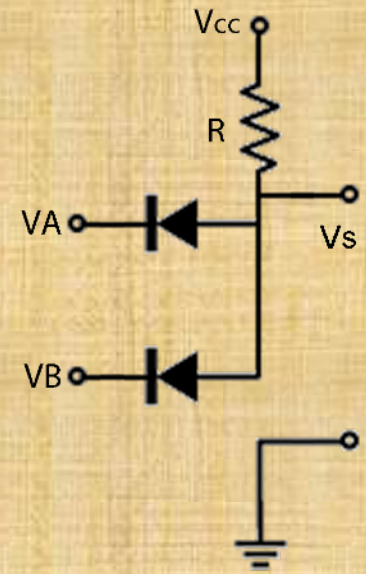




Física Experimental para Eng. Informática



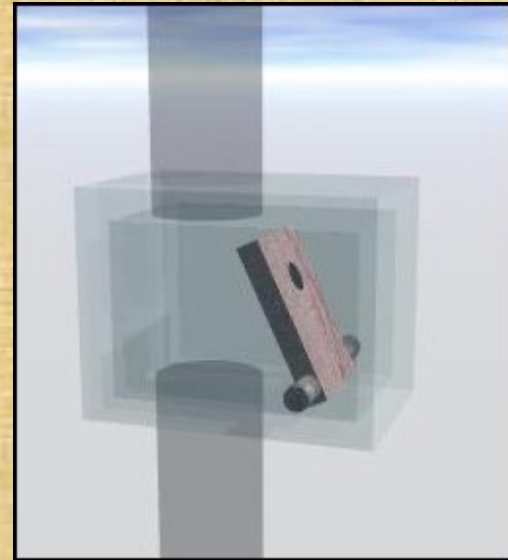
A melhor disciplina da Eng. Inf.
por
Rui Agostinho et al



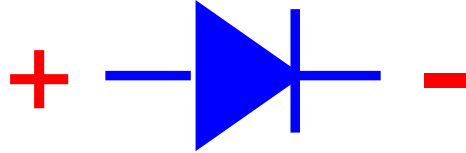
O Díodo

- O díodo é um componente electrónico que actua como uma válvula que abre e fecha a passagem da corrente.

- É o modelo mais simplista de um díodo.
- Na realidade:
 - a corrente que nele passa depende da tensão aos seus terminais.
 - a corrente só passa numa única direcção.



O Díodo de sinal



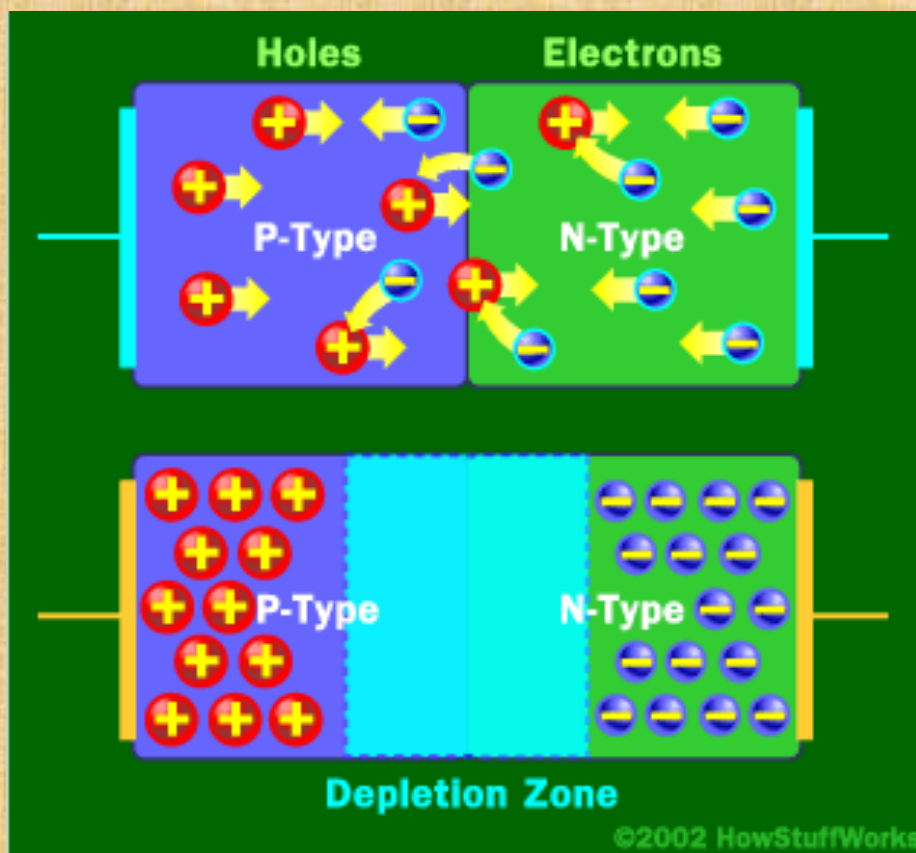
díodo em polarização direta



- Um díodo pode ser interpretado pela analogia duma válvula eléctrica que tem uma só via.
- Constroem-se díodos a partir de materiais incluindo: o silício, o germânio ou o arseniato de gálio.

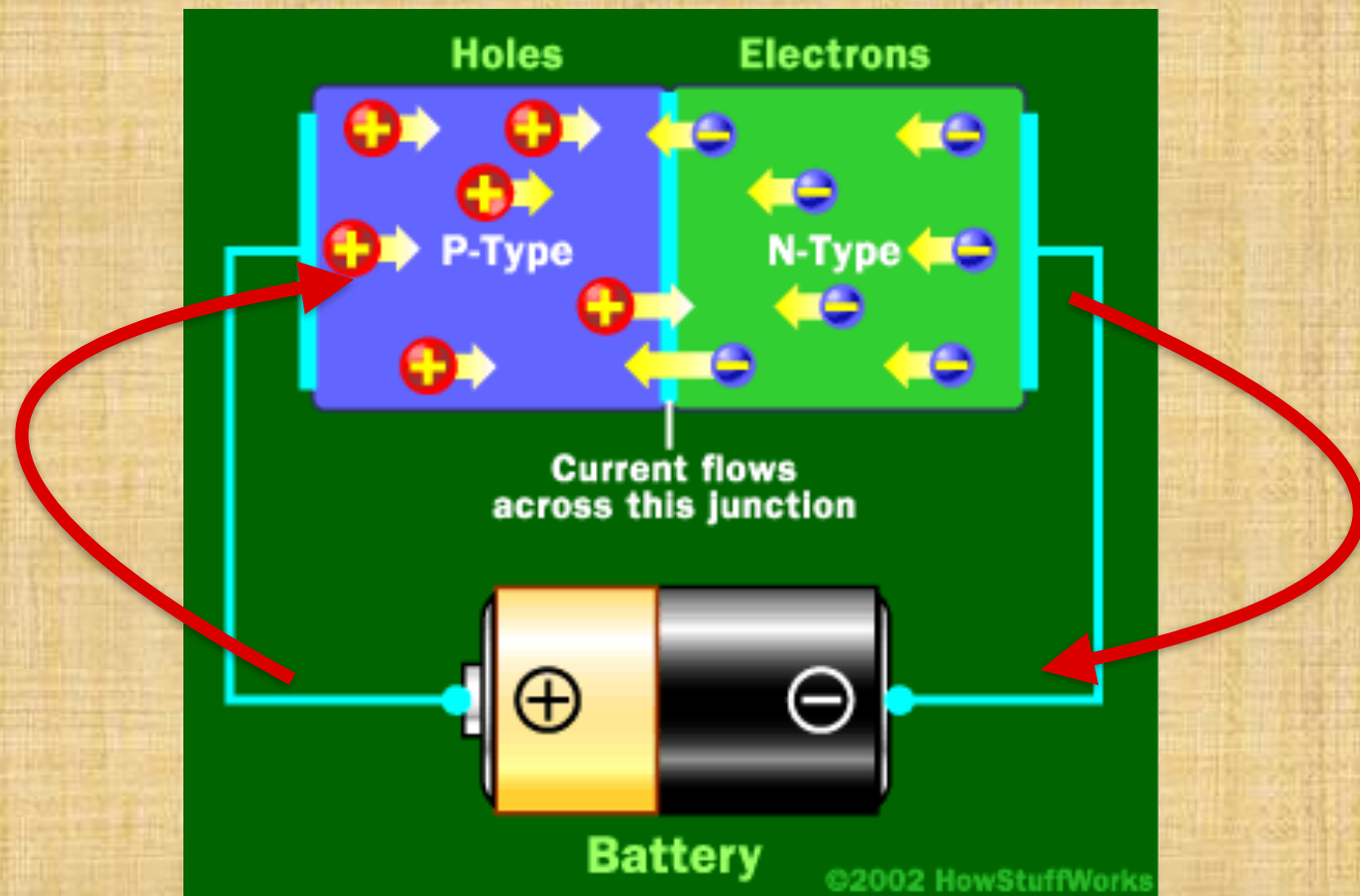
Díodos

- Tal como numa válvula, para um díodo é necessária uma pequena tensão positiva para permitir a passagem de corrente, ou seja, é necessário polarizar a junção do semicondutor.
- A tensão requerida para a passagem de corrente situa-se tipicamente entre:
 - 0,6-0,8 V para um díodo de silício.
 - $\approx 0,3$ V para um díodo de germânio.
 - $\approx 1,8$ volts para um díodo emissor de luz (LED)

