

II – Fontes Lineares de Tensão

Laboratório de Eletrônica I

- Exp. 2 : Fontes Lineares de Tensão

Prof Maurício Oka
Prof Roberto Onmori

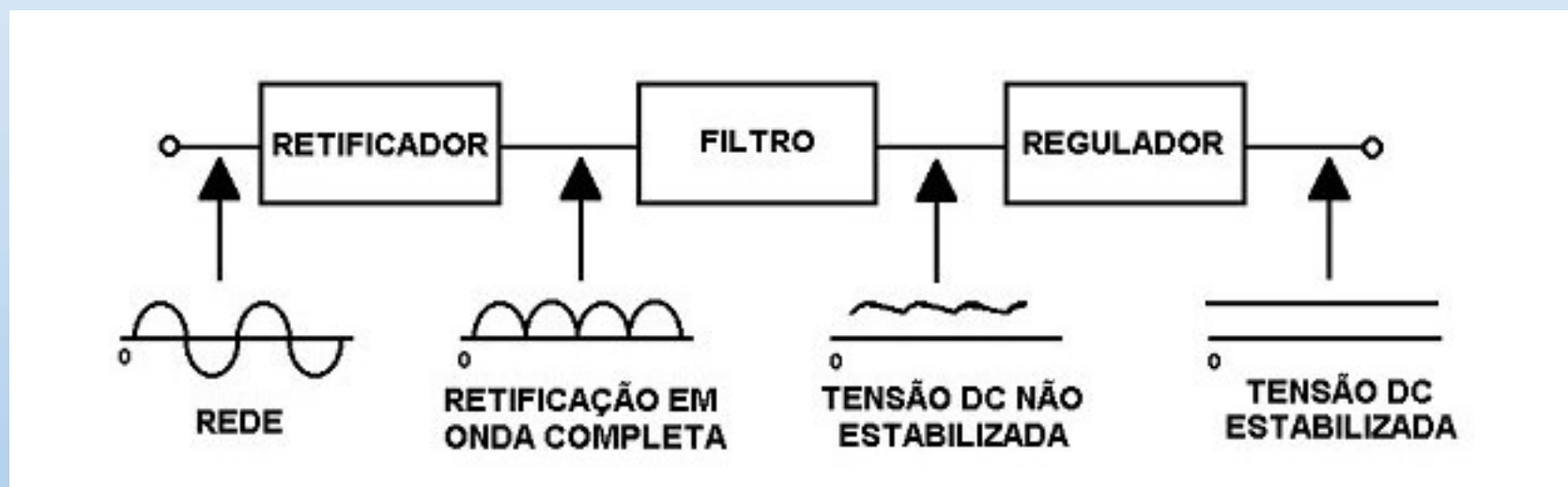
Resumo

- **Introdução**
- **Figuras de Mérito**
 - 2.1 Estabilidade do Regulador
 - 2.2 Características CA do Regulador
 - 2.3 Fator de Rendimento (η)
- **Circuitos Reguladores**
 - Regulador de tensão
 - paralelo ou *shunt*
 - *série*
- **Projeto da fonte de tensão regulada a transistor e diodo zener**

