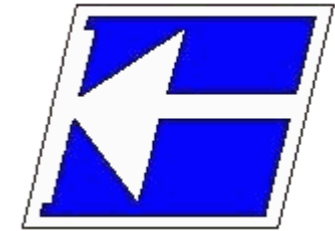


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Departamento Acadêmico de Eletrônica

Eletrônica Analógica I



Reguladores de Tensão

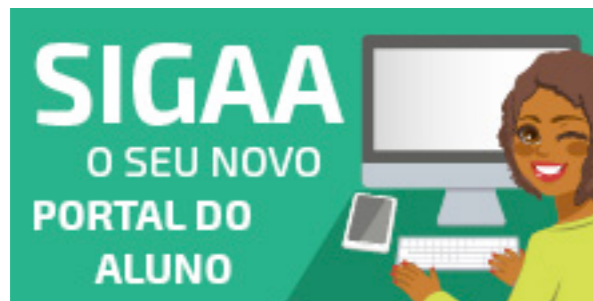
Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, outubro de 2025.

Eletrônica Analógica I

O material do curso está disponível em:

1. SIGAA para os alunos matriculados na disciplina;
2. Página do professor;
3. Canal no youtube do professor.



<https://sigaa.ifsc.edu.br>

ProfessorPetry
Conhecimento para uma vida plena

PRINCIPAL PROJETO PUBLICAÇÕES CONTATO



Bem vindo ao Website pessoal de Clovis Antonio Petry

O objetivo desta página é a divulgação de informações sobre eletrônica, em especial eletrônica de potência. Todos os materiais disponibilizados podem ser livremente utilizados, desde que citados os autores. As disciplinas do semestre corrente podem ser acessadas clicando na imagem da esquerda abaixo. Material didático pode ser encontrado clicando na imagem da direita abaixo.



Eventos

Outubro, 2020
SNCT 2020
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2020, Florianópolis, SC.
[Acesse...](#)

Setembro, 2020
COBENGE 2020
XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE, Bento Gonçalves, RS. [Acesse...](#)

www.ProfessorPetry.com.br



<https://www.youtube.com>

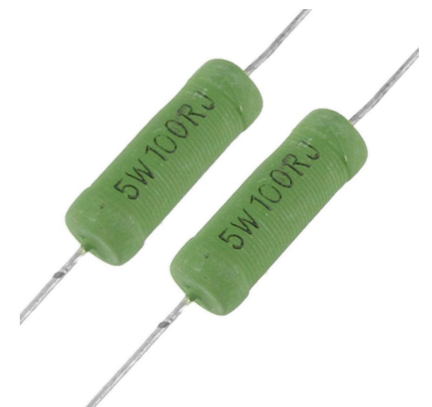
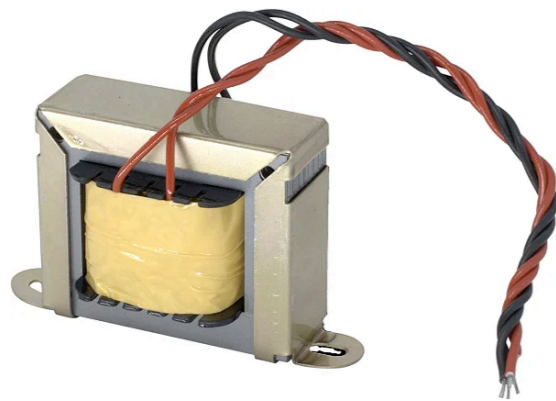
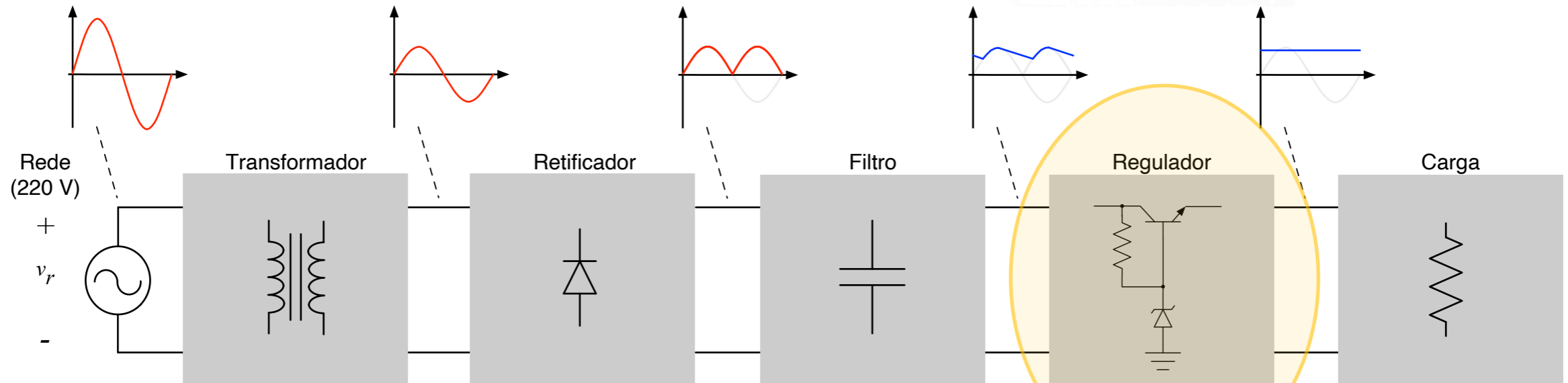
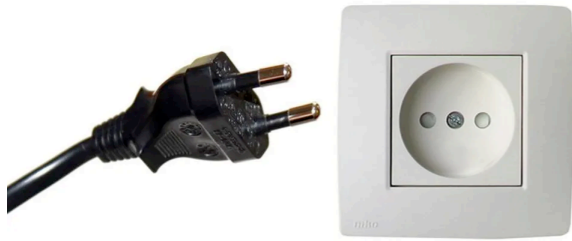
Agenda

Esta aula está organizada em:

1. Introdução;
2. Regulação de tensão a transistor;
3. Regulador série a transistor em malha aberta;
4. Regulador série a transistor em malha fechada;
5. Regulador série com amplificador operacional;
6. Limitação de corrente;
7. CIs reguladores de tensão;
8. Regulador série de tensão positiva fixa;
9. Regulador série de tensão negativa fixa;
10. Especificações de um regulador;
11. Reguladores de tensão ajustáveis.

