

# Camada Física da Computação

Aula 18 – Diodos

2017 – Rafael Corsi e Eduardo Marossi

(2016) Fábio Ayres <[fabioja@insper.edu.br](mailto:fabioja@insper.edu.br)>

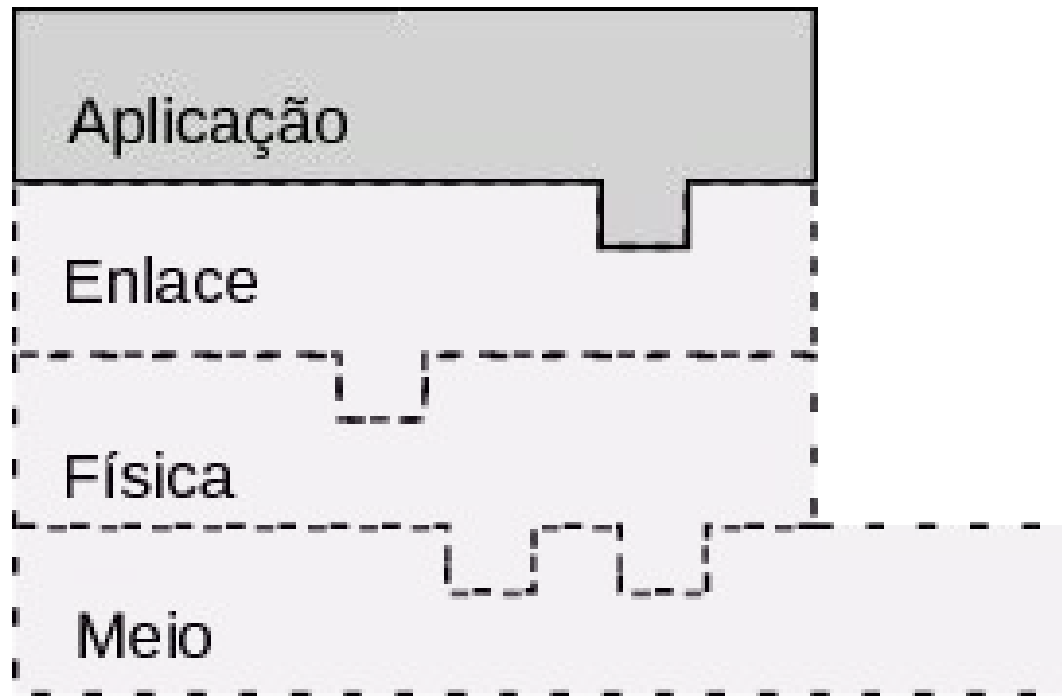
# Objetivos

- Entender o funcionamento de diodos
- Resolver circuitos simples com diodos

## Referências:

- Schertz e Monk, "Practical Electronics for Inventors", cap. 4, sec. 4.1 – 4.2.4
- Malvino, "Eletrônica, Volume 1", Capítulo 2 e 3

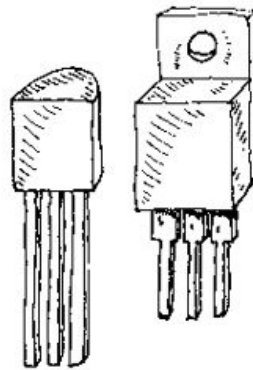
# Camada Física



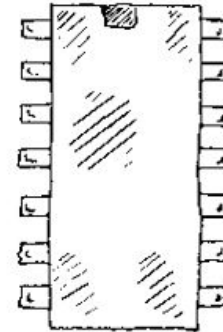
# Semi-Condutores



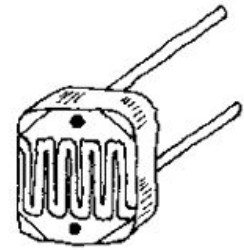
**Diodes/LEDs**



**Transistors**



**Microchips**



**Solar cells**

# Silício monocristalino



<https://youtu.be/XbBc4ByimY8>

# Diodos - exemplos de uso

- Demodulação AM
- Retificação de sinal
- Limite de polaridade de uma bateria
- Regulação de tensão
- ...