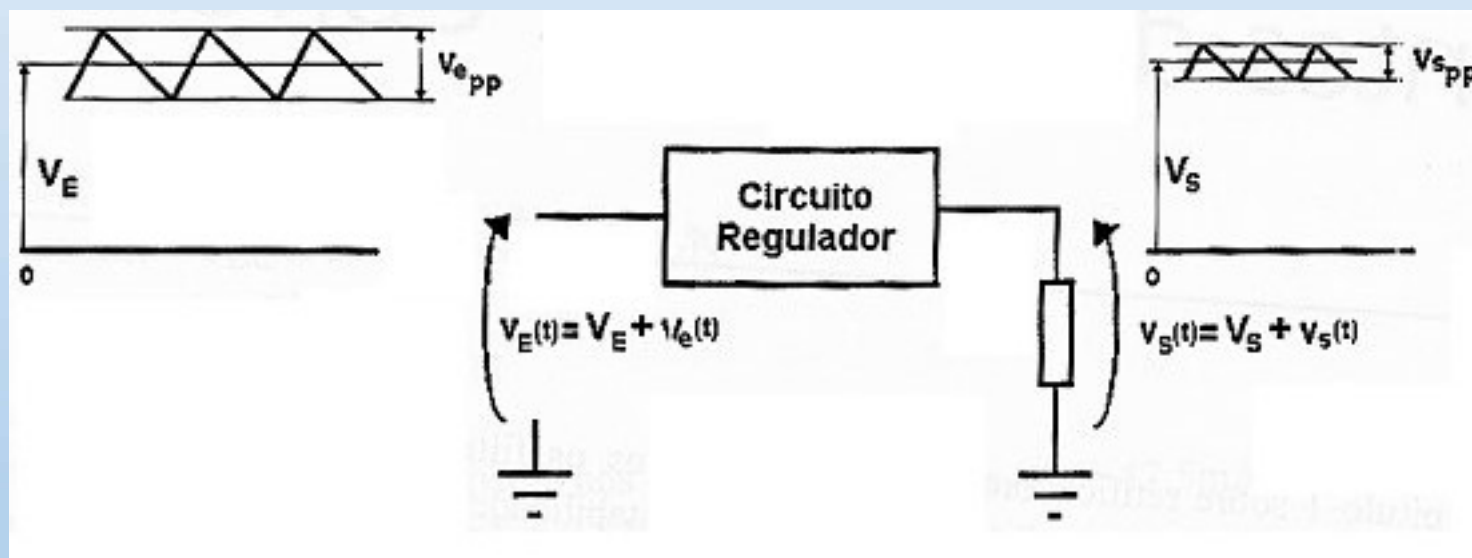
Introdução

- Fonte de Alimentação Elétrica
 - Fornece energia elétrica adequada para os equipamentos
- Fonte de Tensão (V)
 - Regula a tensão
 - Exemplo: Toca CD (12V)
 - Tensão cte e a corrente varia
- Fonte de Corrente (A)
 - Regula a corrente
 - Exemplo: carga em celular (bateria)
 - Corrente cte e a tensão varia

Diagrama de blocos de uma fonte de tensão regulada



Variáveis na análise de um circuito regulador



Regulação de Linha R_{Li}

$$R_{Li} = \left. \frac{\Delta V_S}{\Delta V_E} \right|_{R_L = \text{cte}}$$

ΔV_S : variação da tensão CC de saída

ΔV_E : variação da tensão CC de entrada

Regulação de Carga RC

$$RC(\%) = \frac{V_S|_{R_L=R_{L\max}} - V_S|_{R_L=R_{L\min}}}{V_S|_{R_L=R_{L\max}}} \cdot 100$$

Rejeição de Ripple RR

$$RR = \frac{\text{Ripple de Saída}}{\text{Ripple de Entrada}} \text{ ou } RR(\text{dB}) = 20 \log \left[\frac{\text{Ripple de Saída}}{\text{Ripple de Entrada}} \right]$$

Modulação em dente de Serra

$$\text{Ripple de Saída} = \frac{\text{Valor eficaz da componente alternada de saída}}{\text{Tensão contínua de saída}} = \frac{\frac{V_{spp}}{2 \cdot \sqrt{3}}}{V_S}$$

$$\text{Ripple de Entrada} = \frac{\text{Valor eficaz da componente alternada de Entrada}}{\text{Tensão contínua de Entrada}} = \frac{\frac{V_{epp}}{2 \cdot \sqrt{3}}}{V_E}$$