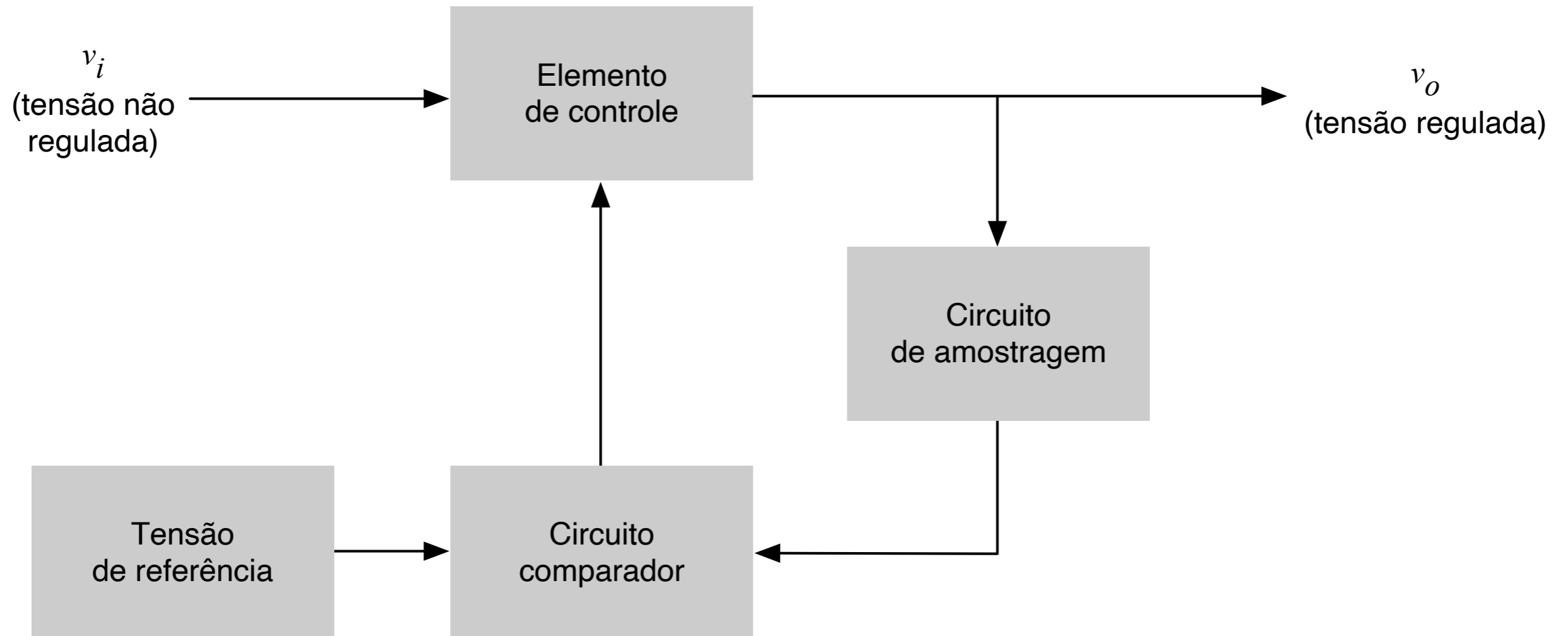


Introdução



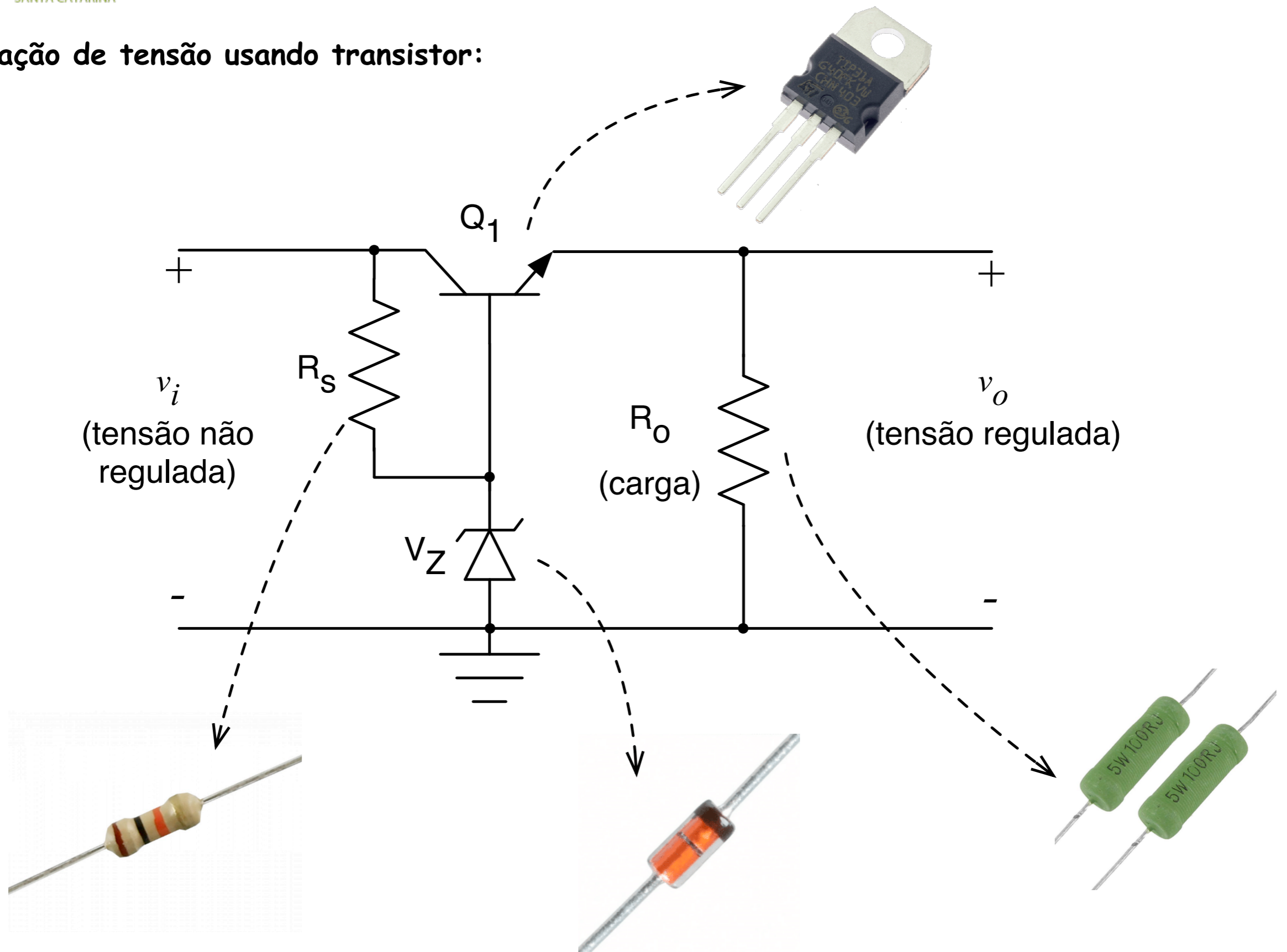
Regulação de tensão a transistor

Regulação de tensão em série:



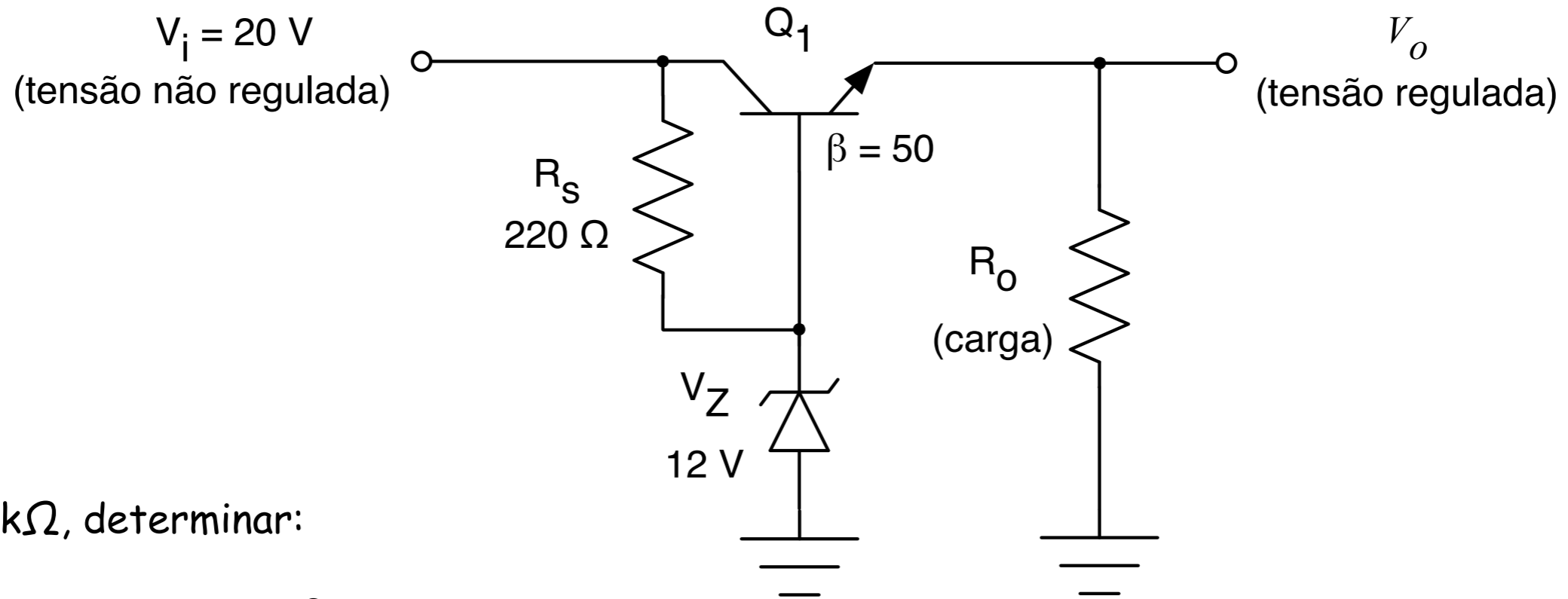
Regulador série a transistor em malha aberta

Regulação de tensão usando transistor:



Regulador série a transistor em malha aberta

Regulação de tensão usando transistor (exemplo):



Se $R_L = 1 \text{ k}\Omega$, determinar:

$V_o = ?$ $V_{CE} = ?$

$I_Z = ?$ $P_{Q1} = ?$

$P_Z = ?$ $P_{R_o} = ?$

$I_C = ?$

Regulador série a transistor em malha aberta

Regulação de tensão usando transistor (exemplo respondido):

$$V_o = V_Z - V_{BE} = 12 - 0,7 = 11,3V$$

$$V_{CE} = V_i - V_o = 20 - 11,3 = 8,7V$$

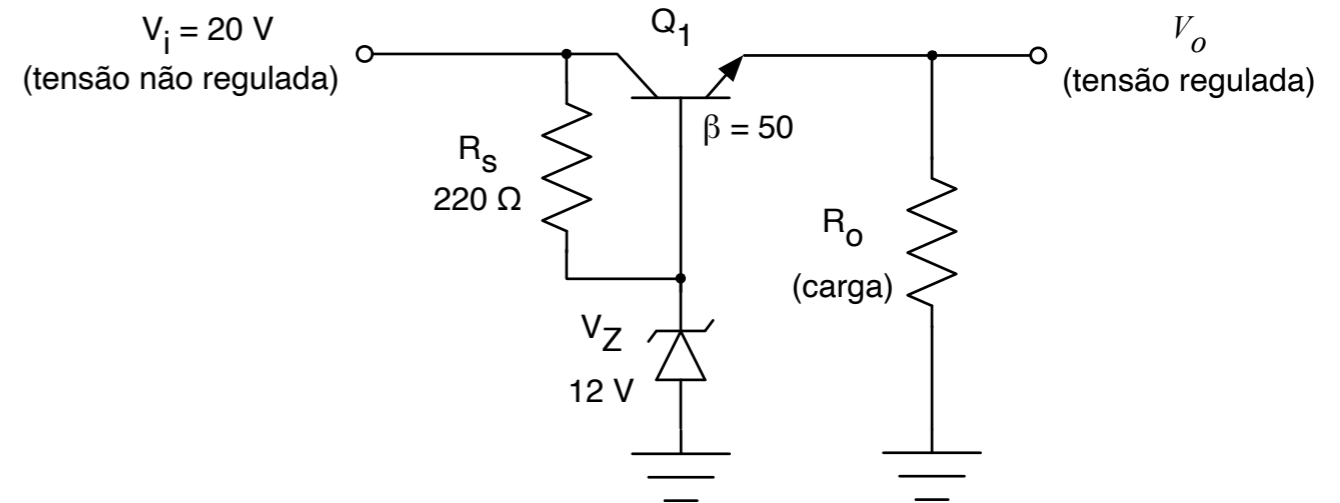
$$I_{R_s} = \frac{V_i - V_Z}{R_s} = \frac{20 - 12}{220} = 36,4mA$$

$$P_{R_s} = V_{R_s} \cdot I_{R_s} = 8 \cdot 36,4m = 0,29W$$

$$I_{R_s} = \frac{V_i - V_Z}{R_s} = \frac{20 - 12}{220} = 36,4mA$$

$$I_{R_o} = I_E = \frac{V_o}{R_o} = \frac{11,3}{1k} = 11,3mA$$

$$I_C \cong I_E = 11,3mA$$



$$P_{Q1} = V_{CE} \cdot I_C = 8,7 \cdot 11,3m = 98,31mW$$

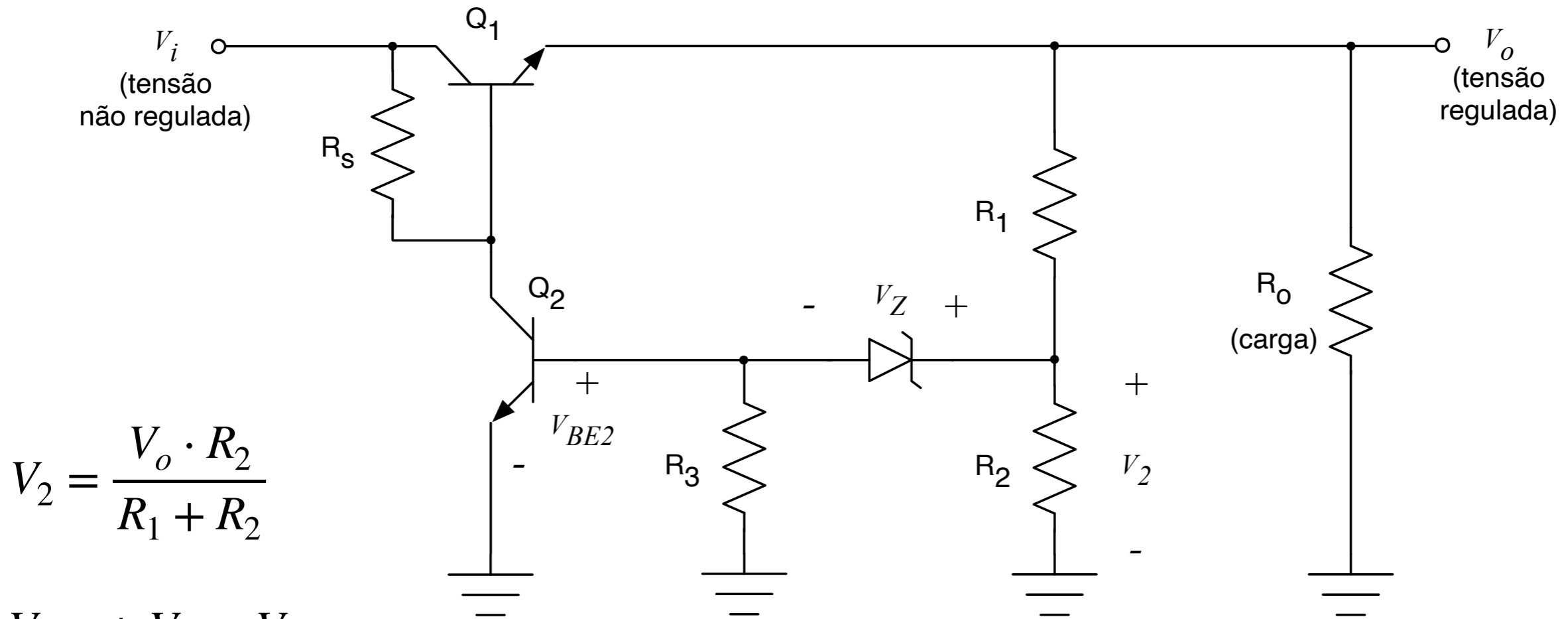
$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{11,3}{50} = 226\mu A$$

$$I_Z = I_{R_s} - I_B = 36,4m - 226\mu \cong 36mA$$

$$P_Z = V_Z \cdot I_Z = 12 \cdot 36m = 0,4W$$

Regulador série a transistor em malha fechada

Regulação de tensão usando transistor:



$$V_2 = \frac{V_o \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{BE2} + V_Z = V_2$$

$$V_{BE2} + V_Z = \frac{V_o \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_o = (V_Z + V_{BE2}) \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