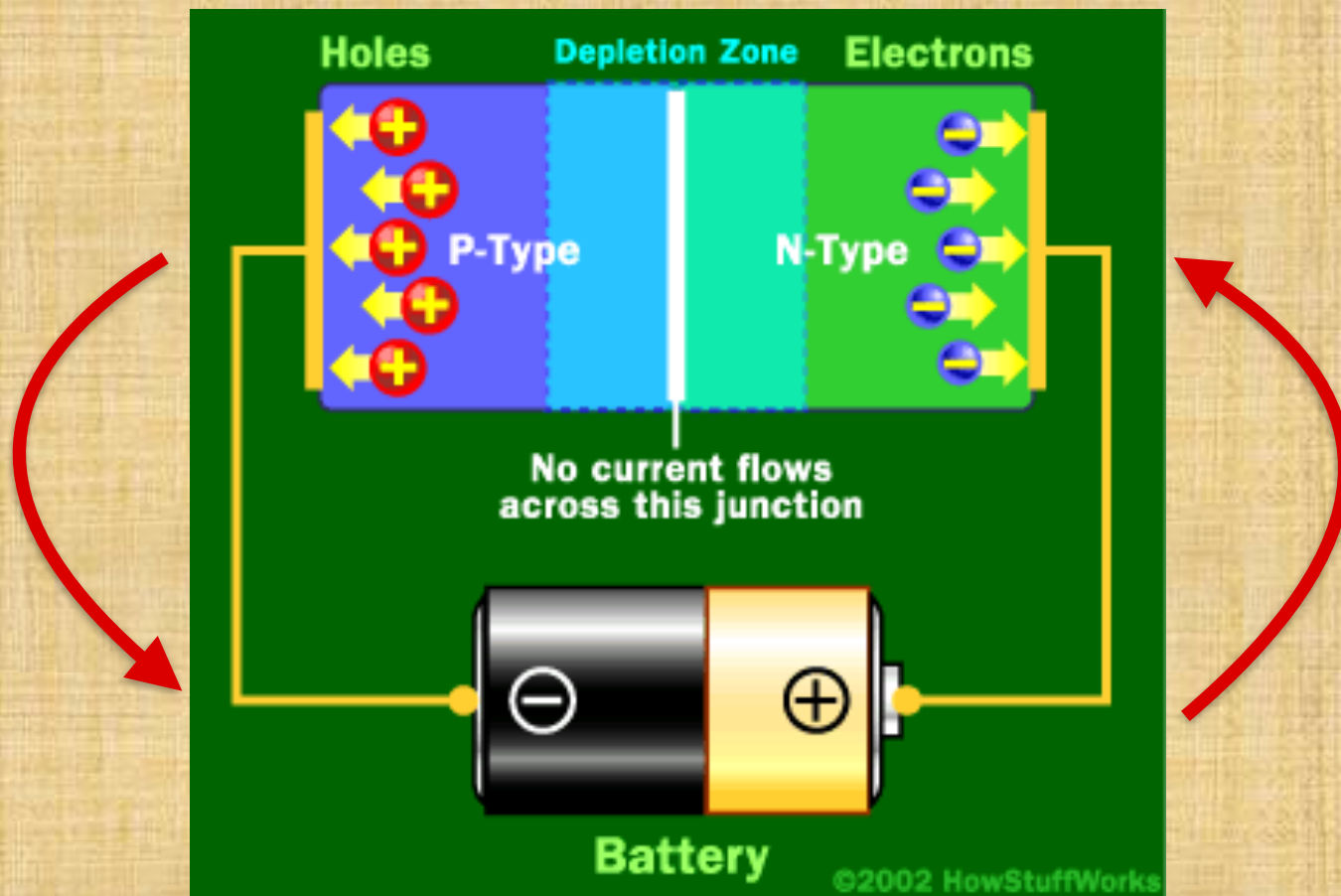


Na junção dos dois semicondutores, os electrões livres (cargas negativas) do material do tipo N (negativo) movem-se para preencher os “buracos” (falta de electrões = cargas positivas) do material tipo P (positivo).

Isto cria uma camada isoladora no meio do díodo designada “zona de depleção”.



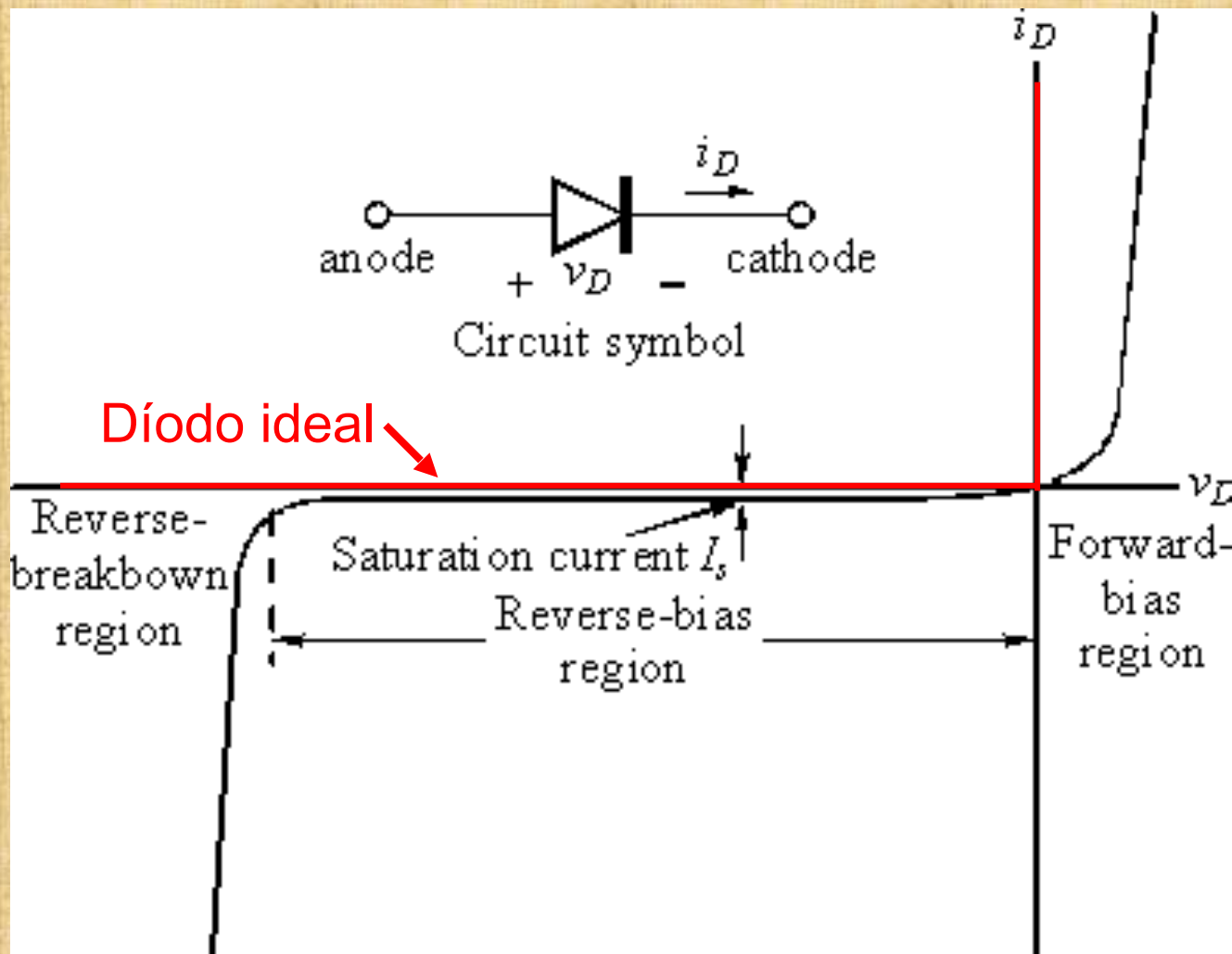
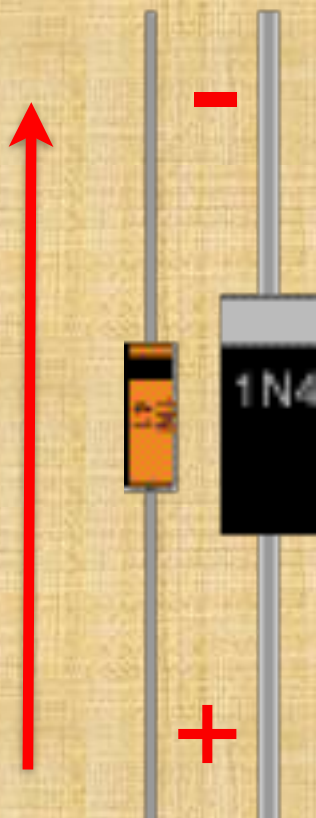
Quando o lado N do díodo é polarizado negativamente pelo circuito exterior (fonte de alimentação por exemplo), e o lado P é polarizado positivamente pelo circuito, o campo eléctrico criado fornece energia suficiente aos electrões e “buracos” para se moverem e ultrapassarem a zona de depleção. Força-se a passagem de corrente eléctrica.



Quando o lado N do díodo é polarizado positivamente pelo circuito exterior (fonte de alimentação por exemplo), e o lado P é polarizado negativamente pelo circuito exterior, o campo eléctrico criado favorece o movimento dos electrões e “buracos” no sentido de aumentar a zona de depleção. Impede-se a passagem de corrente eléctrica no díodo.