V_{spp} = Tensão pico a pico da dente de serra na saída

V_{epp} = Tensão pico a pico da dente de serra na entrada

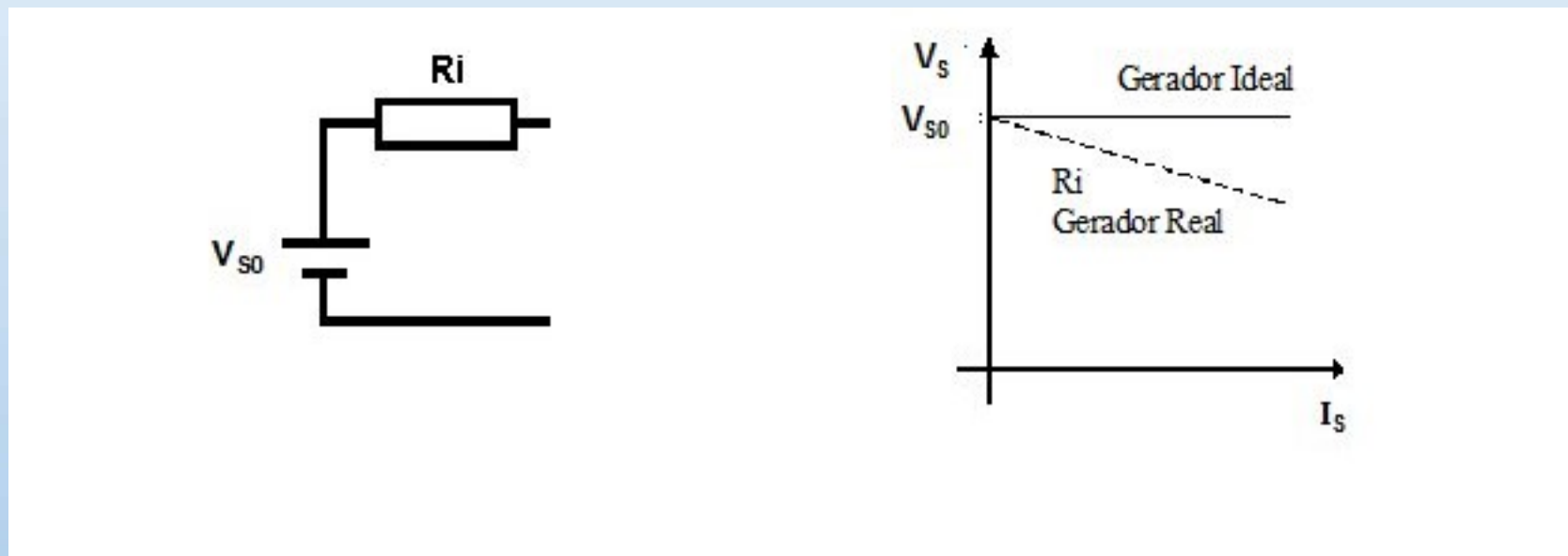
Logo:

$$RR \cong \frac{\frac{V_{spp}}{V_S}}{\frac{V_{epp}}{V_E}} \text{ ou } RR(\text{dB}) \cong 20 \log \left[\frac{V_{spp}}{V_S} \cdot \frac{V_E}{V_{epp}} \right]$$