Regulador série a transistor em malha fechada

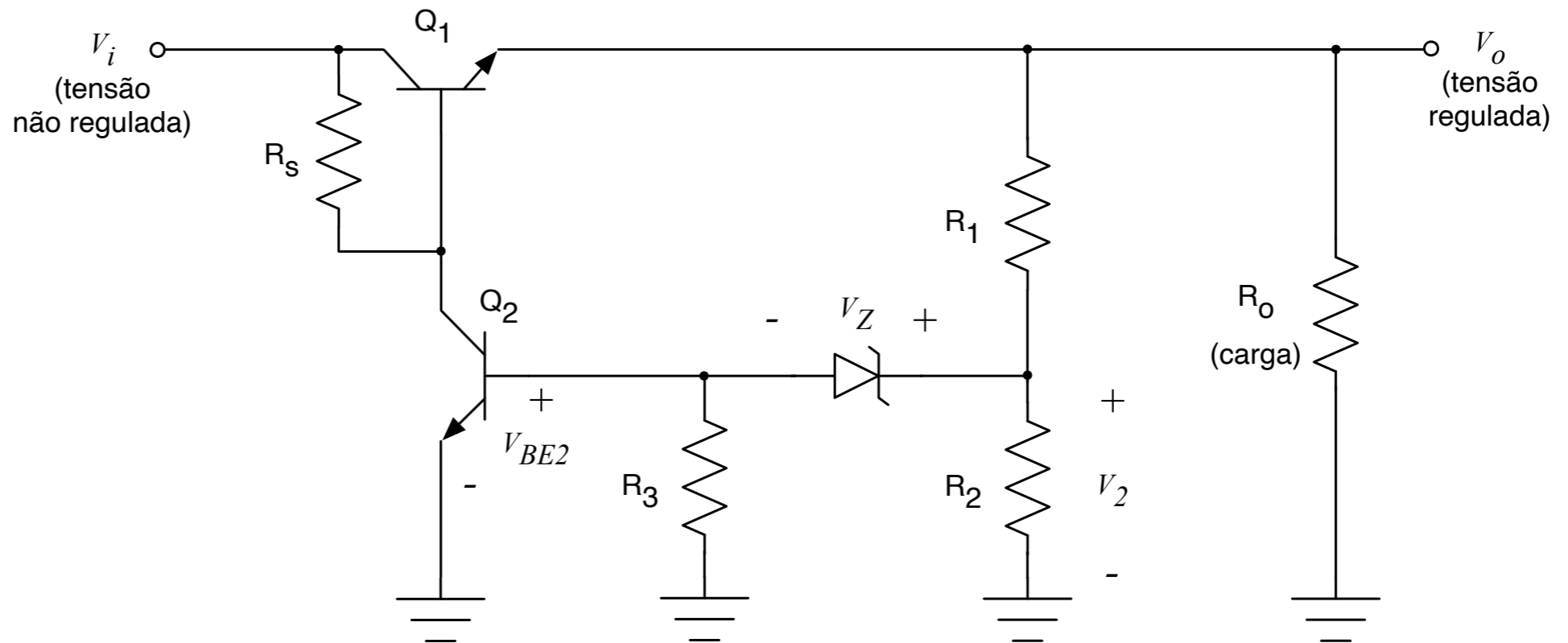
Regulação de tensão usando transistor (exemplo):

Determinar V_o :

$$R_1 = 20k\Omega$$

$$R_2 = 30k\Omega$$

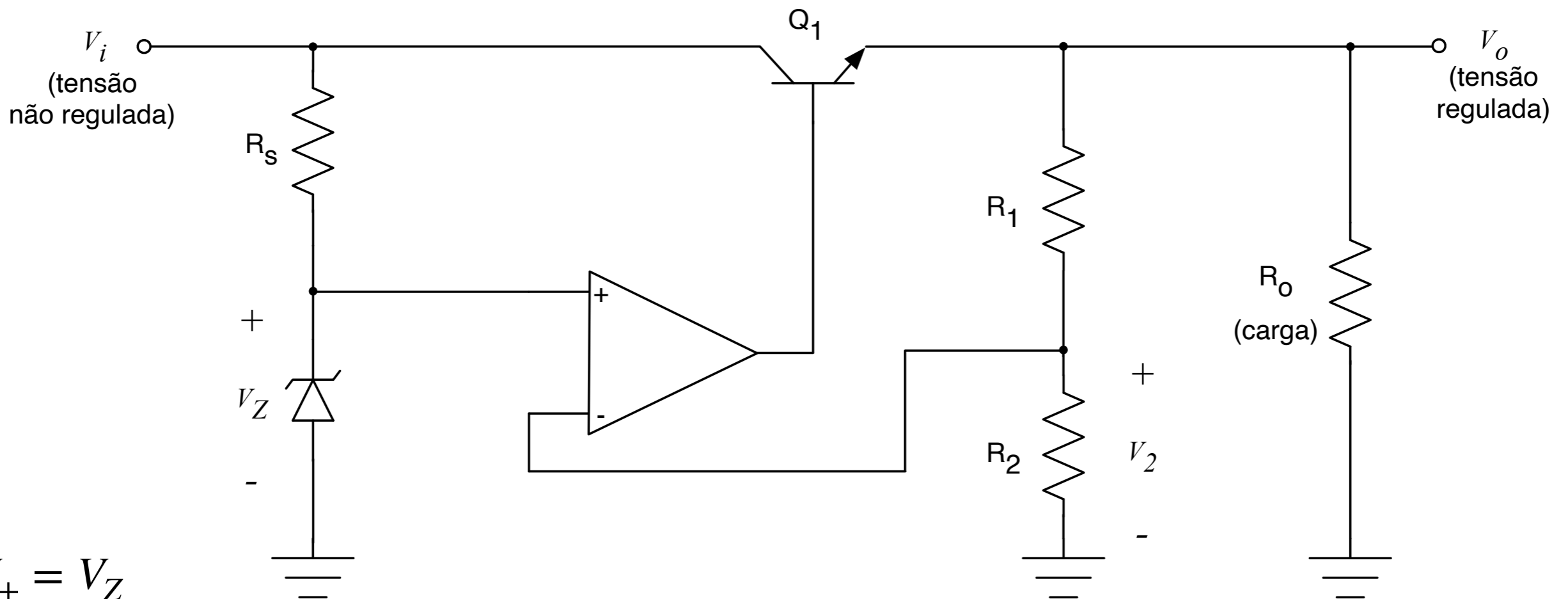
$$V_Z = 8,3V$$



$$V_o = (V_Z + V_{BE2}) \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) = (8,3 + 0,7) \cdot \left(\frac{20k + 30k}{30k} \right) = 15V$$

Regulador série com amplificador operacional

Regulação de tensão usando transistor:



$$V_+ = V_Z$$

$$V_- = V_2$$

$$V_2 = \frac{V_o \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

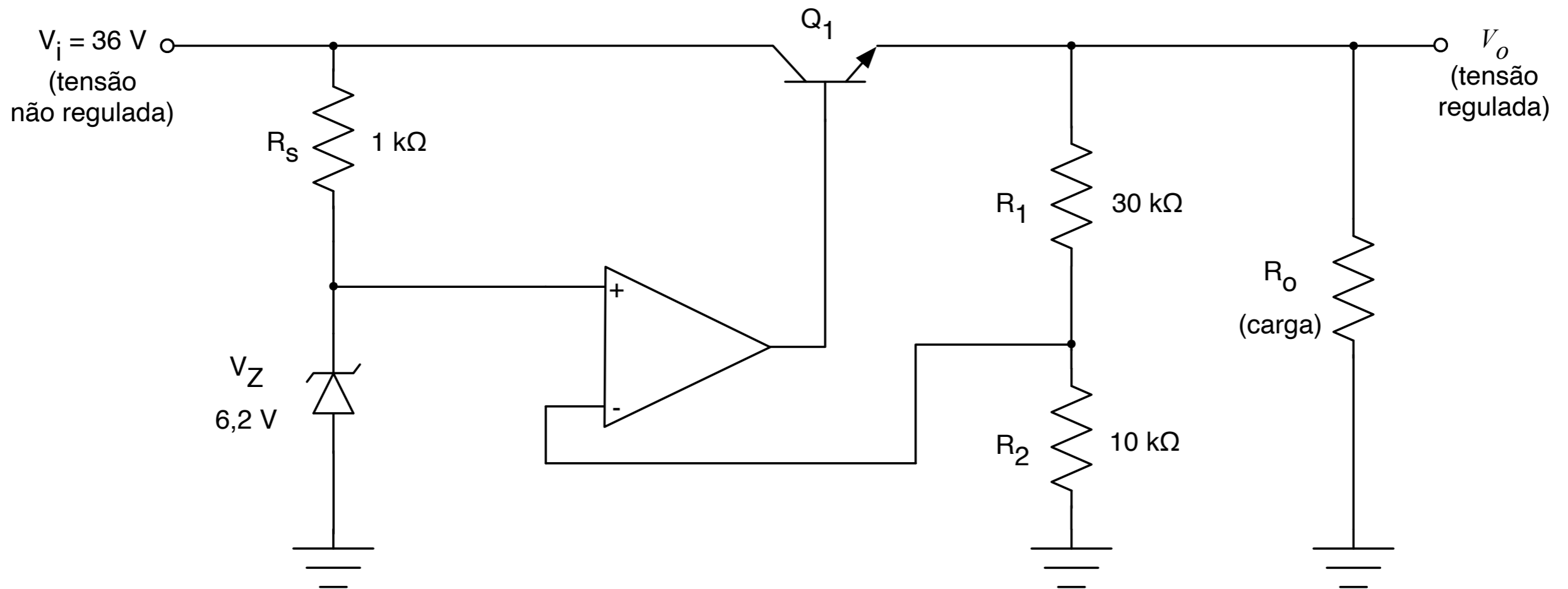
$$V_+ = V_-$$

$$V_o = V_Z \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

Regulador série com amplificador operacional

Regulação de tensão usando transistor (exemplo):