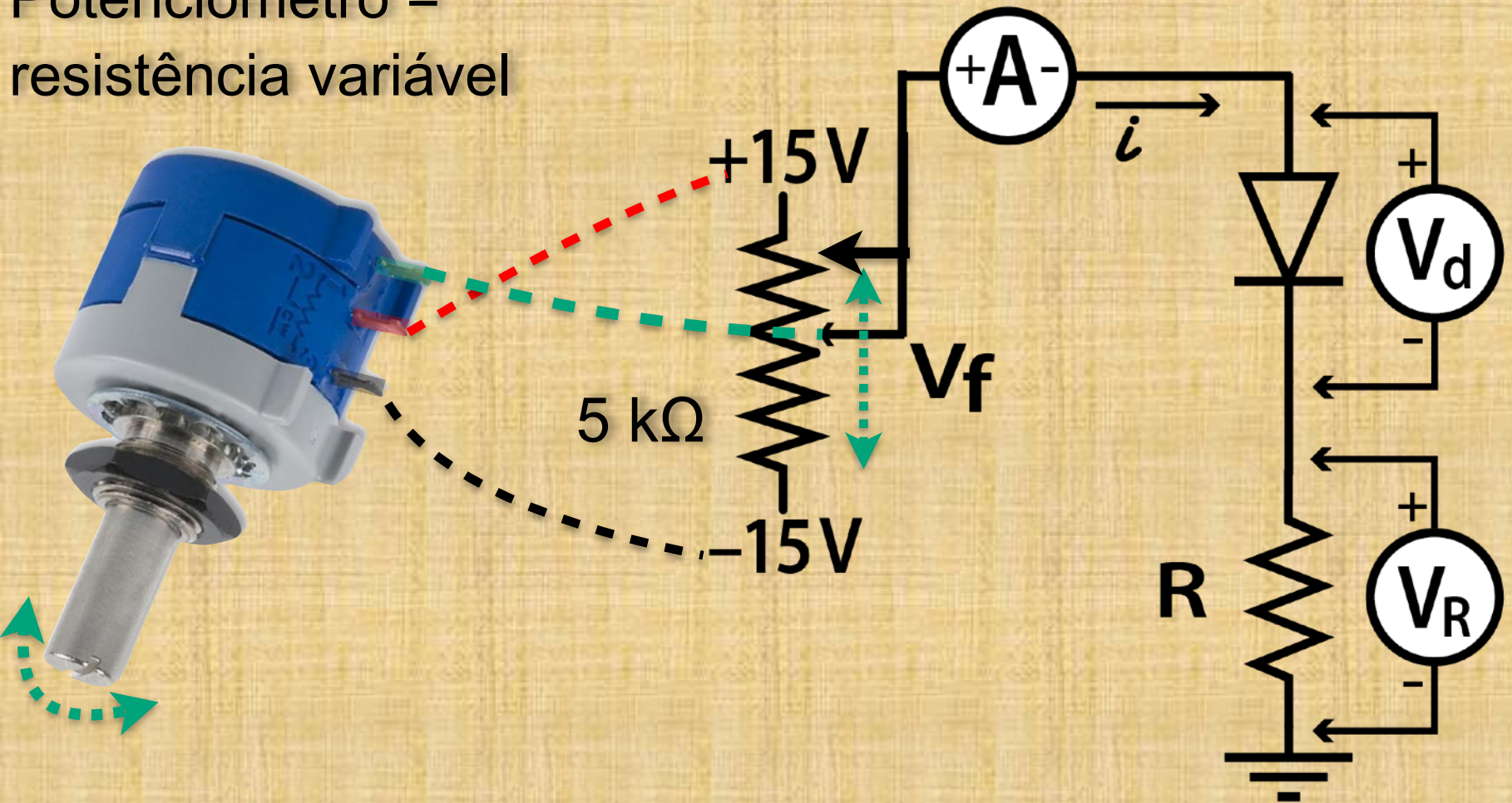
Característica I-V

- Para um diodo ideal, a corrente flui num sentido único.
- Um diodo real aproxima-se de um diodo ideal.

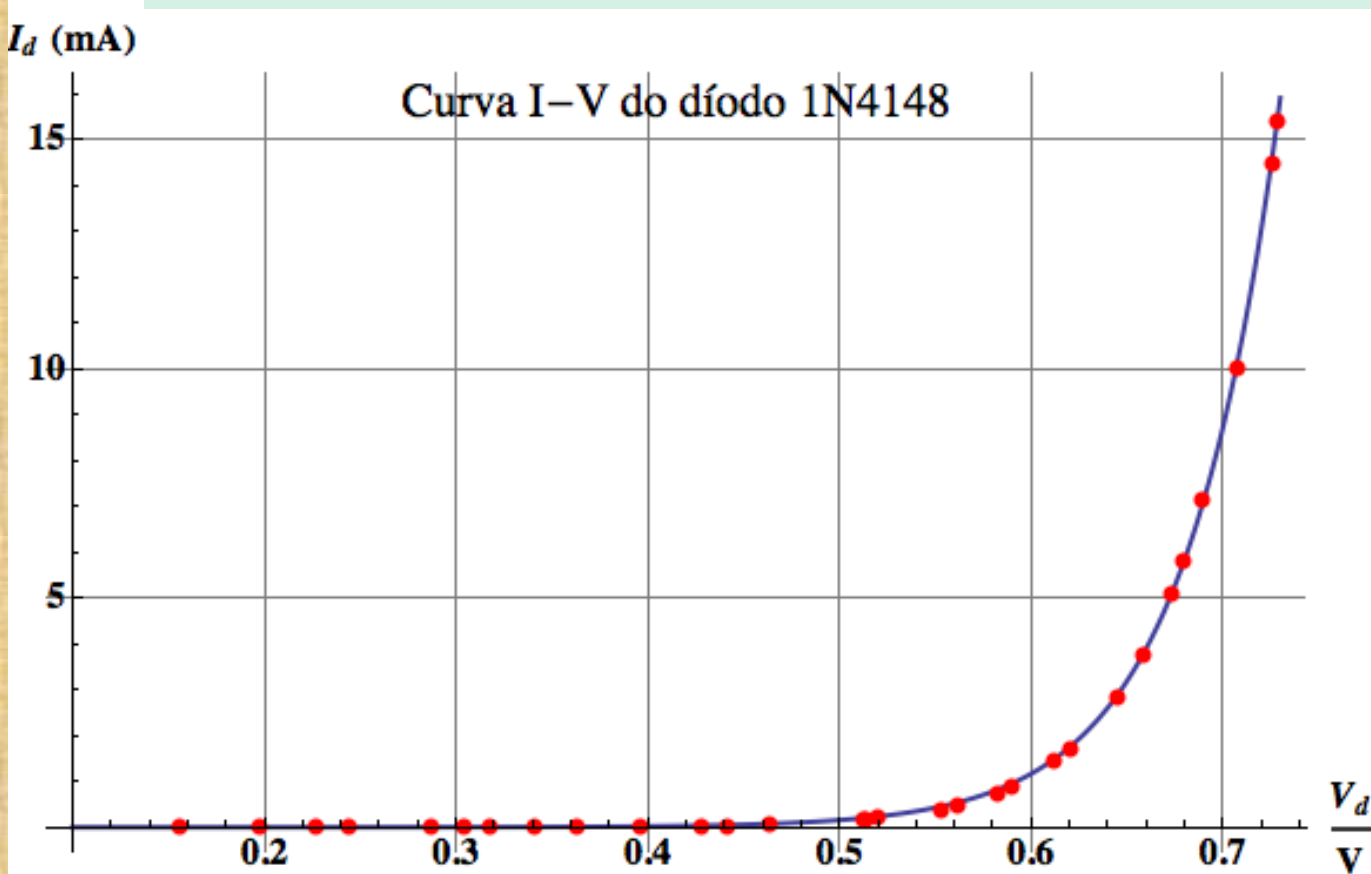


Circuito para estudar o Díodo

Potenciômetro =
resistência variável



Curva i-V do Díodo de sinal

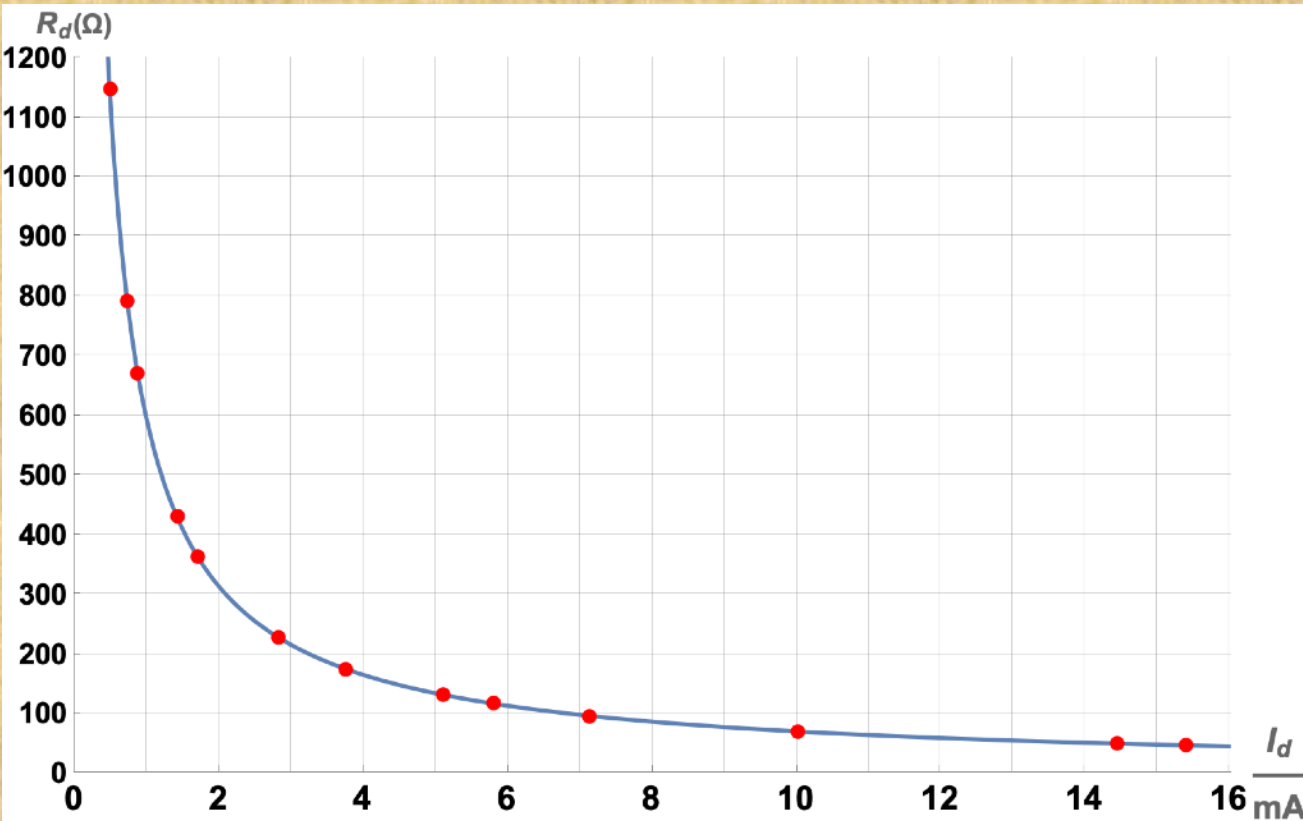


$$i_d = 6,74 \cdot 10^{-6} e^{20,1 V_d} \quad (\text{mA})$$

Invertendo a equação:

$$V_d = 0,592 + 0,0498 \ln(i_d) \quad (\text{V})$$

Resistência dinâmica do Díodo



A resistência obtém-se de:

$$R = V/i$$

- Se a resistência for ôhmica (lei de Ohm)
 \Rightarrow
 $R(i) = \text{constante} = R$
- No caso do díodo a resistência é variável:

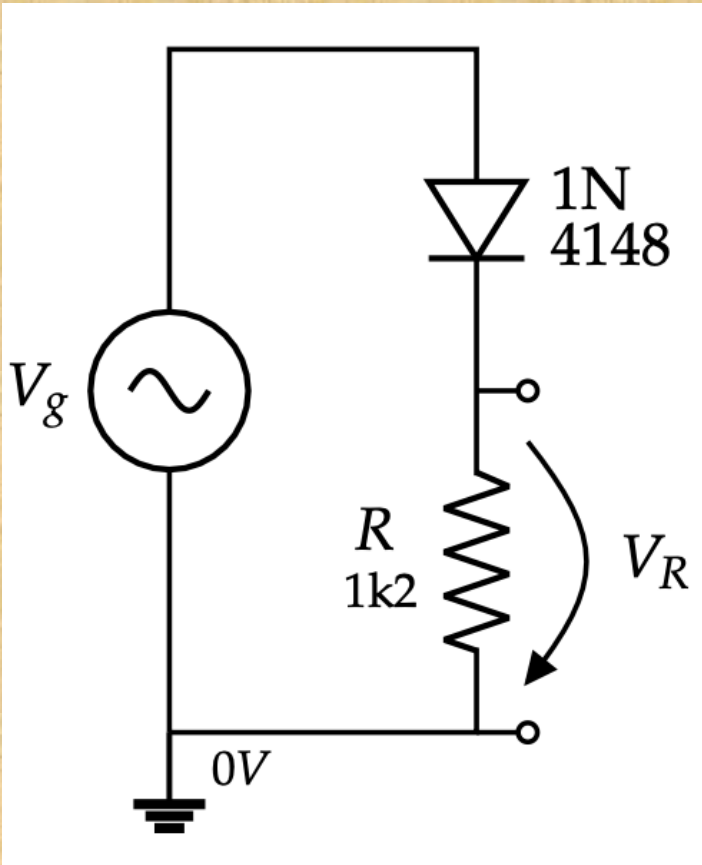
$$R(i) = \frac{V(i)}{i}$$

$$R(i) = (592,4 + 49,75 \ln(i)) / i$$

com $i(\text{mA})$ e $R(\Omega)$

R_d diminui com a corrente!

Uso do Díodo num circuito rectificador



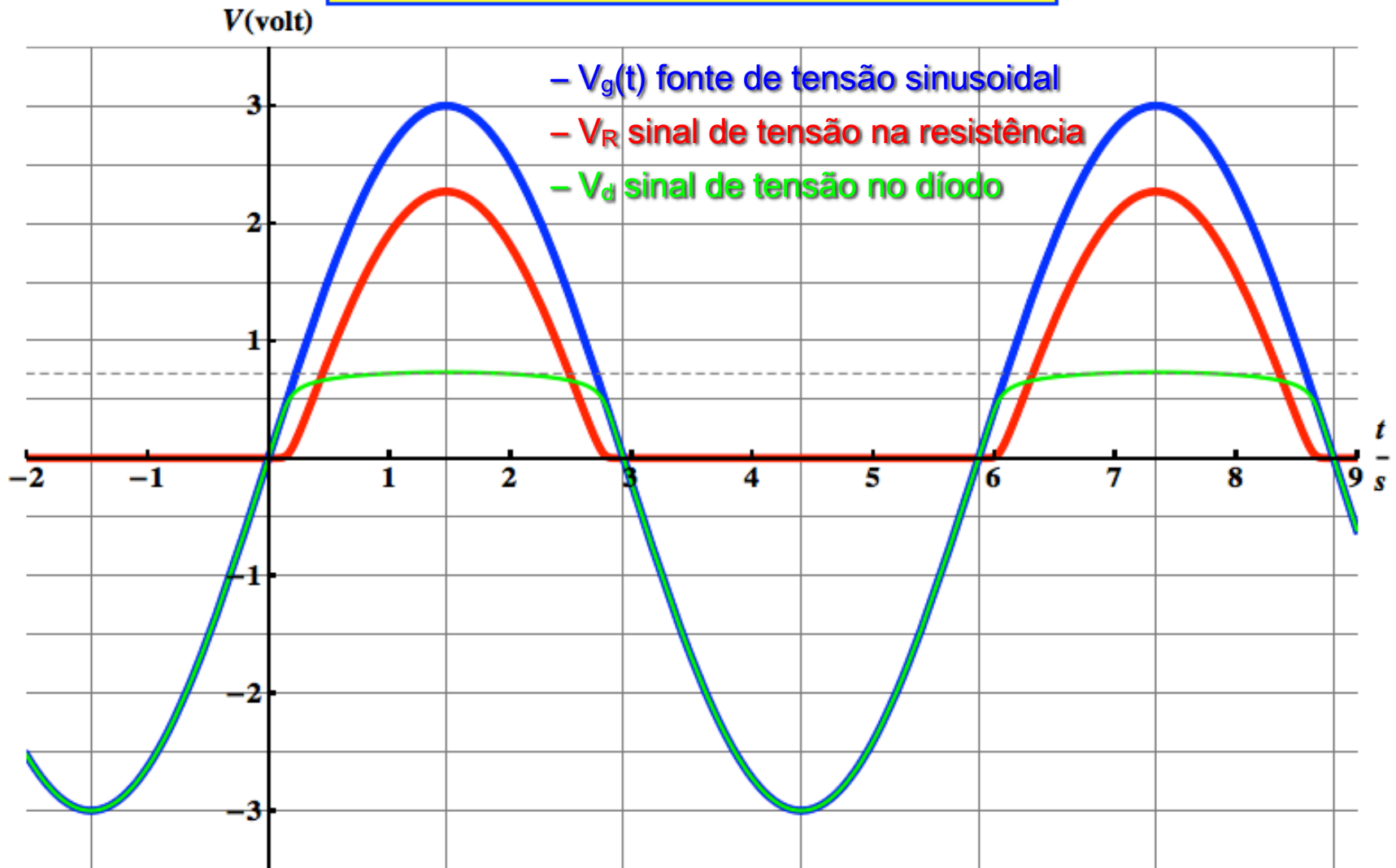
- Seja um gerador de tensão (sinal) $V_g(t)$ variável no tempo, do tipo sinusoidal:

$$V_g(t) = V_m \sin(\omega.t)$$

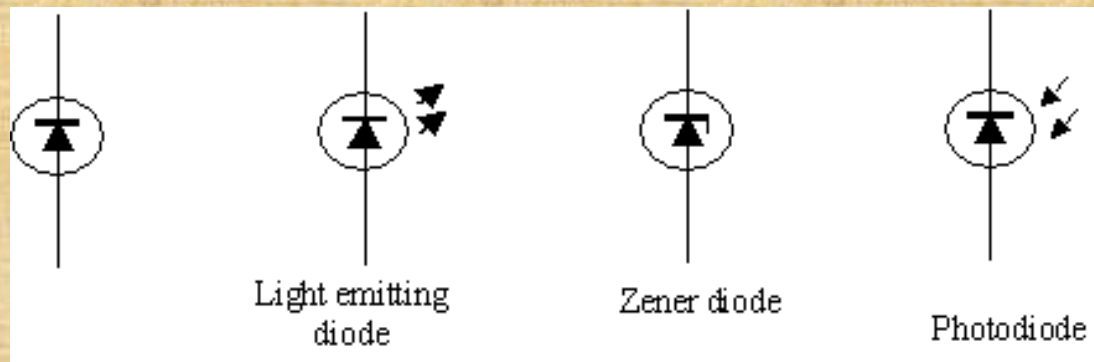
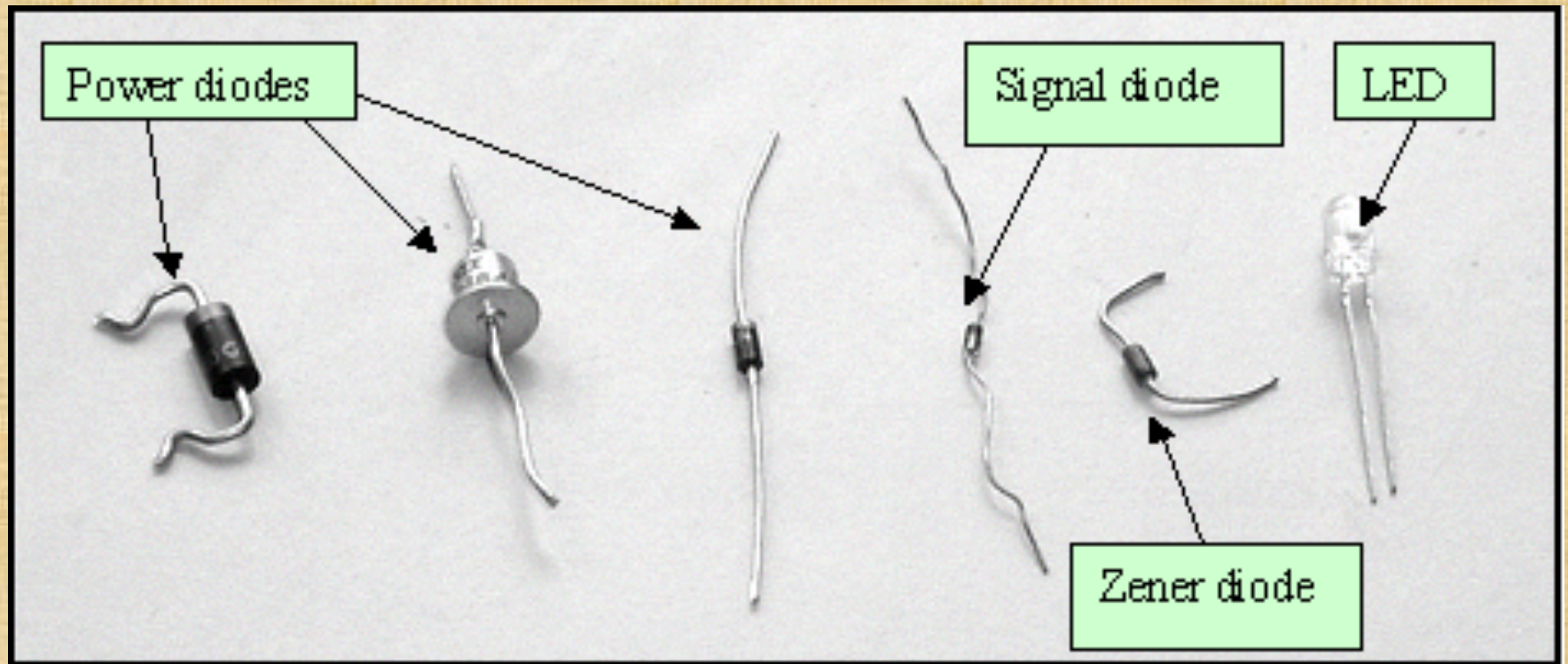
- O circuito constituído por uma resistência R e um díodo (1N4148) é designado por “retificador de meia-onda”.
- O sinal de “saída” V_R é obtido aos terminais da resistência R .
- R representa o aparelho ou circuito que recebe um sinal rectificado, sempre positivo.
- O resultado está no slide seguinte.

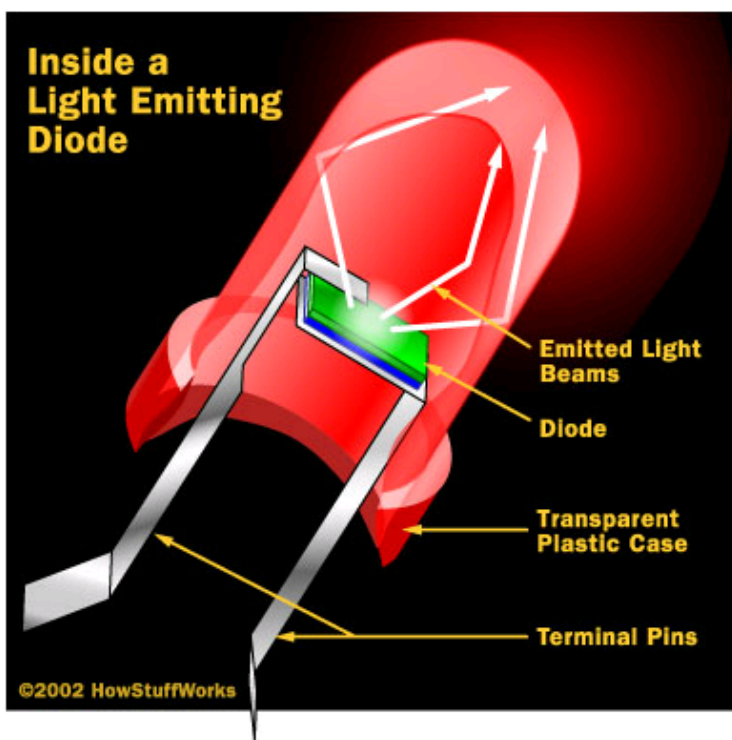
A rectificação de Meia Onda

$$\text{Sinal Sinusoidal } V(t) = V_m \sin(\omega t + \phi) + V_o$$

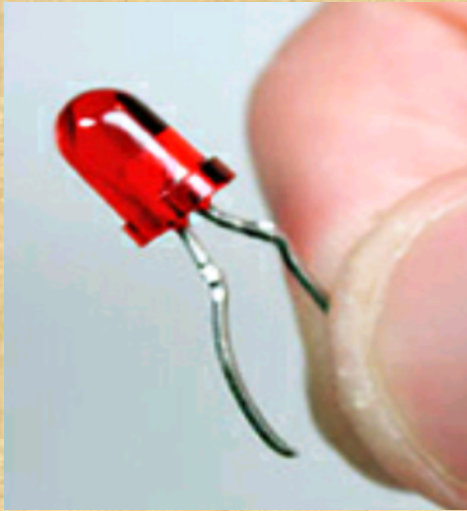


Tipos de Díodos





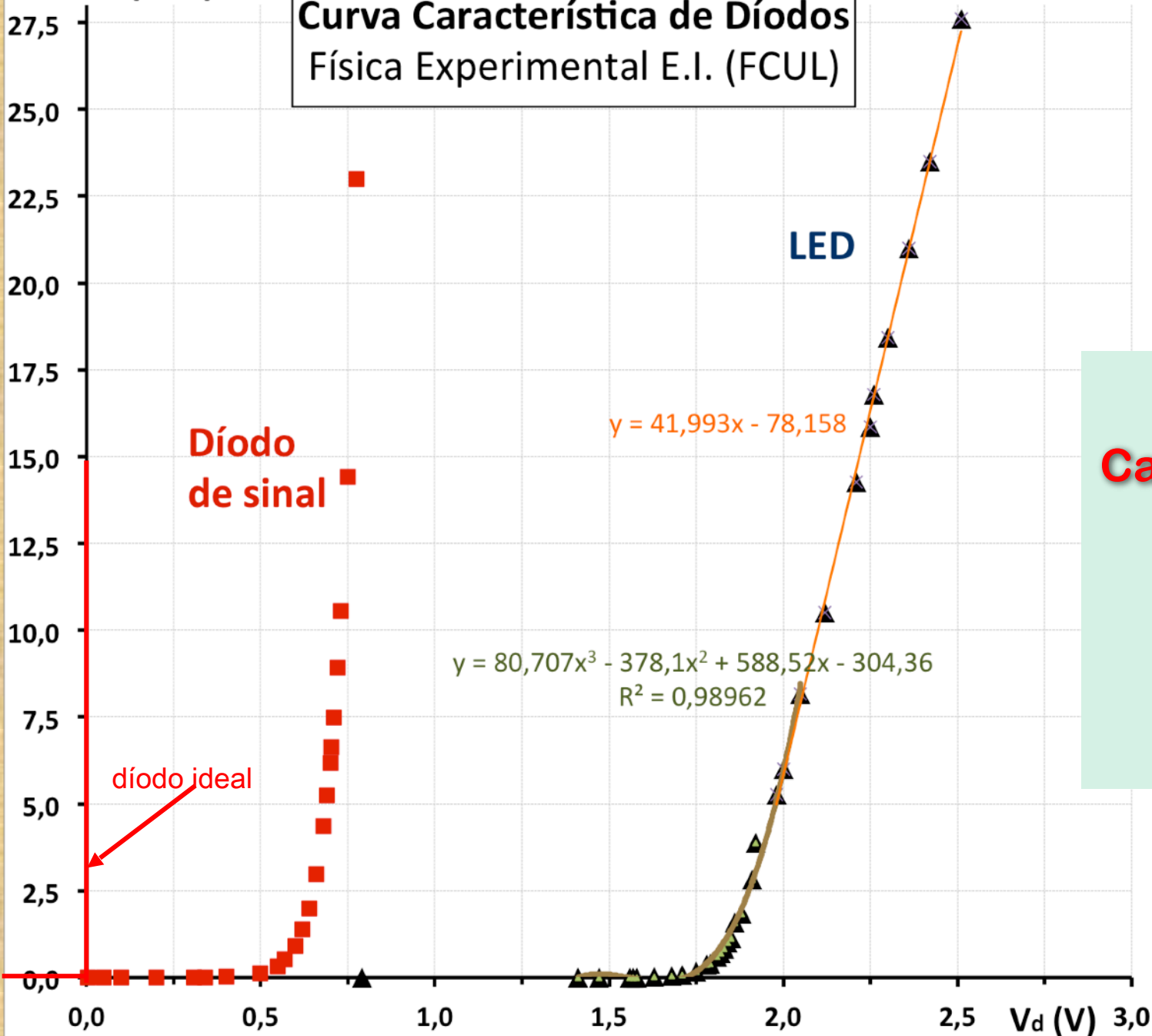
LEDs have several advantages over conventional incandescent lamps. For one thing, they don't have a filament that will burn out, so they last much longer.