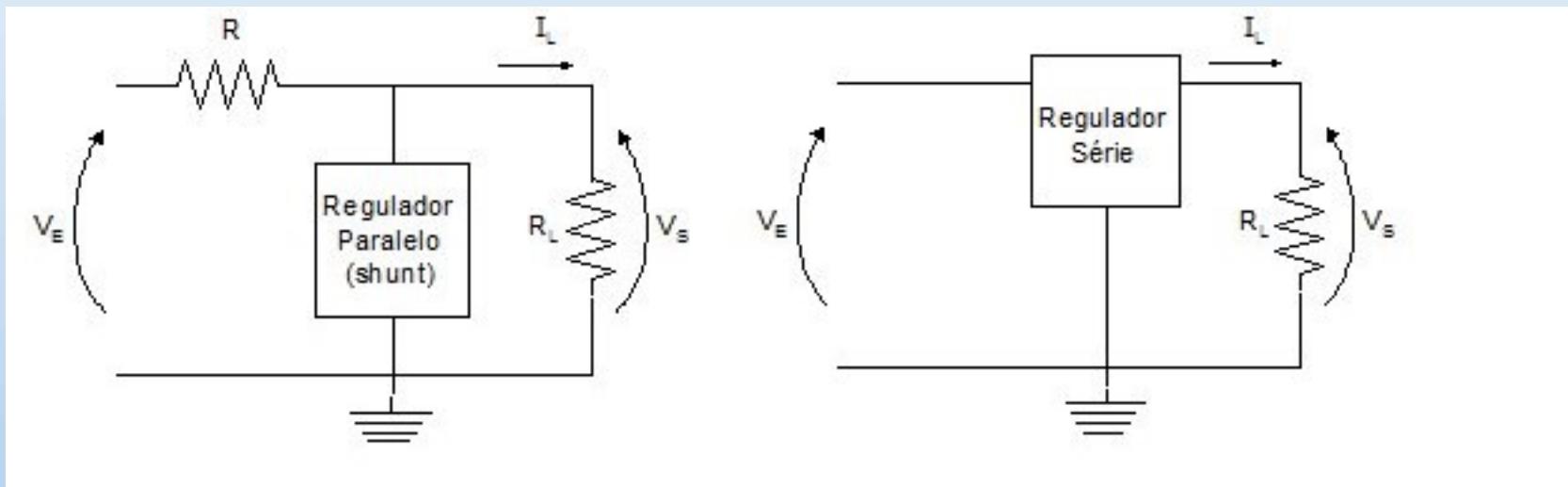
Fator de rendimento (η) do regulador

$$\eta(\%) = \frac{V_S \cdot I_S}{V_E \cdot I_E} \times 100$$

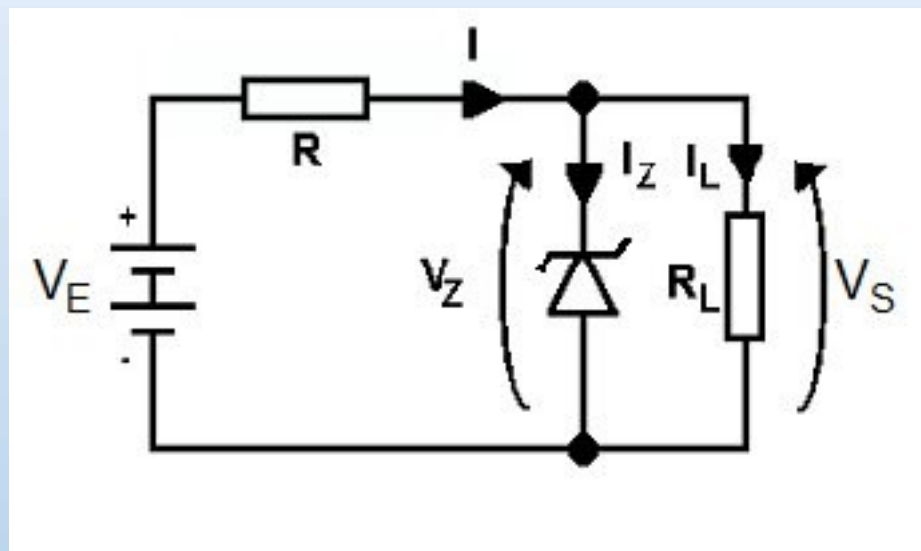
Modelo da fonte de Thevenin equivalente



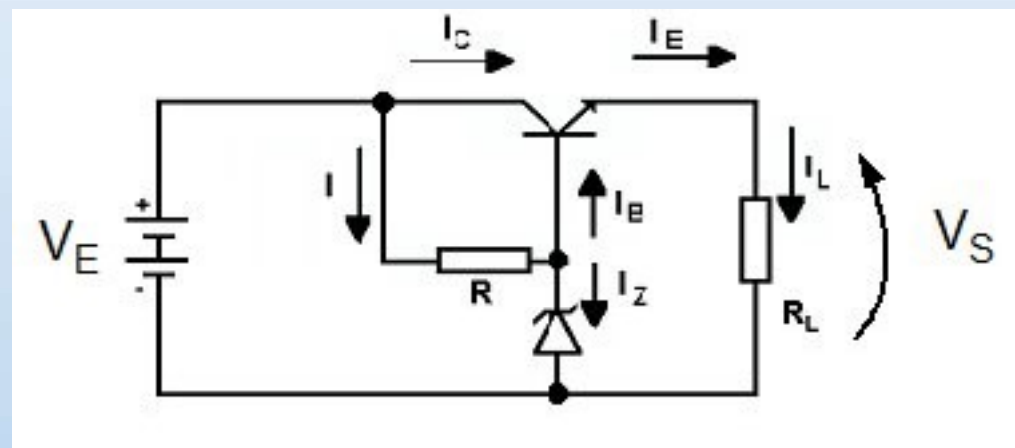
Circuitos de Reguladores



Circuitos de Reguladores



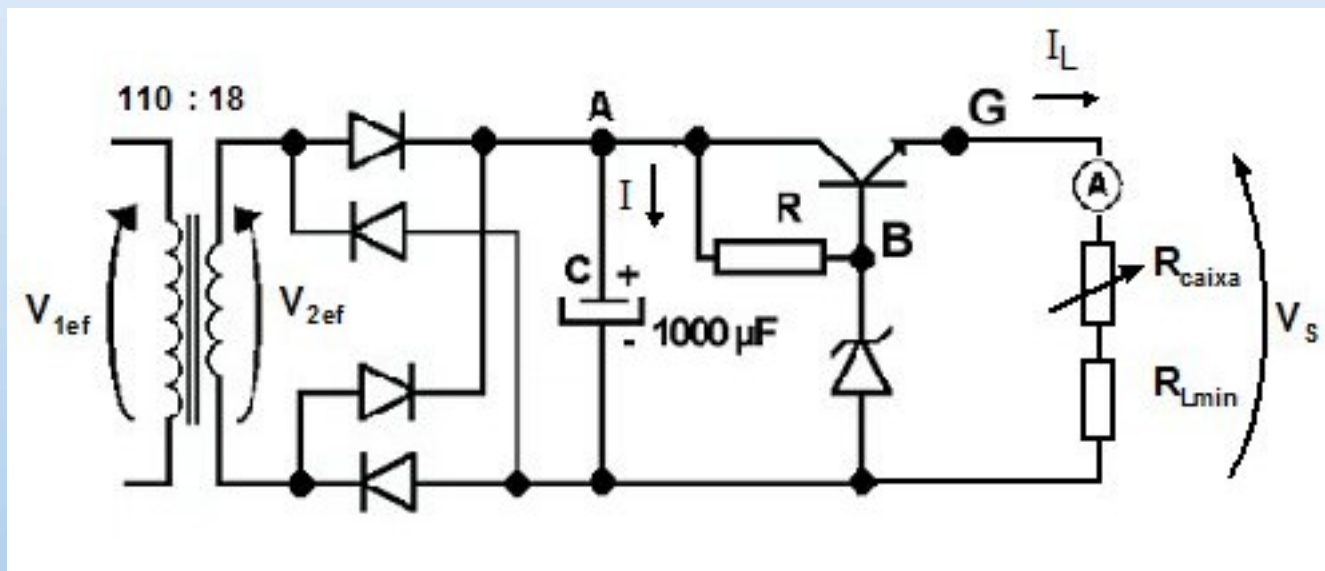
topologia paralela com diodo zener



Regulador série de tensão com transistor e diodo zener

$$V_S = V_Z - V_{BE} = V_Z - 0,6$$

Regulador de tensão com transistor e diodo zener



