.

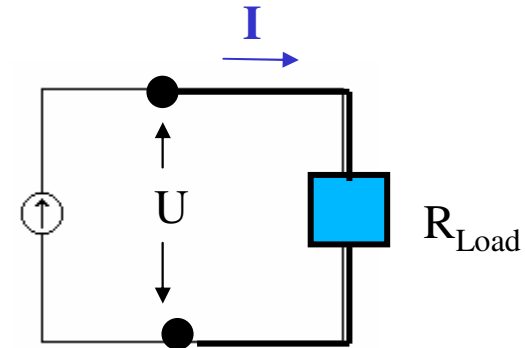
[illegible]



# Pesquisa

- Procure nos livro base e responda as perguntas abaixo:

1. Como funciona um gerador de corrente Ideal?  
Observe seu circuito.



2. Como é possível projetar um gerador de  $I(A)$  a partir de um gerador de  $V(v)$ ?
-



# Lista de exerc.



- Desenvolver em sala a lista 02 (gerador CC).
  - Disponível no site da disciplina.
  - Site:
    - <http://www.ucdb.br/docentes/alexsandro>
    - Pasta: eletrônica I



# Ref. Bibliográfica

- CHOUERI Jr, C.A; LOURENÇO, A.C. e CRUZ, E.C.A. *Circuitos em Corrente Contínua*. São Paulo. Érica, 1996.\*
  - GUSSOW, Milton. *Eletricidade Básica*. São Paulo: Schaun/McGraw-Hill, 1985.
  - Notas de Aula. Mauro Conti Pereira. Disponível em <http://www.ucdb.br/docentes/mauro>. Acessado em 18/02/2010.
-