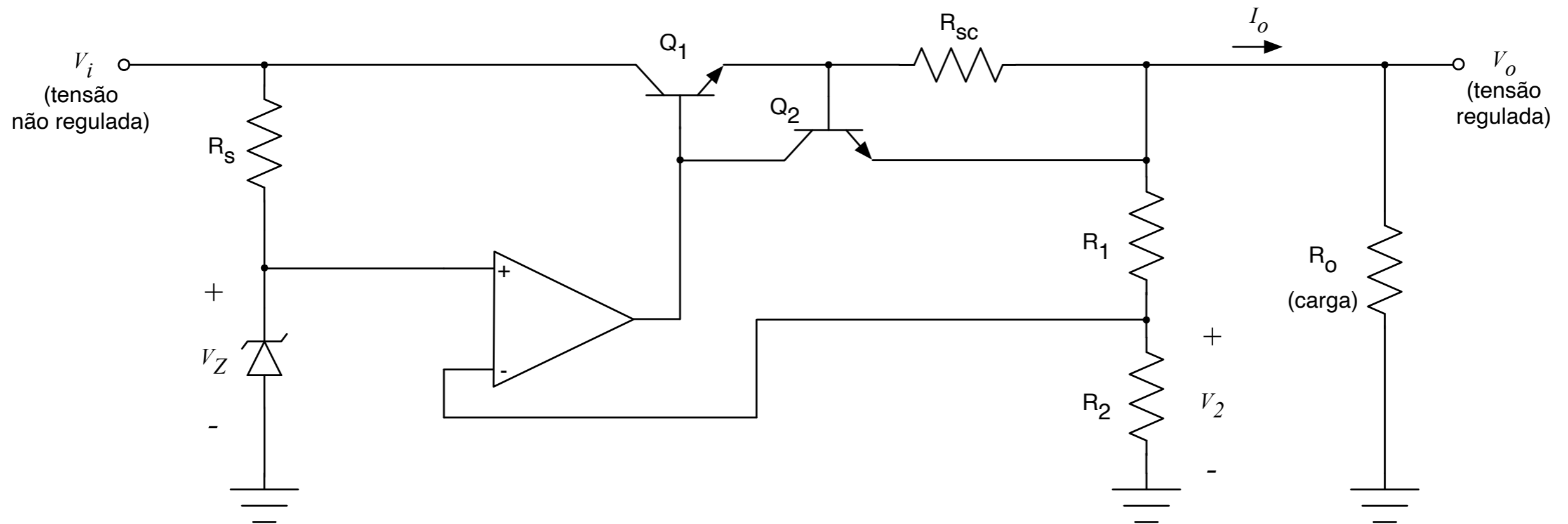
Determinar V_o :



$$V_o = V_Z \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 6,2 \cdot \left(1 + \frac{30k}{10k} \right) = 24,8V$$

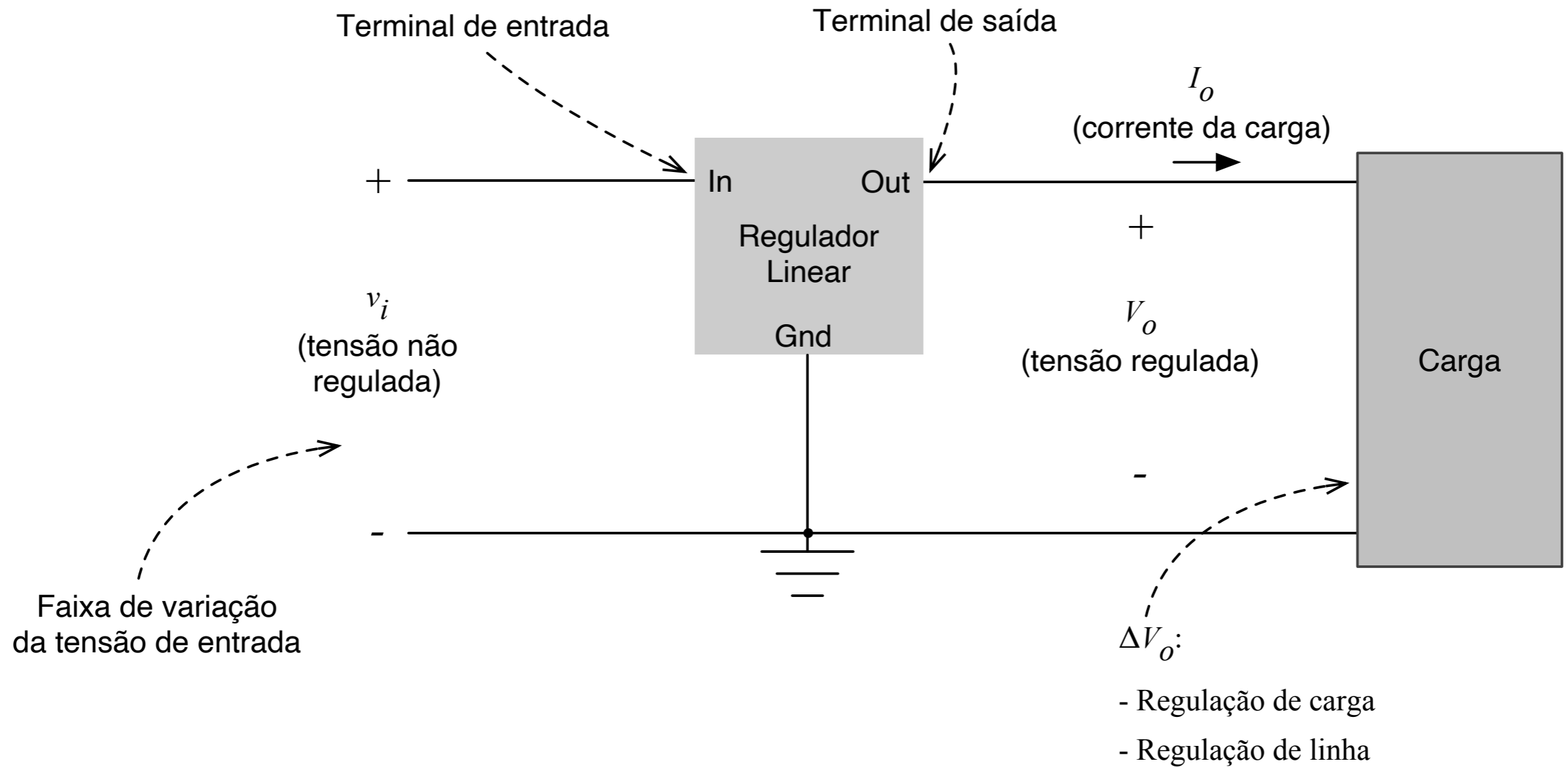
Limitação de corrente

Regulação de tensão usando transistor:



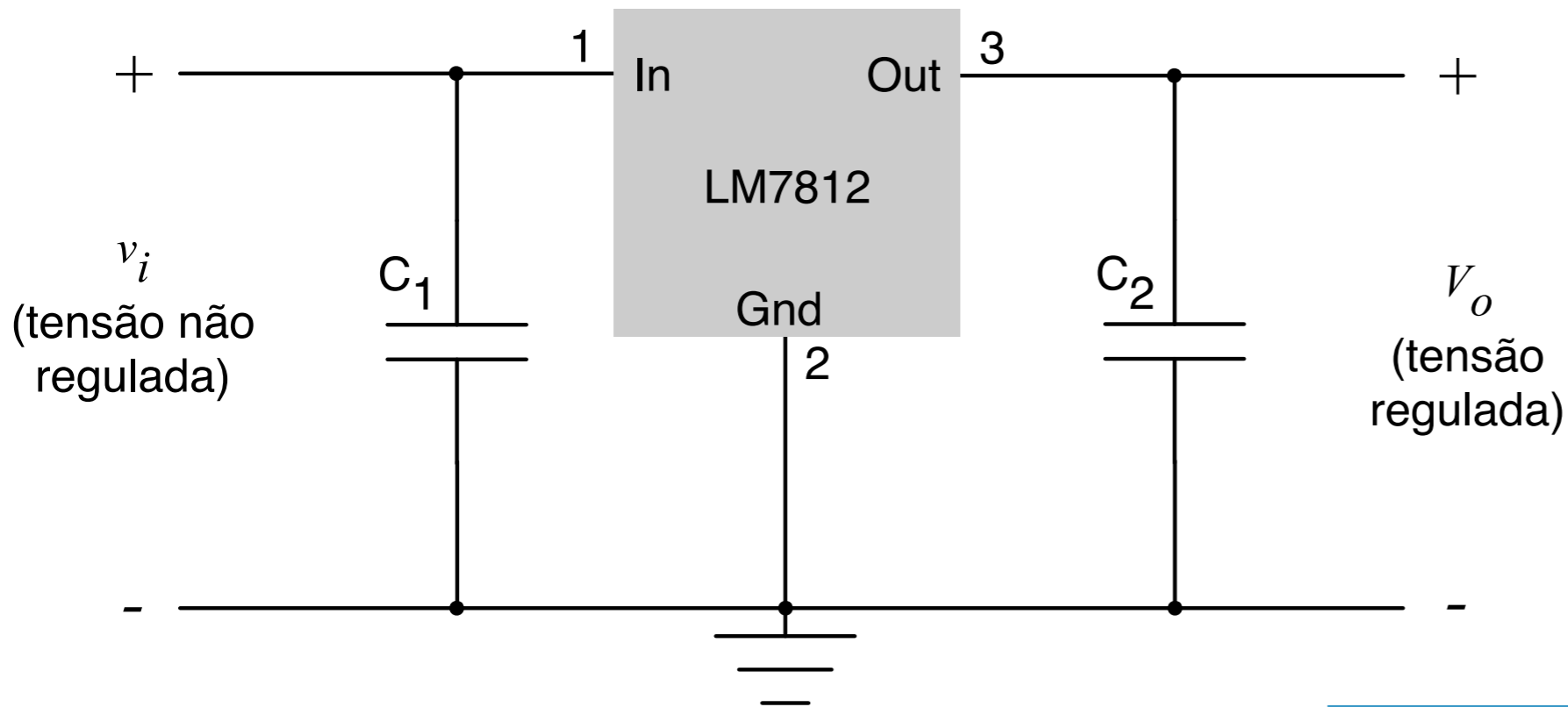
CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados:



CI's Reguladores de tensão

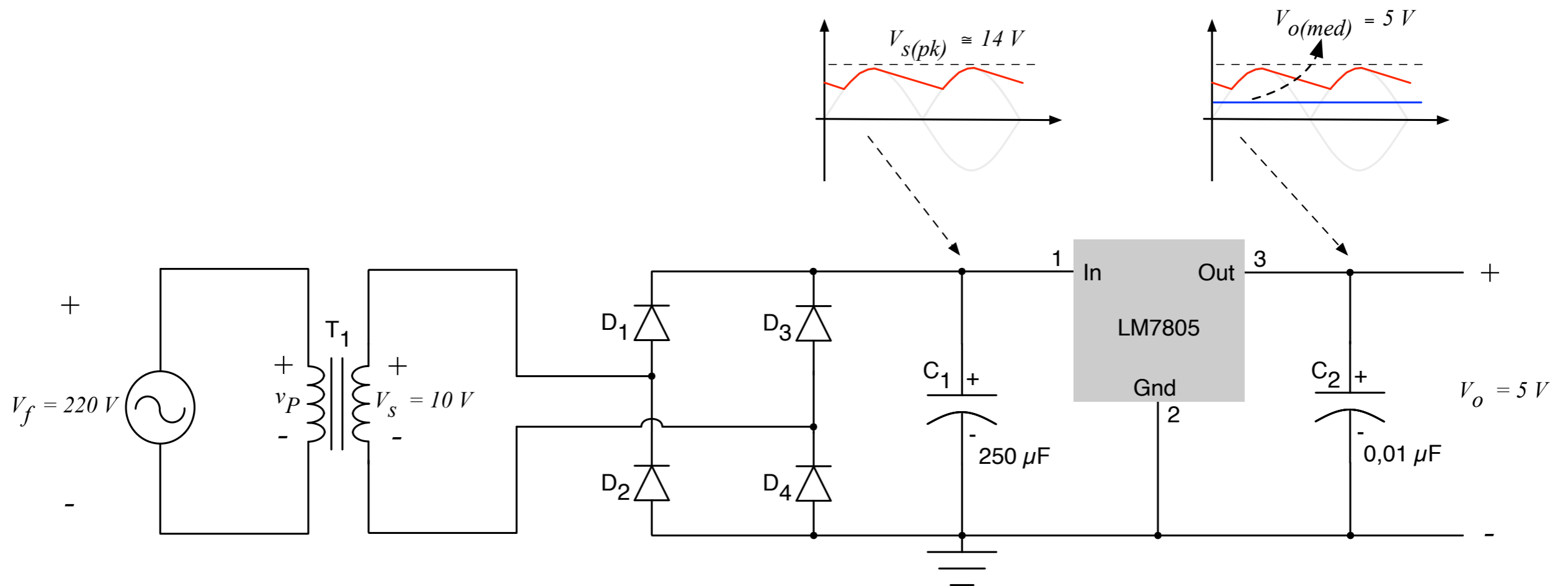
Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão positiva fixa:



Código do CI	Tensão de Saída (V)	Tensão de Entrada mínima (V)
7805	5	7,3
7806	6	8,3
7808	8	10,5
7810	10	12,5
7812	12	14,6
7815	15	17,7
7818	18	21,0
7824	24	27,1

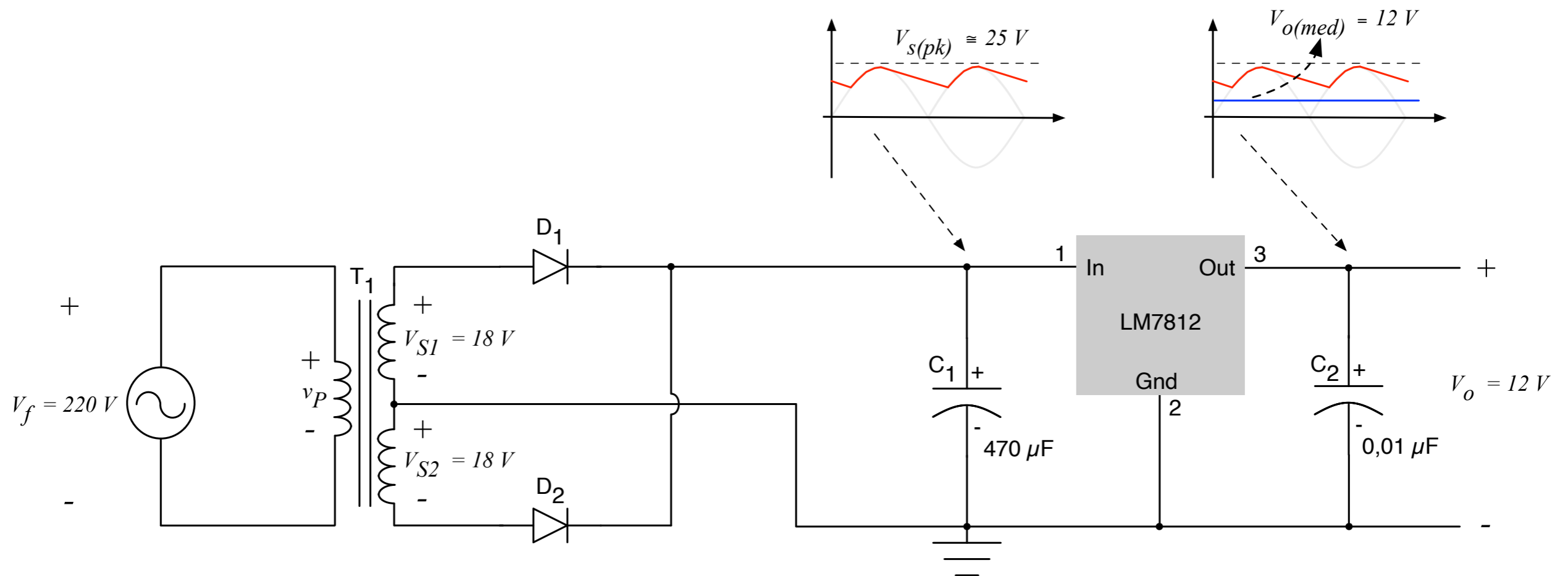
CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão positiva fixa (exemplo):