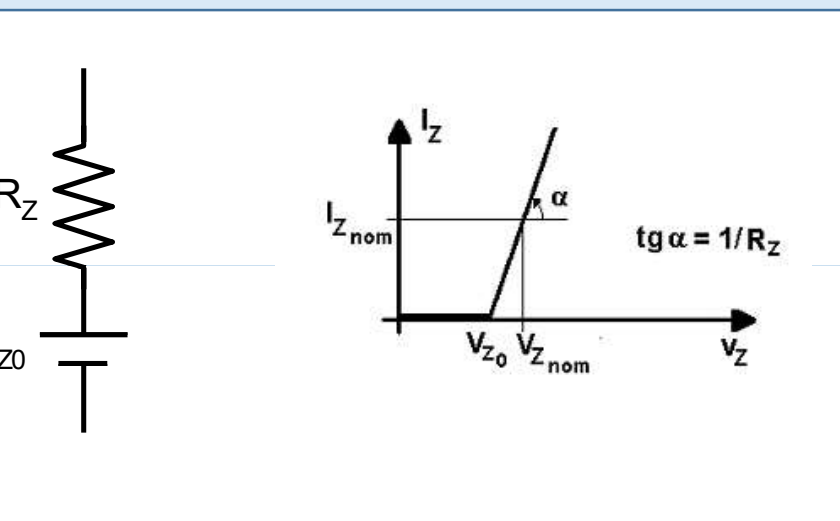
Principais características dos componentes utilizados na experiência

Tabela 1 – Principais características dos componentes utilizados na experiência

Diodo zener 1N4735	$V_Z=6,2V$ p/ $I_Z=41mA$, $P_Z=0,5W$, $R_Z=2\Omega$, $I_{Zmin}=4mA$, $I_{Zmax}=81mA$	Transistor 2N3055	$\beta_{max}= 70@4A/4V (V_{CE})$ $P_{Cmax}=115W$, $V_{CEmax}=60V$, $I_{Cmax}=15A$ $V_{BE}=0,6V$
Transformador	110:18	Diodo	$V_D=0,8V$ (tensão de condução do diodo)
		Capacitor eletrolítico	1.000 μF