# Diodo



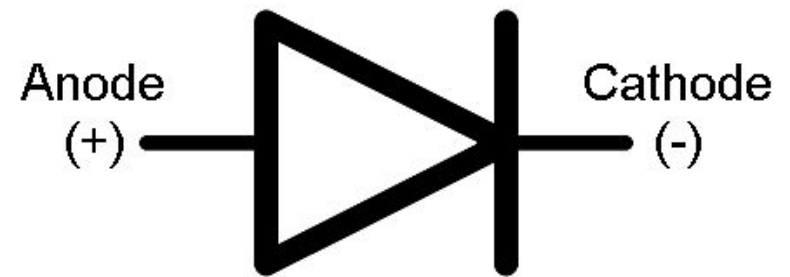
**Signal Diode**



**Power Diode**



**Zener Diode**



**Light Emitting Diode - LED**

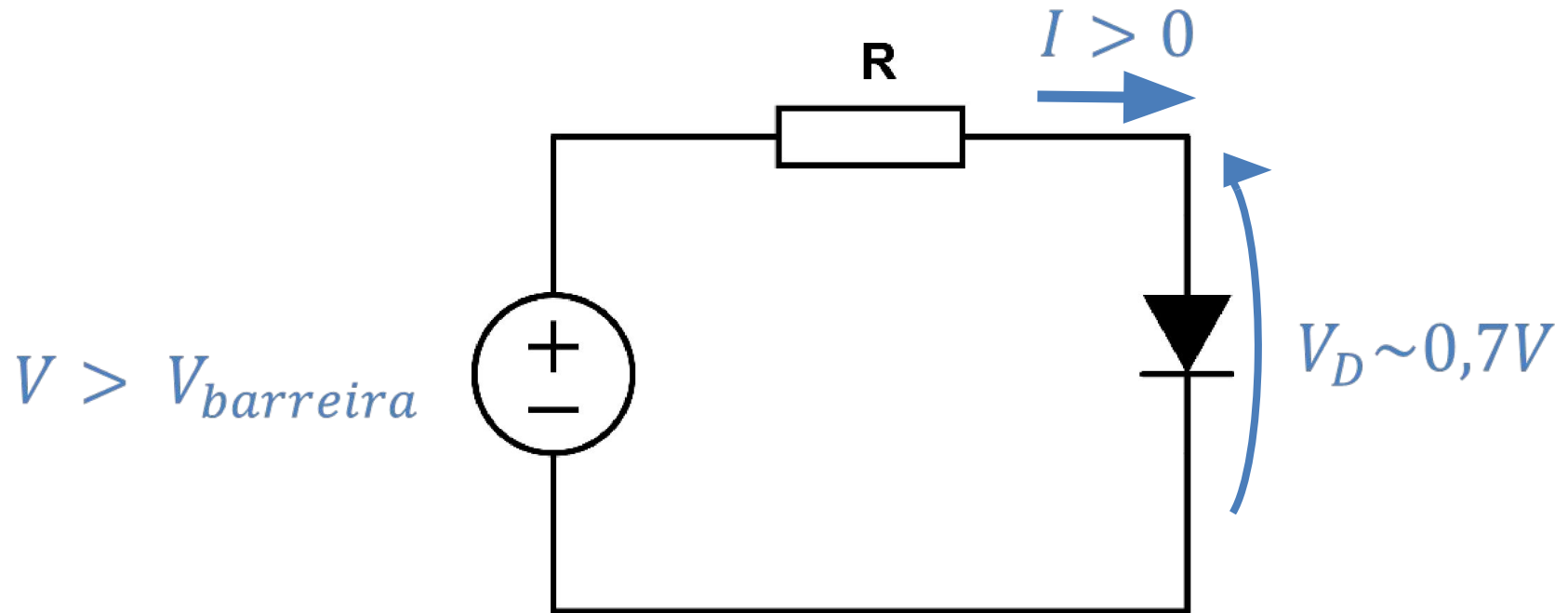
# HANDAOUT 1

10 minutos para o handout 1...

18-Diodo/1-Handout-intro.pdf/.md

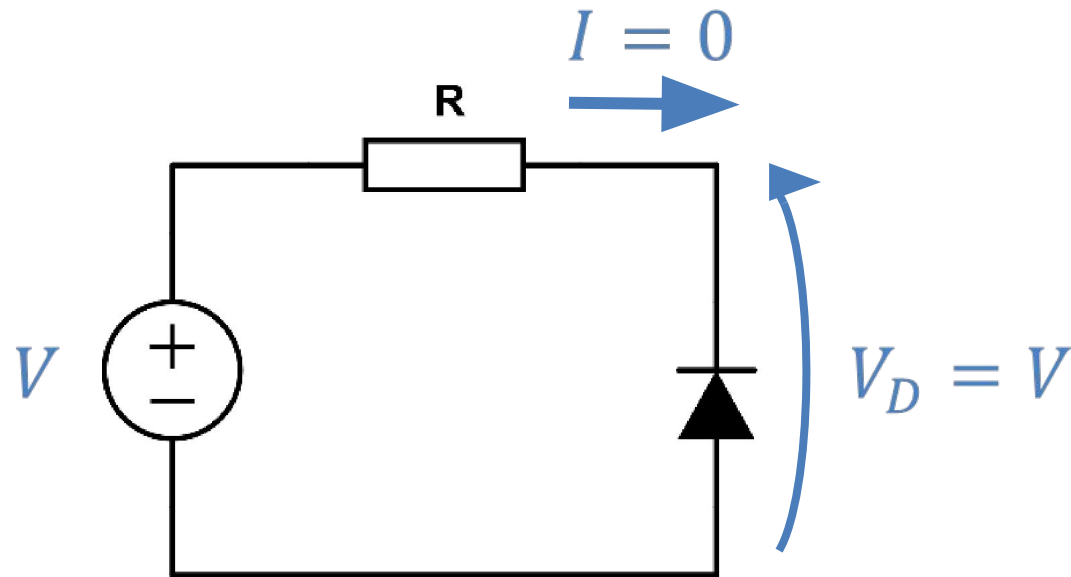


# Polarização direta



Diodos de silício:  $V_{barreira} \sim 0,7V$

# Polarização reversa

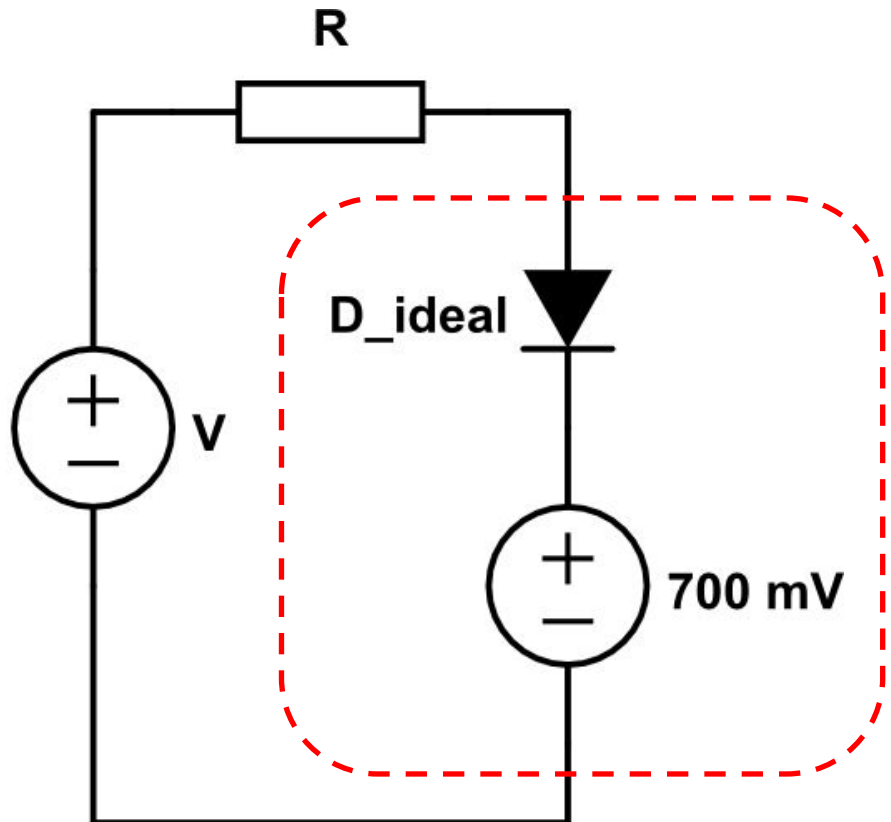
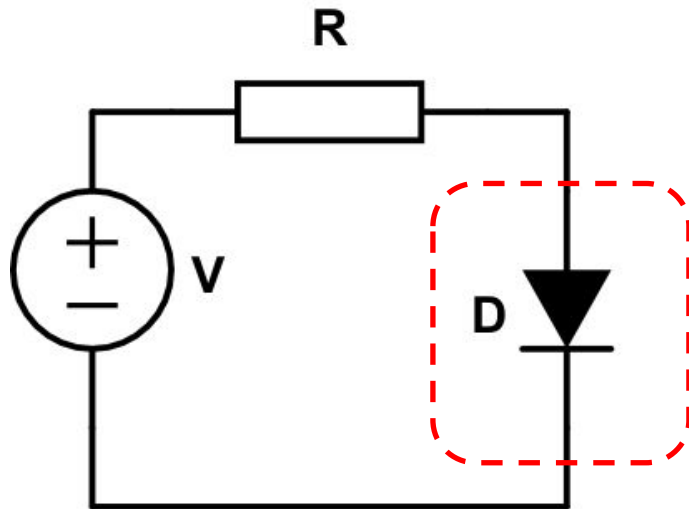