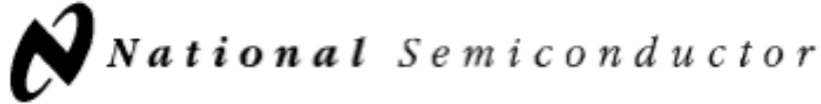
CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão positiva fixa (exemplo):



CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão negativa fixa (comerciais):


November 1994

LM79XX Series 3-Terminal Negative Regulators

General Description

The LM79XX series of 3-terminal regulators is available with fixed output voltages of $-5V$, $-8V$, $-12V$, and $-15V$. These devices need only one external component—a compensation capacitor at the output. The LM79XX series is packaged in the TO-220 power package and is capable of supplying 1.5A of output current.

These regulators employ internal current limiting safe area protection and thermal shutdown for protection against virtually all overload conditions.

Low ground pin current of the LM79XX series allows output voltage to be easily boosted above the preset value with a resistor divider. The low quiescent current drain of

these devices with a specified maximum change with line and load ensures good regulation in the voltage boosted mode.

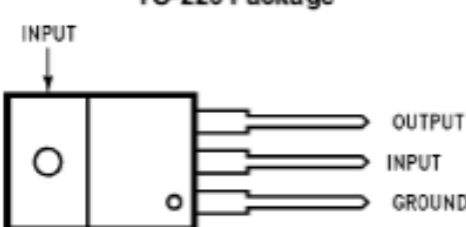
For applications requiring other voltages, see LM137 data sheet.

Features

- Thermal, short circuit and safe area protection
- High ripple rejection
- 1.5A output current
- 4% tolerance on preset output voltage

Connection Diagrams

TO-220 Package



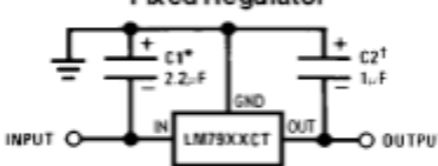
Front View

Order Number LM7905CT, LM7912CT or LM7915CT
See NS Package Number TO3B

TL/H/7340-14

Typical Applications

Fixed Regulator



TL/H/7340-3

*Required if regulator is separated from filter capacitor by more than 3". For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted.

†Required for stability. For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted. Values given may be increased without limit.

For output capacitance in excess of 100 μF , a high current diode from input to output (1N4001, etc.) will protect the regulator from momentary input shorts.

Código do CI	Tensão de Saída (V)	Tensão de Entrada mínima (V)
7905	-5	-7,3
7906	-6	-8,4
7908	-8	-10,5
7909	-9	-11,5
7912	-12	-14,6
7915	-15	-17,7
7918	-18	-20,8
7924	-24	-27,1

CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão positiva fixa (especificações técnicas):



LM340, LM340A, LM7805, LM7812, LM7815

SNOSBT0L – FEBRUARY 2000 – REVISED SEPTEMBER 2016

LM340, LM340A and LM7805 Family Wide V_{IN} 1.5-A Fixed Voltage Regulators

1 Features

- Output Current up to 1.5 A
- Available in Fixed 5-V, 12-V, and 15-V Options
- Output Voltage Tolerances of $\pm 2\%$ at $T_J = 25^\circ\text{C}$ (LM340A)
- Line Regulation of 0.01% / V of at 1-A Load (LM340A)
- Load Regulation of 0.3% / A (LM340A)
- Internal Thermal Overload, Short-Circuit and SOA Protection
- Available in Space-Saving SOT-223 Package
- Output Capacitance Not Required for Stability

2 Applications

- Industrial Power Supplies
- SMPS Post Regulation
- HVAC Systems
- AC Invertors
- Test and Measurement Equipment
- Brushed and Brushless DC Motor Drivers
- Solar Energy String Invertors

3 Description

The LM340 and LM7805 Family monolithic 3-terminal positive voltage regulators employ internal current-limiting, thermal shutdown and safe-area compensation, making them essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1.5-A output current. They are intended as fixed voltage regulators in a wide range of applications including local (on-card) regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. In addition to use as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents.

Considerable effort was expended to make the entire series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

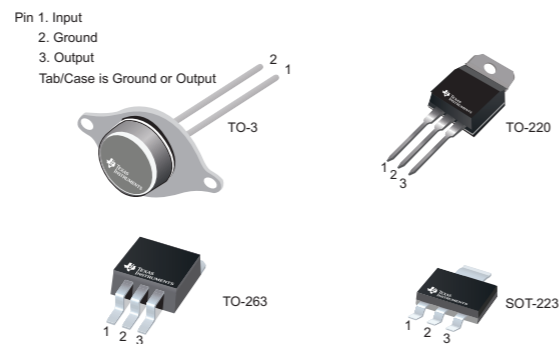
LM7805 is also available in a higher accuracy and better performance version (LM340A). Refer to LM340A specifications in the [LM340A Electrical Characteristics](#) table.

Device Information⁽¹⁾

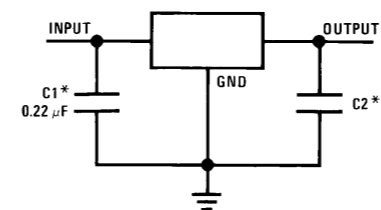
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM340x LM7805 Family	DDPAK/TO-263 (3)	10.18 mm × 8.41 mm
	SOT-223 (4)	6.50 mm × 3.50 mm
	TO-220 (3)	14.986 mm × 10.16 mm
	TO-3 (2)	38.94 mm × 25.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Available Packages