Modelo do diodo zener

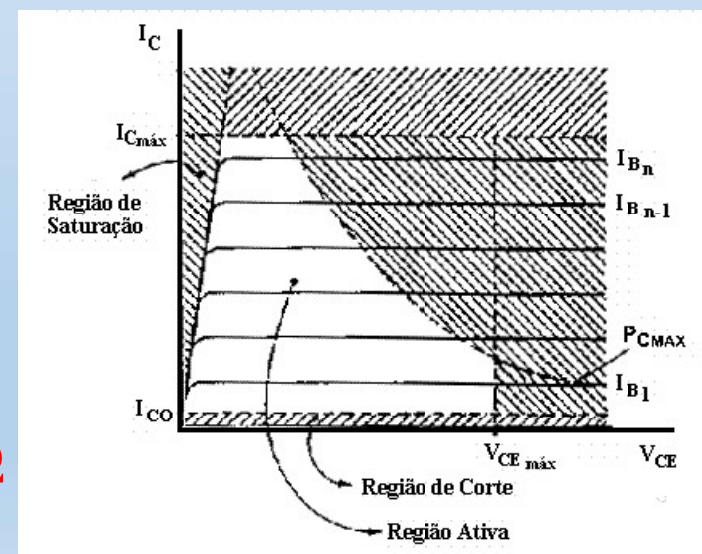
Cálculo de R_Z



Valor mínimo

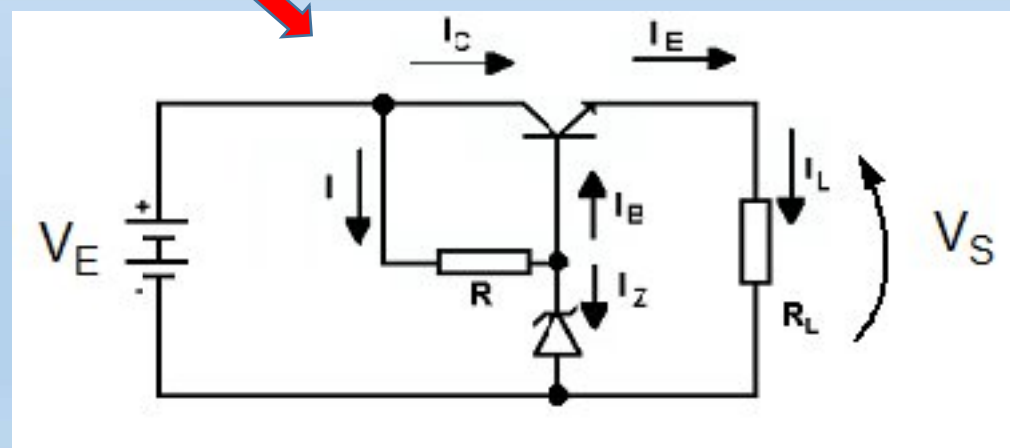
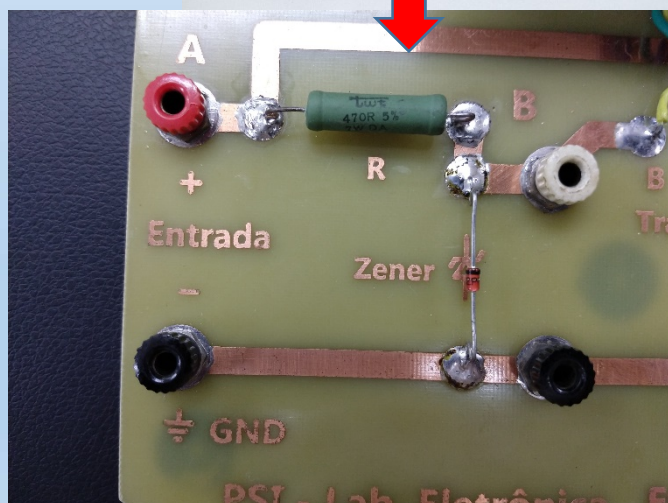