Para todos os efeitos práticos, o diodo será um circuito aberto

# Modelo diodo ideal

- Polarização direta: curto-circuito
- Polarização reversa: circuito aberto

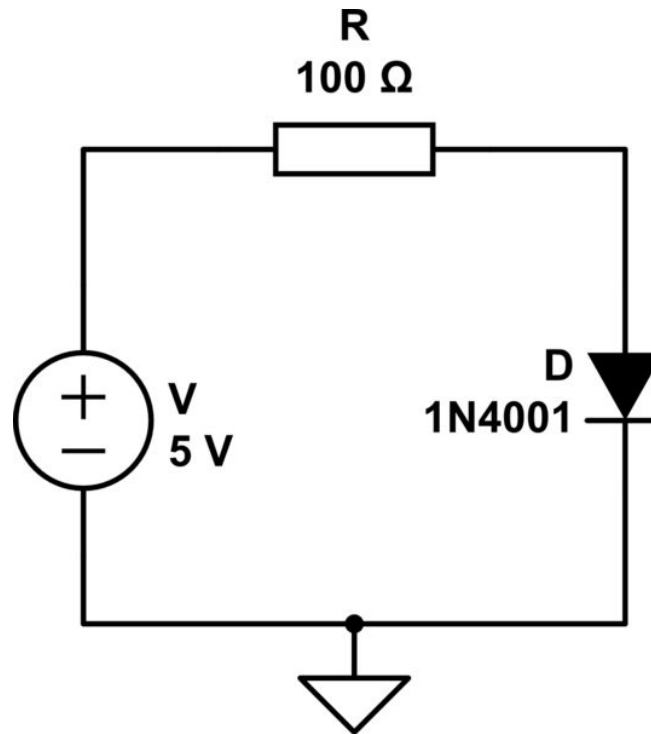
# Modelo ideal aperfeiçoado



**Usaremos este modelo nas nossas análises**

# Exercícios

1. Calcule a corrente no diodo do circuito abaixo

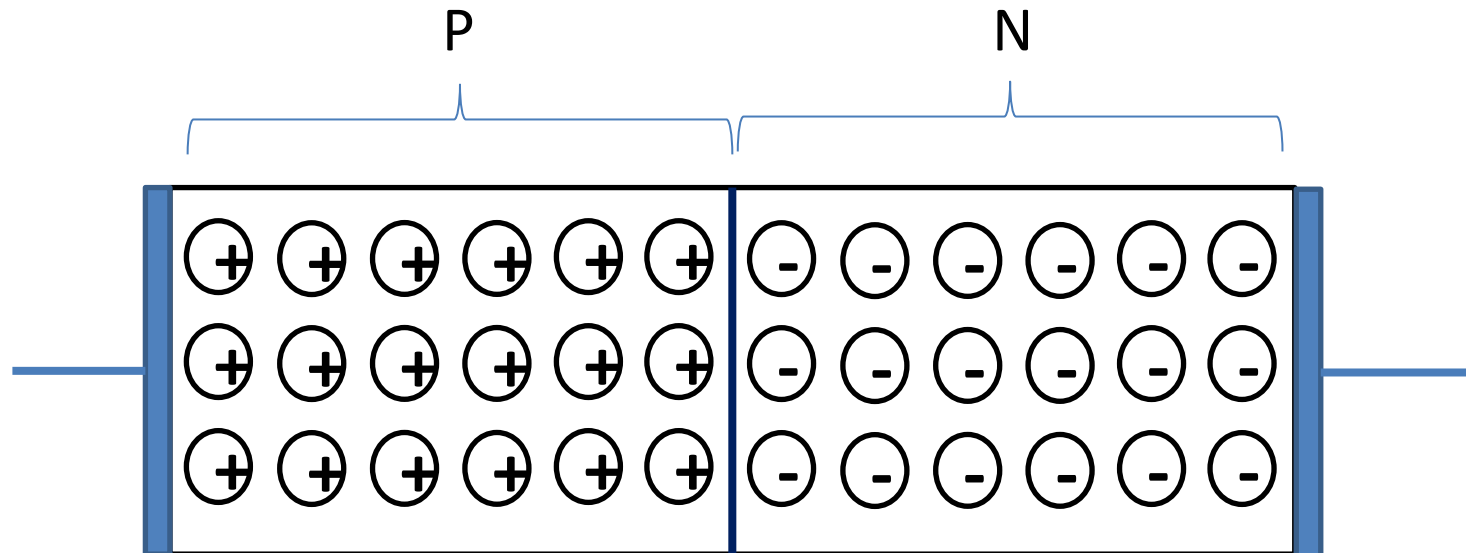


# HANDAOUT 2

10 minutos para o handout 1...