Fixed Output Voltage Regulator

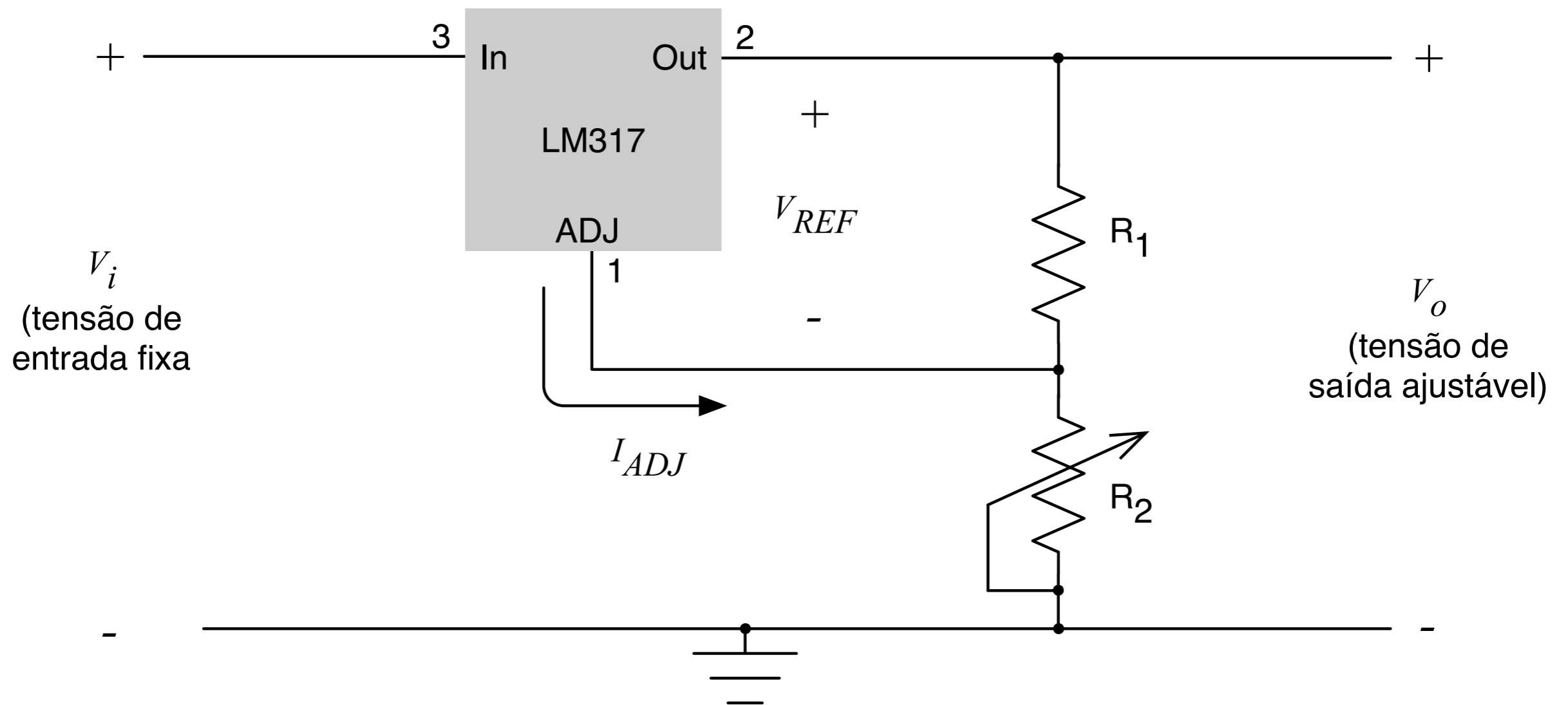


*Required if the regulator is located far from the power supply filter.

**Although no output capacitor is needed for stability, it does help transient response. (If needed, use 0.1- μF , ceramic disc).

CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão ajustável:

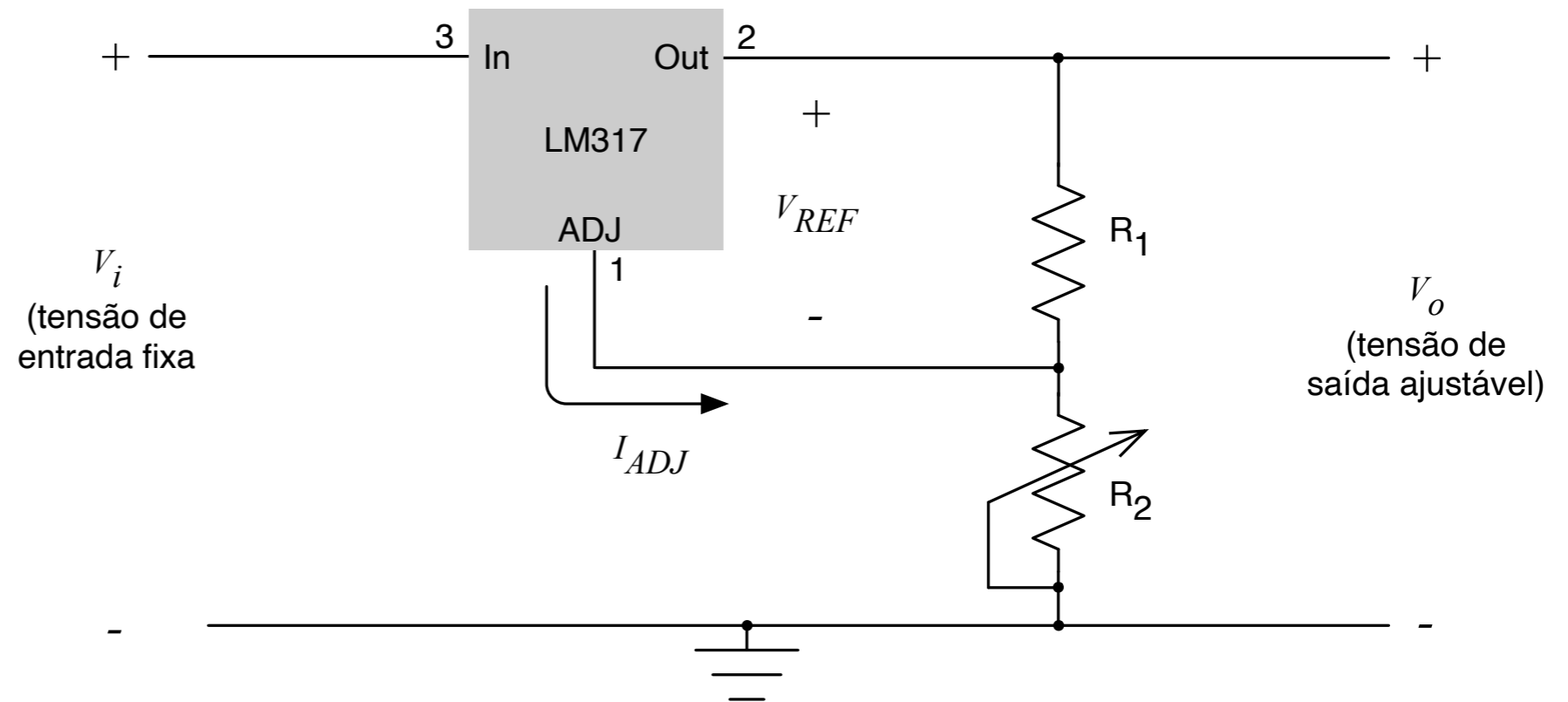


CI's Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão ajustável:

$$V_{Ref} = 1,25V$$

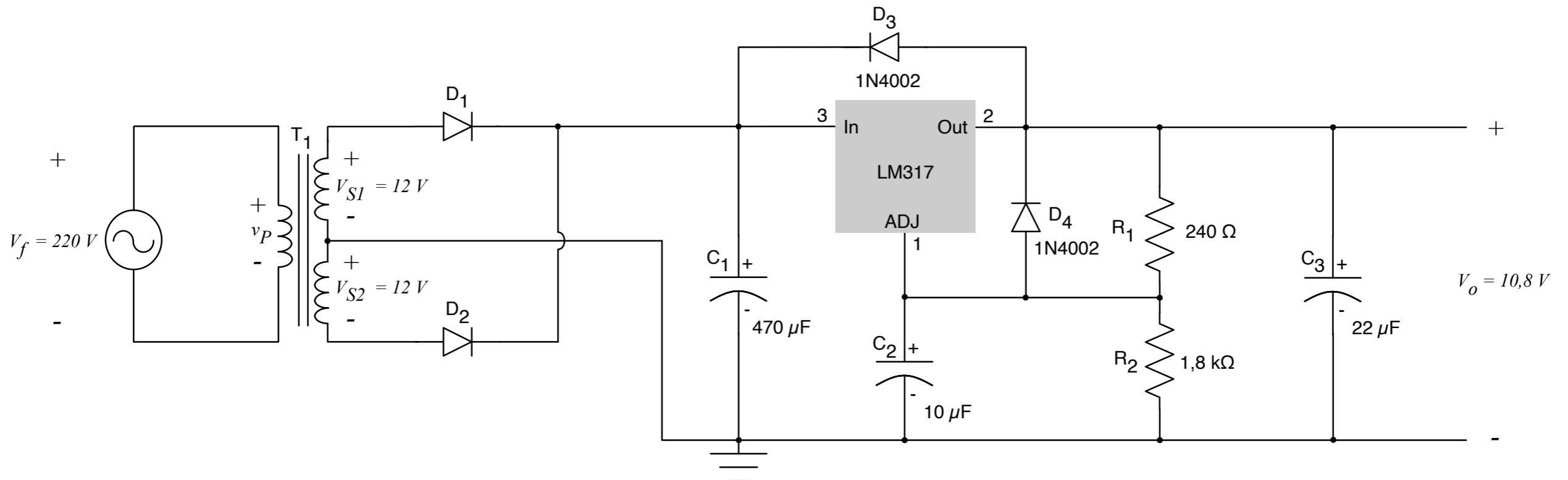
$$I_{ADJ} = 50 \text{ ou } 100 \mu A$$



$$V_o = V_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 \cdot I_{ADJ}$$

CIs Reguladores de tensão

Regulação de tensão usando circuitos integrados com tensão ajustável (exemplo):



Determinar V_o :

$$V_o = V_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 \cdot I_{ADJ} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{1,8k}{0,24k} \right) + 1,8k \cdot 100\mu = 10,8V$$

Próxima Aula

Projeto de fontes lineares de tensão