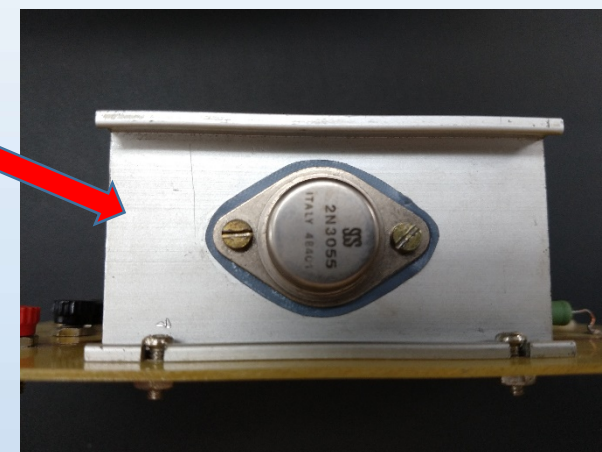
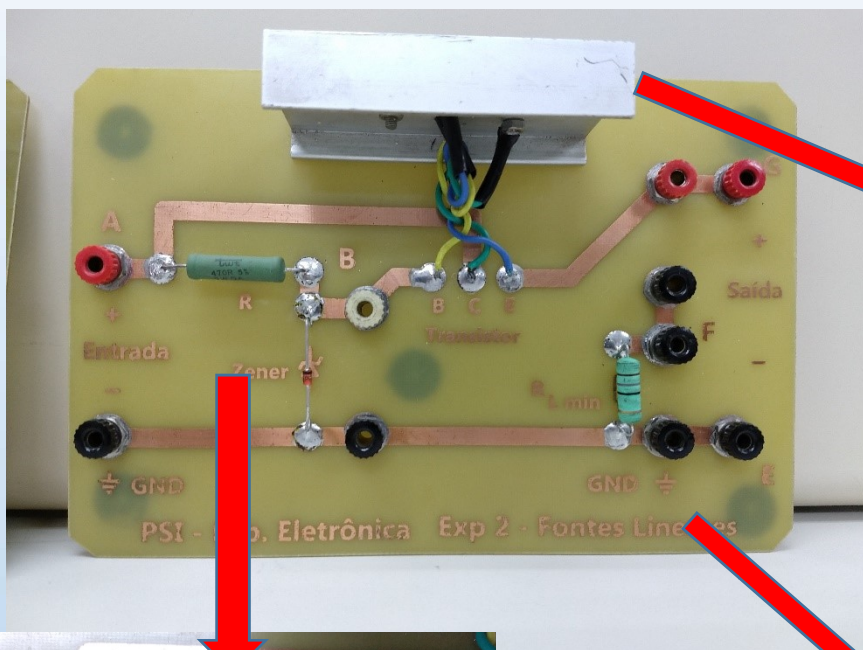
$$R \geq \frac{V_{Amax} - V_Z}{I_{max}} = \frac{V_{Amax} - V_Z}{I_{Zmax}} = \frac{27,8 - 6,2}{81 \cdot 10^{-3}} = 267 \Omega$$