18-Diodo/2-Handout-Circuitos.pdf/.md

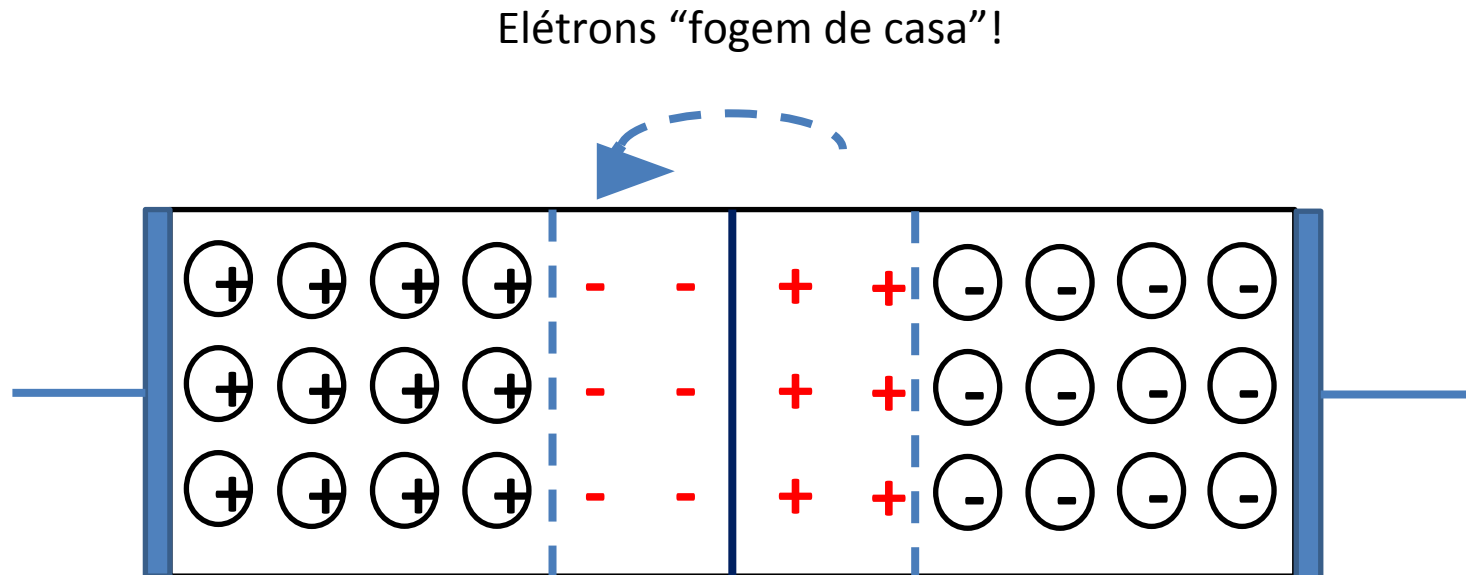
# Junção PN



⊕ : impureza trivalente. Exemplo: Boro

⊖ : impureza pentavalente. Exemplo: Fósforo

# Formação da barreira de potencial

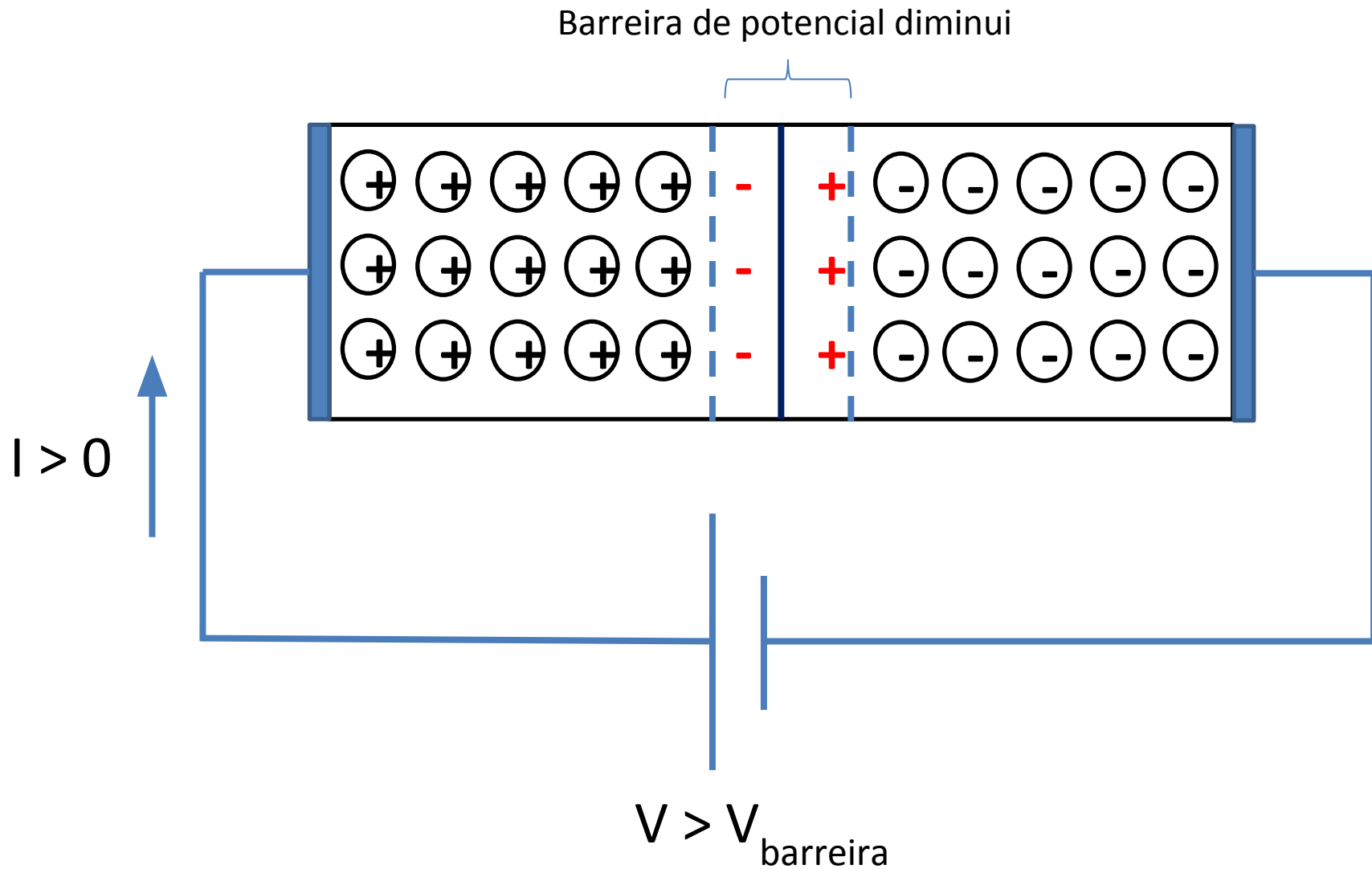


Elétrons livres do lado N migram para o lado P e são “acolhidos” (recombinam-se) com as lacunas existentes, resultando em dois íons:

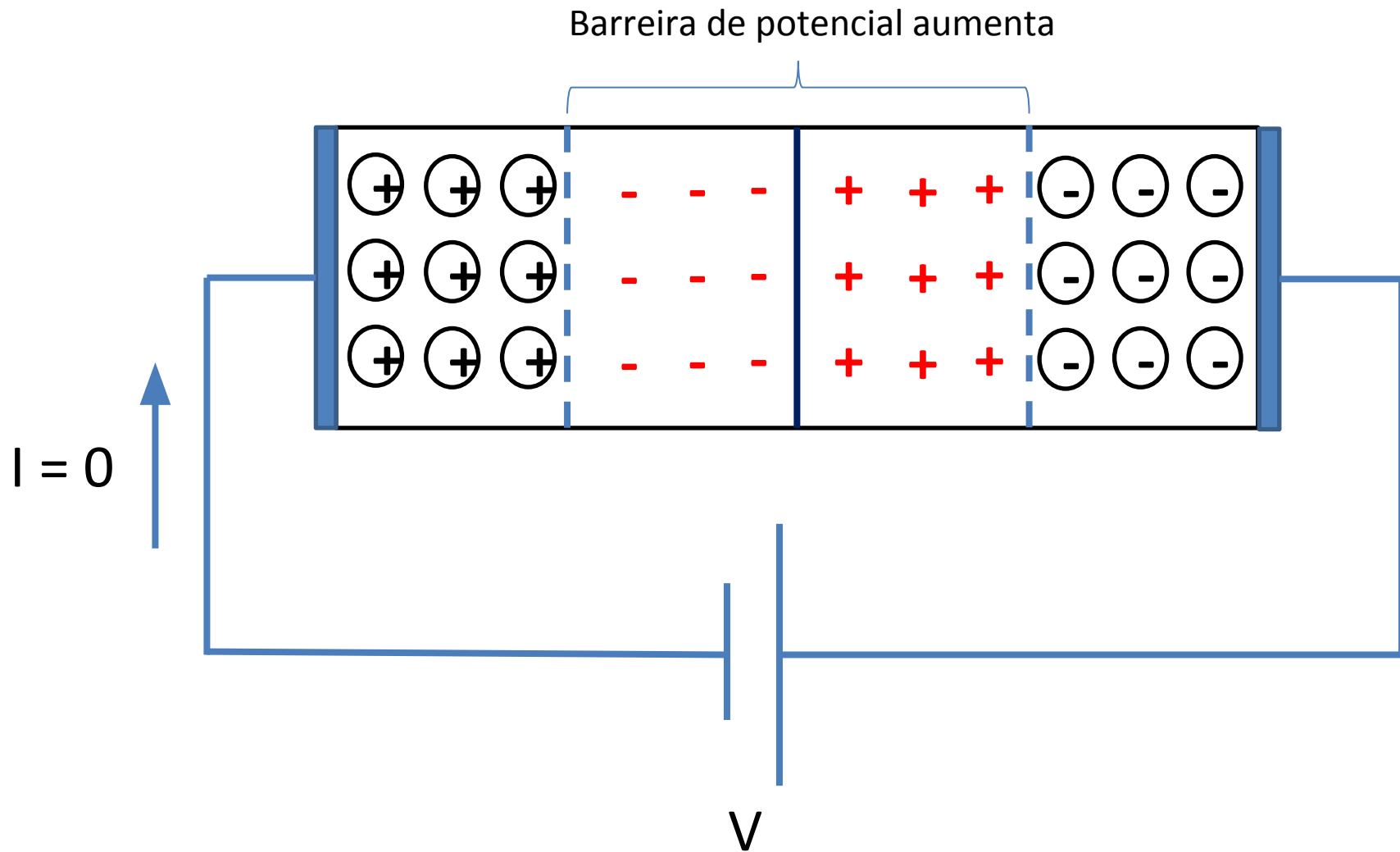
- Do lado N ficamos com íons positivos (pois o elétron foi embora)
- Do lado P ficamos com íons negativos (pois o elétron veio morar aqui...)



# Polarização direta



# Polarização reversa



# HANDAOUT 3

10 minutos para o handout 3...