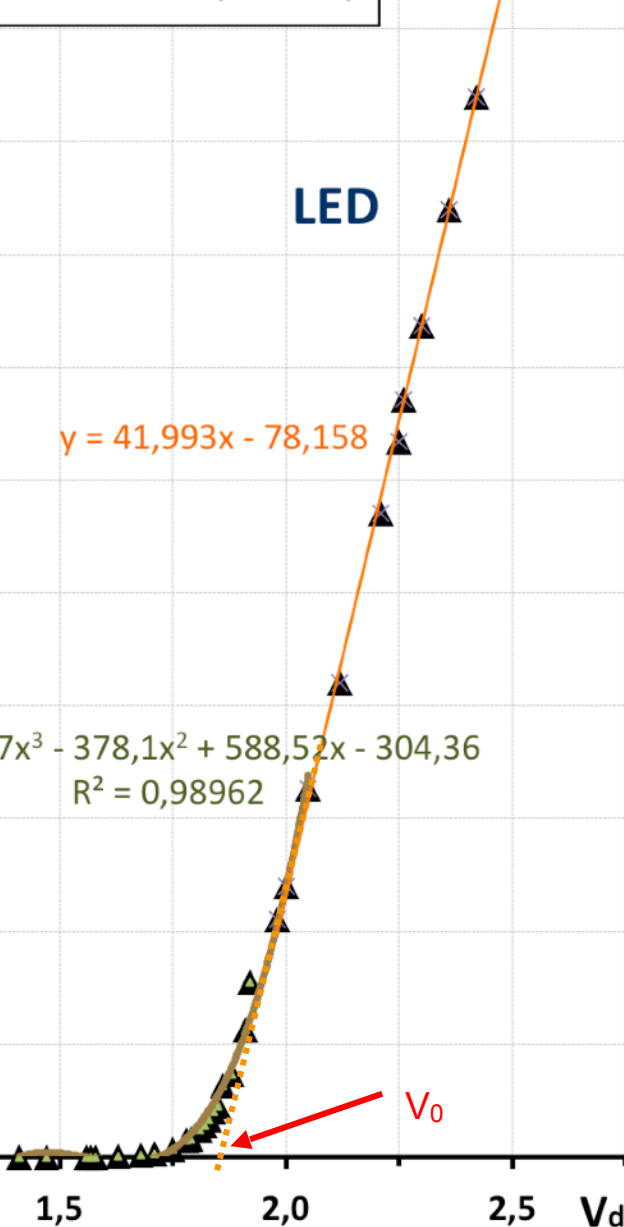
<u>mistura do semicondutor</u>	<u>Cor</u>	<u>λ (nm)</u>
Arseniato de Gálio + alumínio	Inf.Verm	880
Arseniato de Gálio + alumínio	Vermelho	645
Fosfato de alumínio+índio+gálio	Amarelo	595
Fosfato de gálio	Verde	565
Nitreto de gálio	Azul	430

I(mA)

Curva Característica de Díodos Física Experimental E.I. (FCUL)



**Curva
Característica
I-V
do díodo
e do LED**



A libertação de luz no LED

A ddp V_0 necessária para o LED começar a passar corrente vem do gráfico ao lado.

Da reta de ajuste deduz-se que a abcissa na origem ($i=0$ mA) ocorre a

$$V_0 = 78,158(\text{mA}) / 41,993(\text{mA/V}) = 1,861 \text{ V}$$

Assim, a energia E_λ associada ao eletrão saltar a junção np no díodo + libertar radiação eletromagnética é

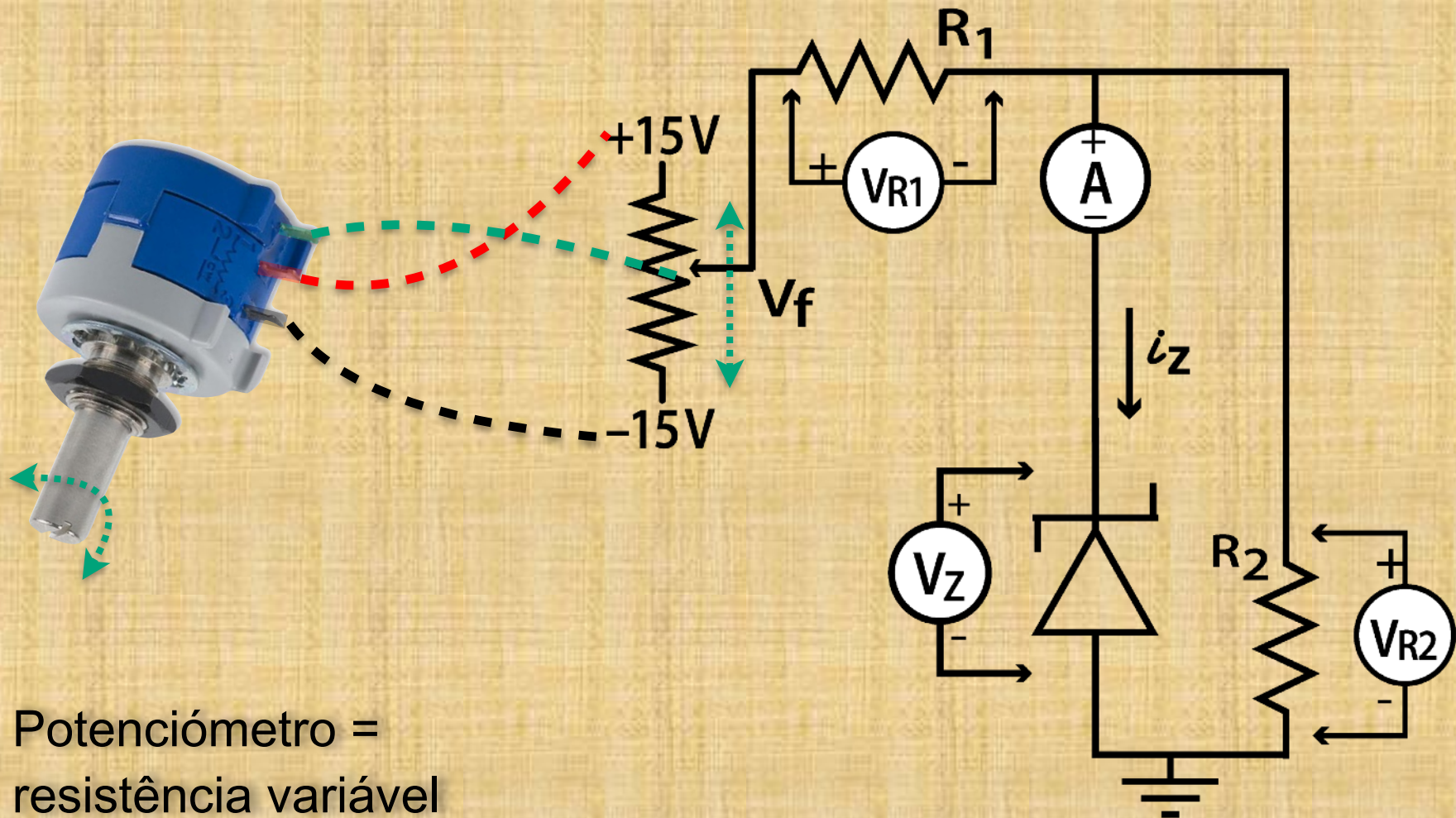
$$E_\lambda = e V_0 \quad (e = \text{carga do eletrão})$$

Se a energia for toda convertida num fóton de comprimento de onda λ , deduz-se que:

$$e V_0 = h c / \lambda \quad (h = \text{constante de Planck} \\ c = \text{velocidade da luz})$$