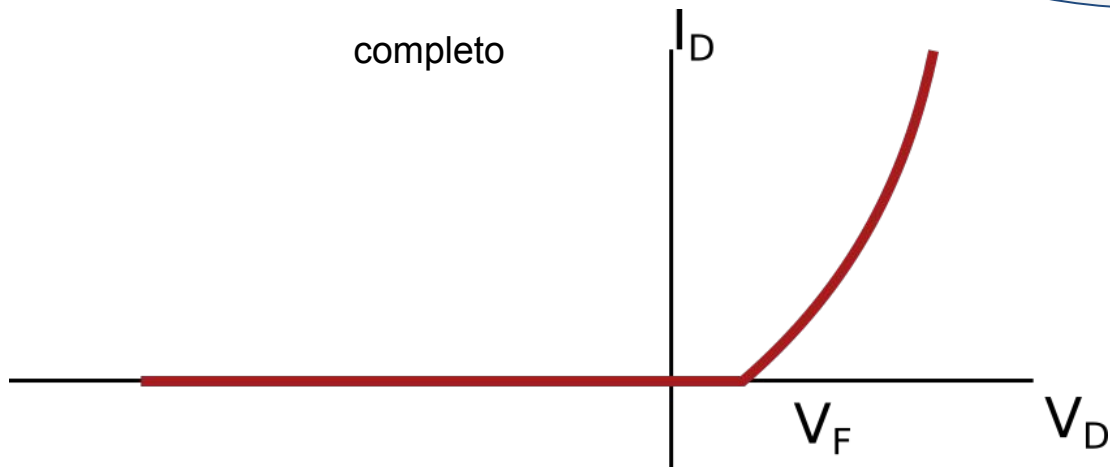
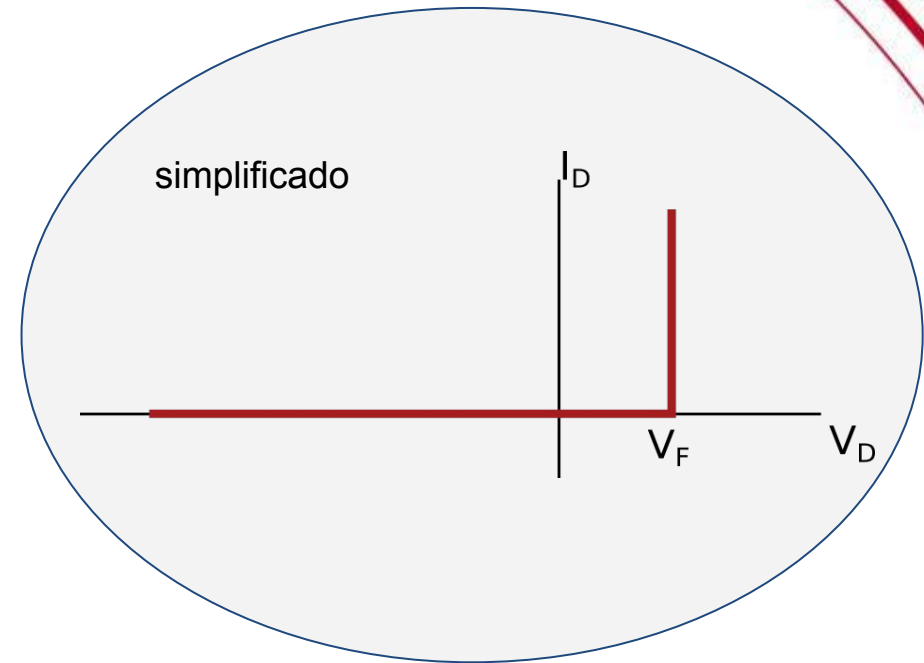
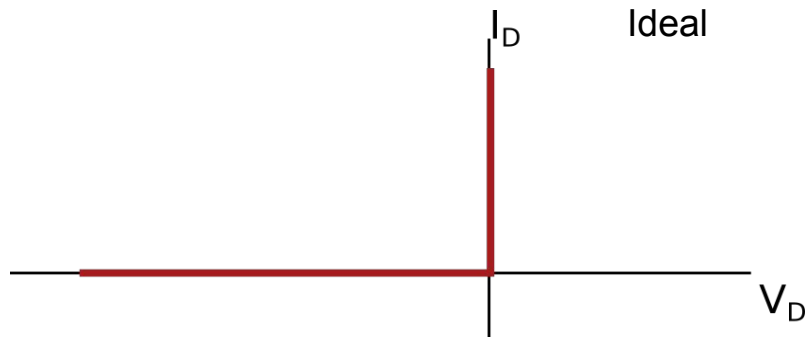
18-Diodo/3-Handout-Curva.pdf/.md

# Modelos

Podemos gerar três modelos para o diodo:

- ideal
  - Conduz/não conduz (sem perdas)
- simplificado
  - Conduz/não conduz (com perda)
- completo
  - Corrente vs Tensão não linear

# Modelos



# Equação de Shockley

Corrente no diodo em função da tensão

$$i_D = I_0 \left( e^{\frac{qV_D}{kT}} - 1 \right)$$

k: Constante de Boltzmann

T: temperatura em Kelvin

q: Carga elementar

$I_0$ : corrente de saturação

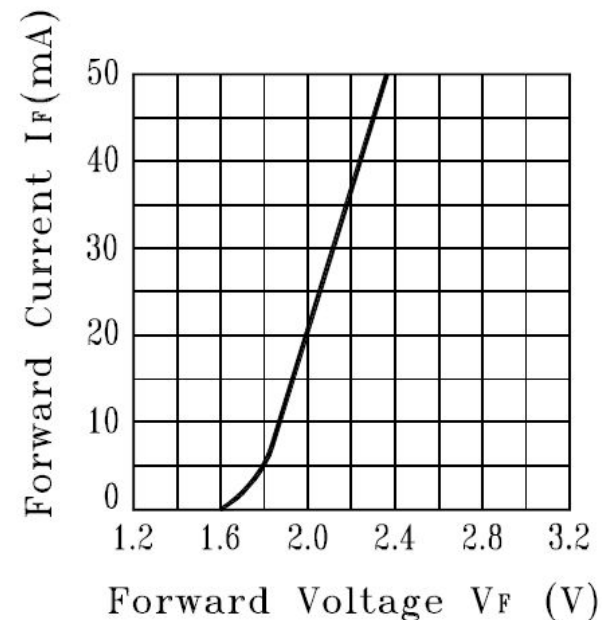
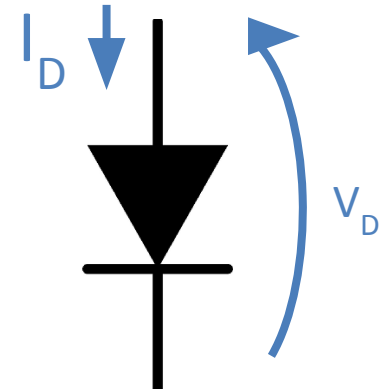
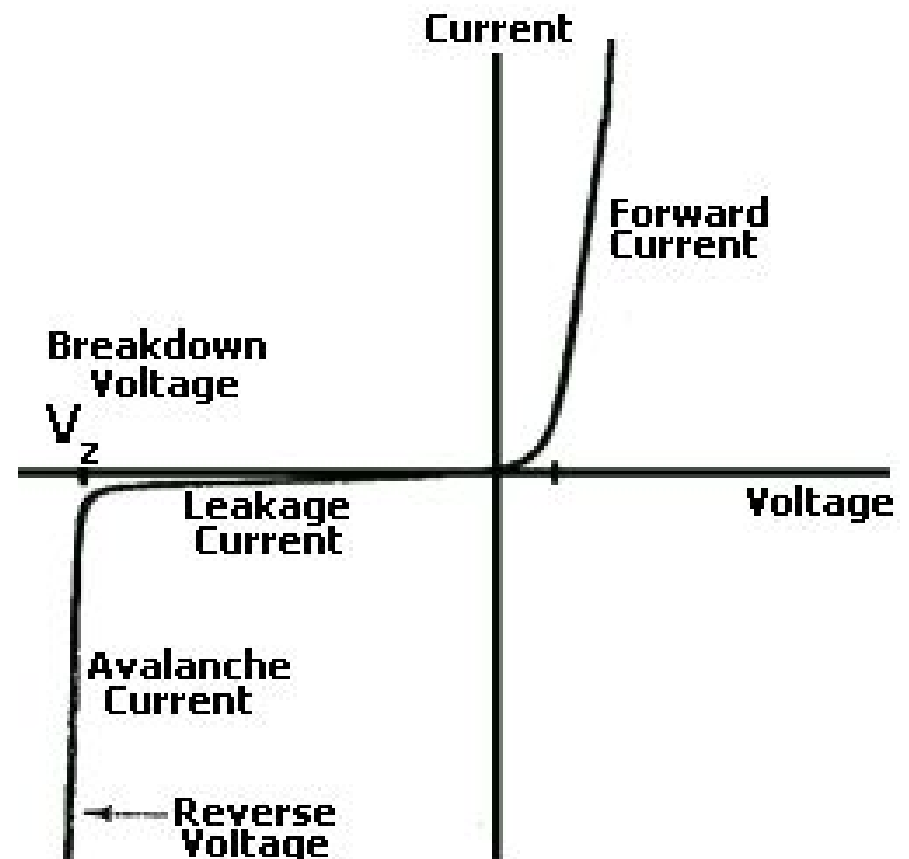
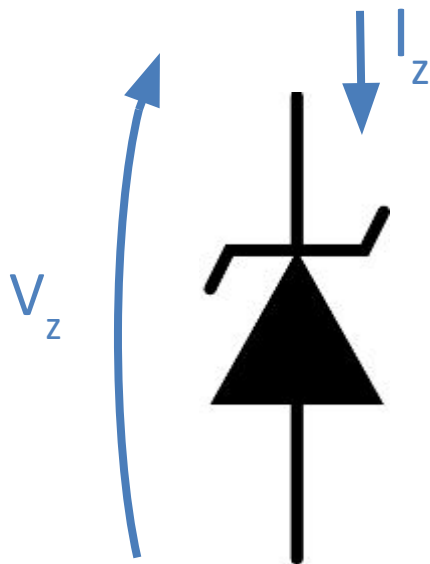


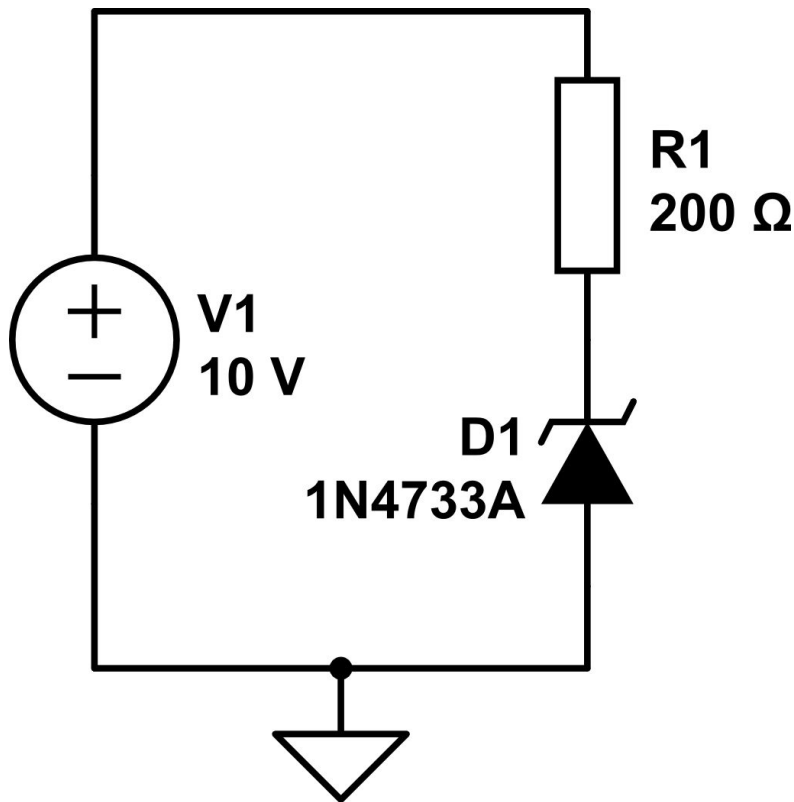
Fig.2 Forward Current vs.  
Forward Voltage

# Diodo Zener

Zener: Feito para operar em polarização reversa!



# Exercício



- Sabendo que  $V_Z = 5.1\text{V}$ , calcule  $I_Z$
- Qual o valor de  $I_Z$  para operação ideal, segundo o datasheet?
- Qual o valor de  $R_1$  para que  $I_Z$  seja o valor ideal
- (Por que trabalhar próximo do ideal?)