Conclusão: $\lambda = 666,2 \text{ nm} = \text{vermelho}$

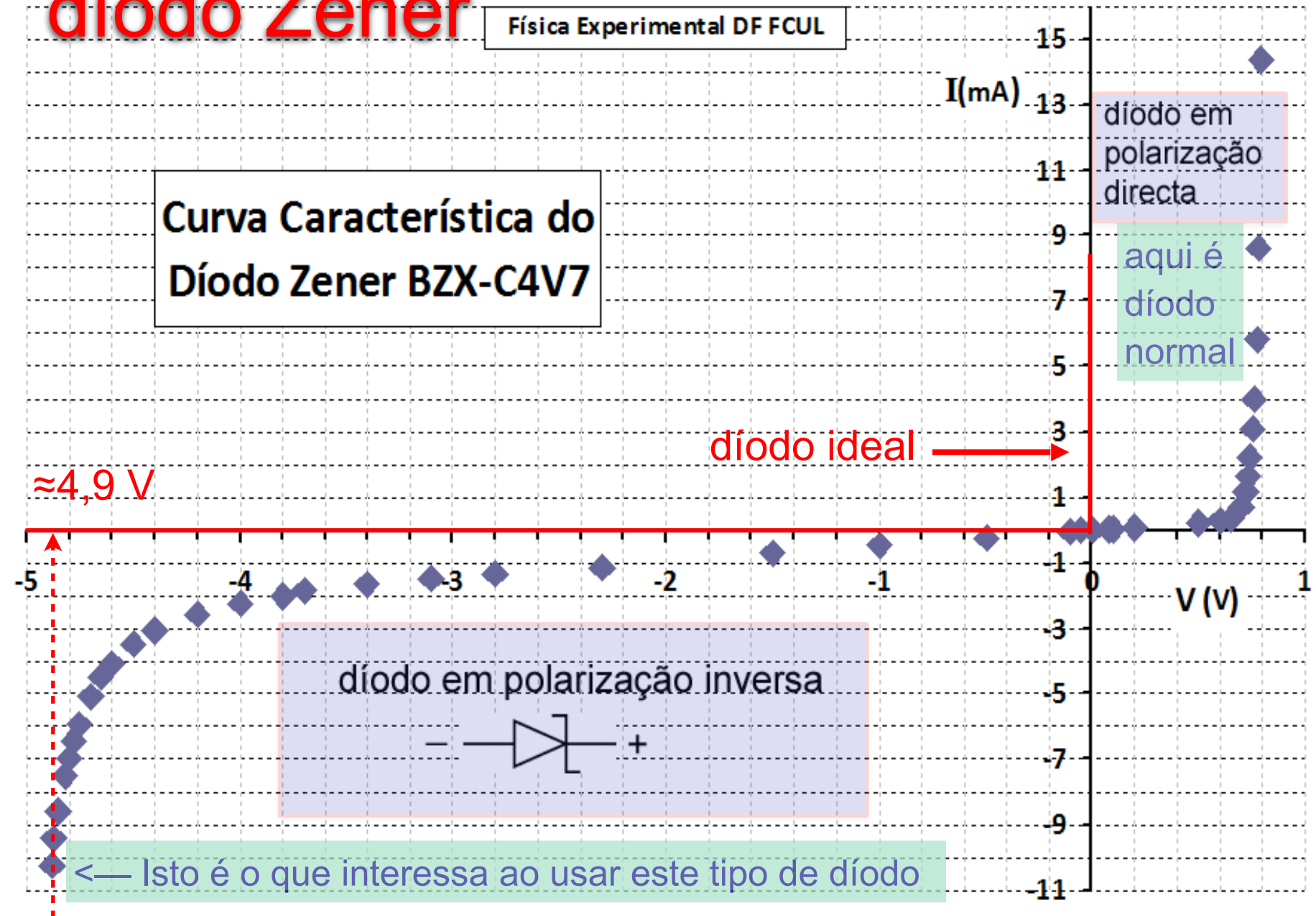
Circuito para estudar o Zener

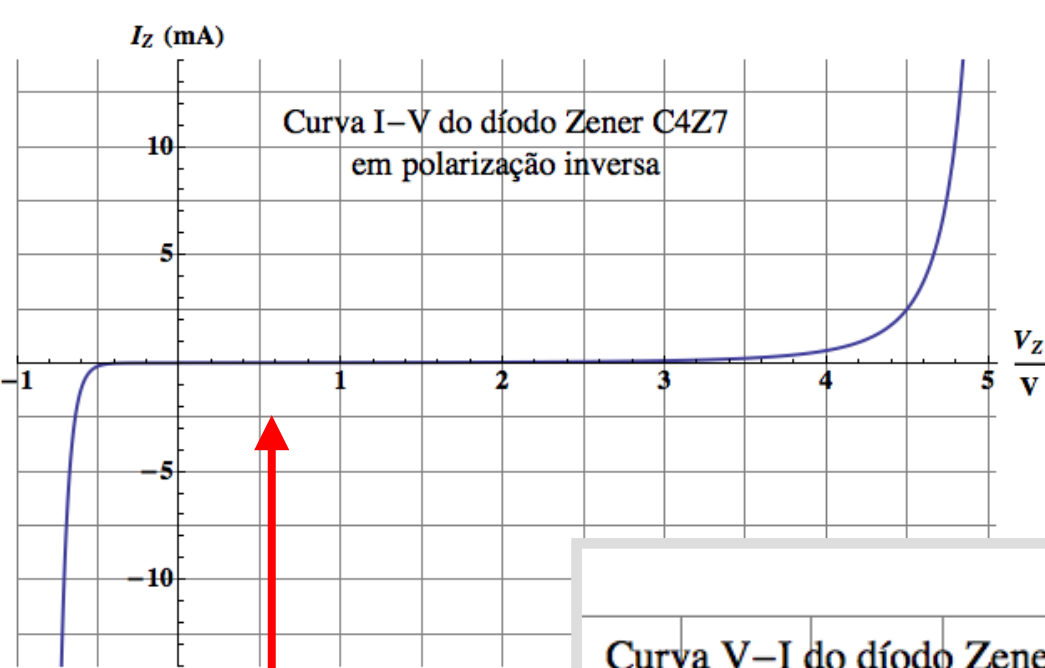


díodo Zener

Física Experimental DF FCUL

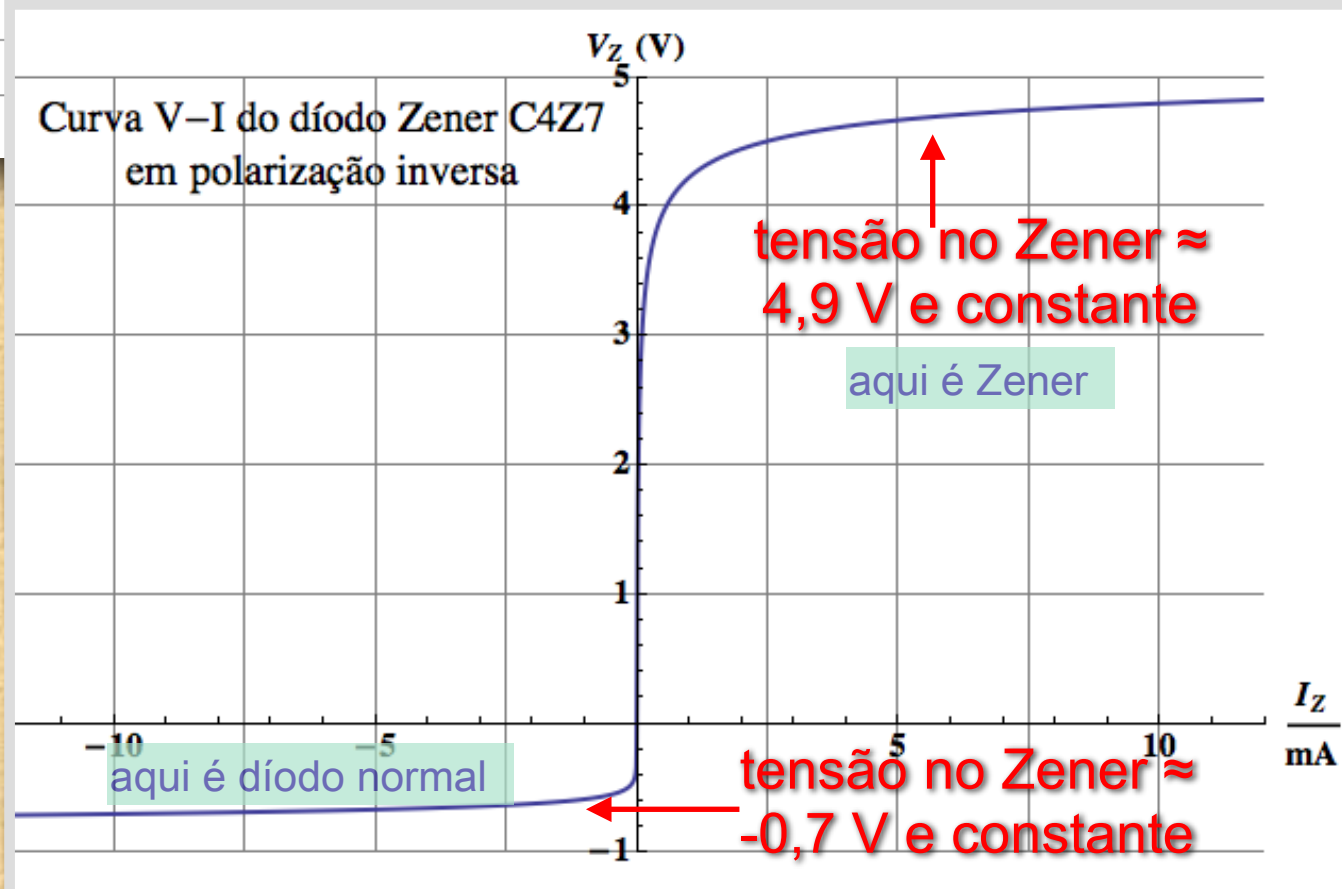
Curva Característica do
Díodo Zener BZX-C4V7



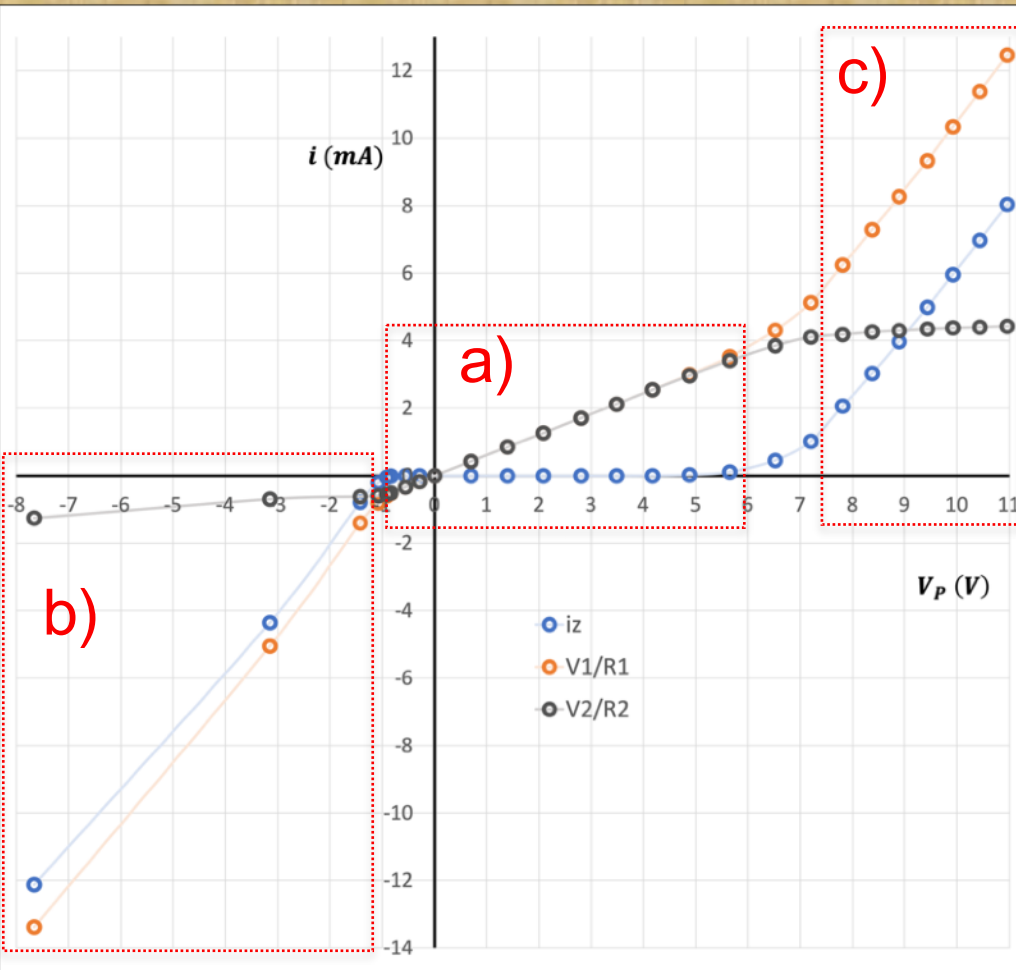


díodo Zener em polarização inversa = modo usual de funcionamento

curva de resposta do díodo Zener tal como é medida no nosso Lab



Resultados do circuito do Zener



a) A corrente no Zener $i_z = 0$. Logo, toda a corrente em R_1 passa em $R_2 \Rightarrow i_1 = i_2$, estão em série.

b) O Zener está polarizado como diodo normal $\Rightarrow V_z \approx$ constante. Logo, $V_z \approx V_2 \approx -0,7$ V \Rightarrow

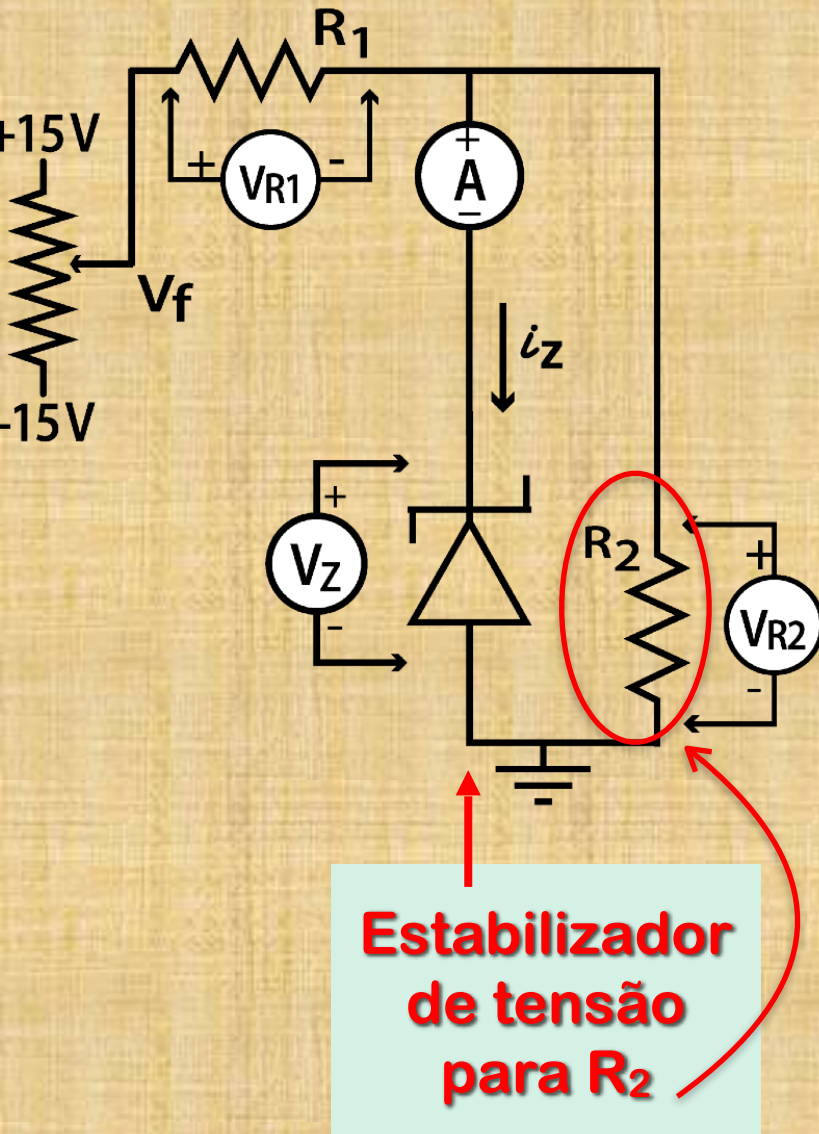
$i_z \approx$ cnst. Assim

$$i_1 = i_z + i_2 \Leftrightarrow i_1 = i_z + \text{cnst}$$

c) A resistência R_2 em paralelo com o Zener fica com a sua ddp $V_z \approx V_2 \approx 4,7$ V. Logo a corrente $i_2 =$ constante para todos os V_p .

$$\Rightarrow i_1 = i_z + i_2 \Leftrightarrow i_1 = i_z + \text{cnst}$$

A utilização real do Zener



- Quando o Zener está a deixar passar corrente i_z , a sua ddp V_Z é quase constante (slide anterior).
- Num circuito real (sem amperímetro) a resistência R_2 representa o aparelho (ou circuito) que é ligado em paralelo ao Zener.
- Assim, o aparelho " R_2 " fica sujeito ao potencial constante de valor " V_Z " => tem a sua ddp estabilizada!

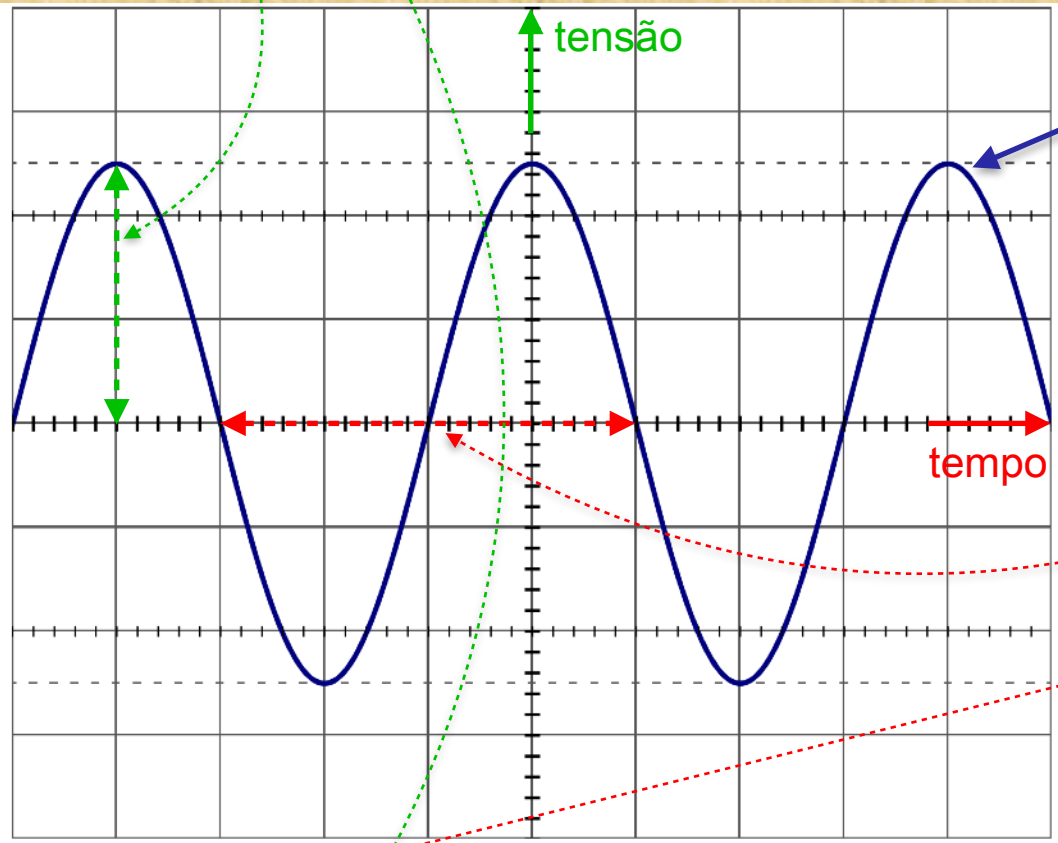
Uso do osciloscópio para medir sinais variáveis no tempo



gerador de sinais $V(t)$

Medição da amplitude A (tensão):

$\Delta Y = 2,5 \text{ div} \Rightarrow$
 $A = 2,5 \text{ div} \times 1 \text{ V/div} = 2,5 \text{ V}$



A tensão sinusoidal é do tipo:

$$V_g(t) = A \sin(\omega \cdot t + \varphi) + V_o$$

Medição do Período T:

$\Delta X = 4,0 \text{ div} \Rightarrow$
 $T = 4,0 \text{ div} \times 0,05 \text{ ms/div} = 0,20 \text{ ms}$

A frequência:

$$f = 1/T = 5,0 \text{ kHz}$$

$\varphi = 0^\circ$ fase inicial deste sinal

Base de Tempo: 0.05 s ms μs ns ps /divisão

Escala Vertical: 1. V mV μV nV pV /divisão