<https://www.circuitlab.com/circuit/n8bhhe/diodo-zener/>



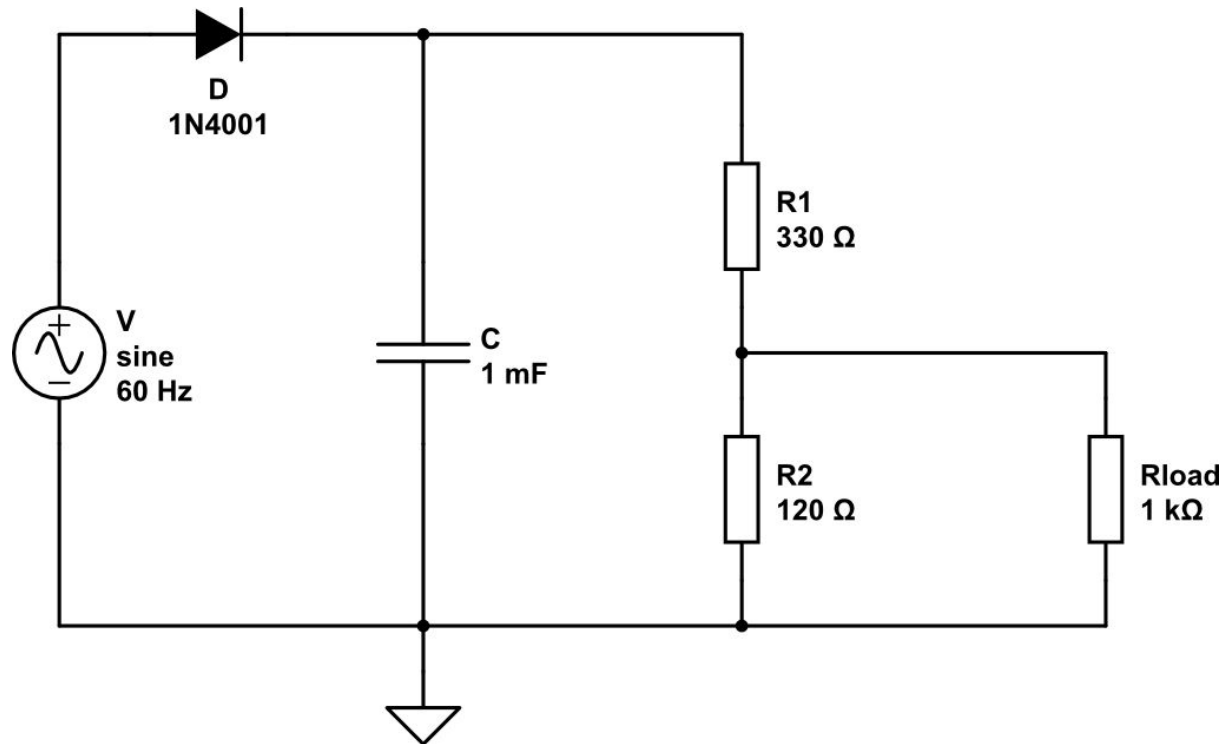
# HANDAOUT 4

10 minutos para o handout 4...

18-Diodo/4-Handout-Zener.pdf/.md

# Zener? Pra que serve?

- Estabilização de tensão! Considere o circuito a seguir...

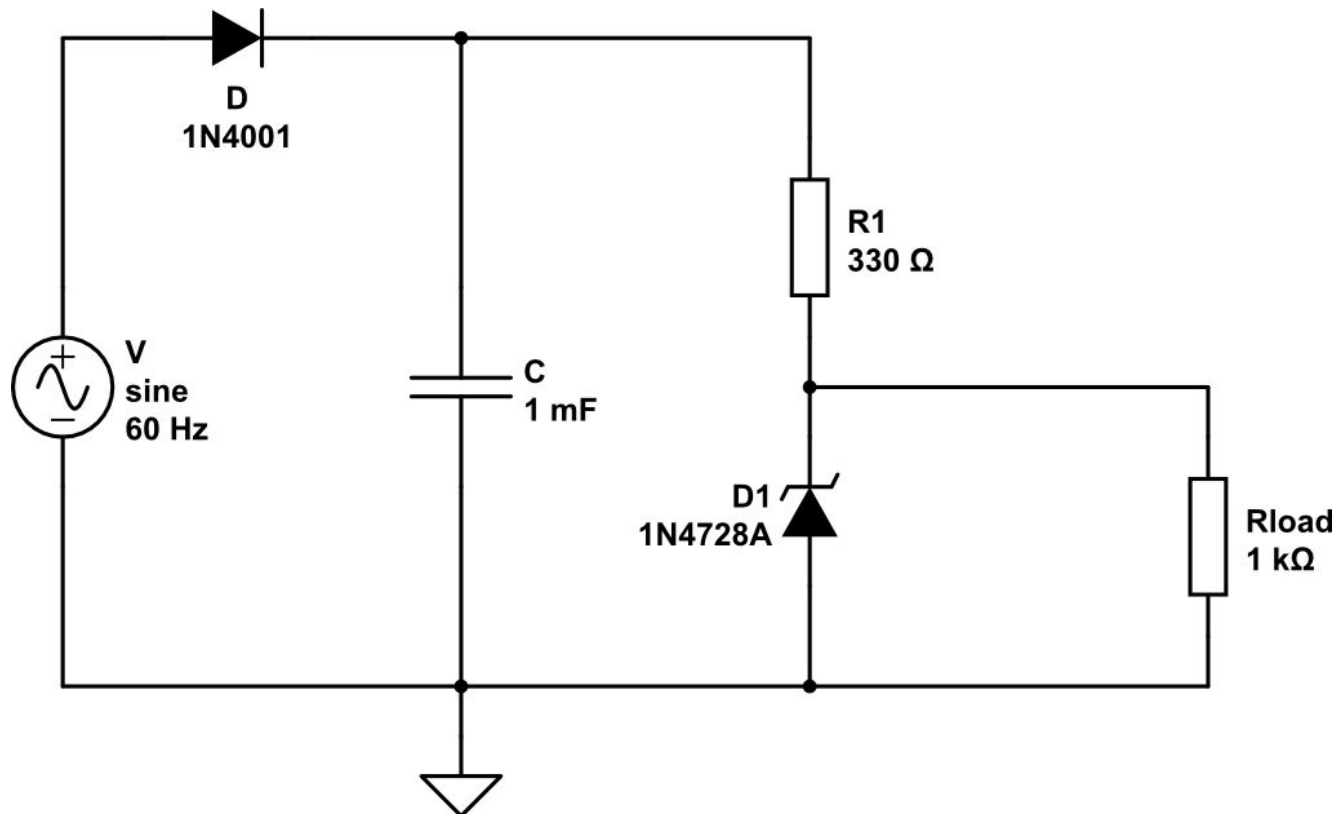


# Exemplo de estabilização

- Meça a tensão de saída (ou seja, no resistor de carga  $R_{load}$ )
- Verifique que existe um *ripple* bem forte lá!
- E agora? Proponha uma solução para diminuir o ripple!

# Exemplo de estabilização

- Usando um Zener:



<https://www.circuitlab.com/circuit/n68bn7/fonte-de-tensao-estabilizada/>

# Referências

- Scherz and Monk, 4.2.5 a 4.2.6
- Malvino, Capítulos 4 e 5

# Próxima aula

- Transistores bipolares
  - Practical Electronics for Inventors, seção 4.3 até 4.3.2
  - Malvino, vol. 1, cap. 6

# Insper

[www.insper.edu.br](http://www.insper.edu.br)