Será usado um valor comercial próximo de **470 Ω** , que é maior que 267 Ω .

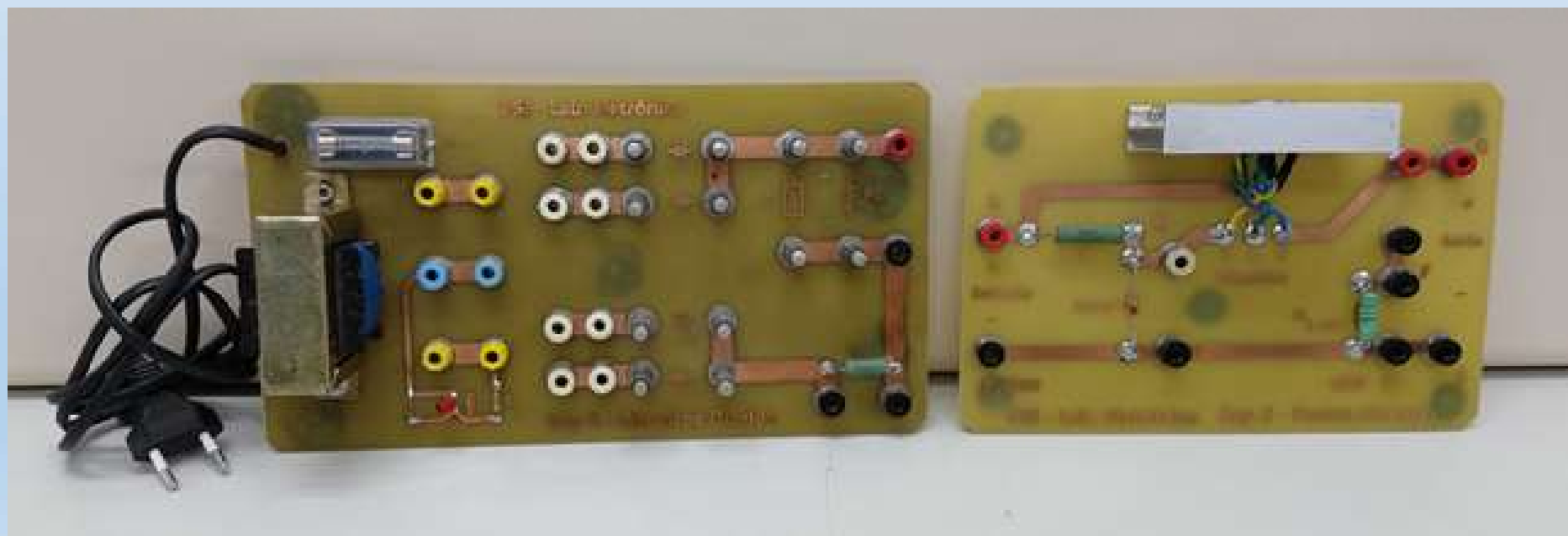
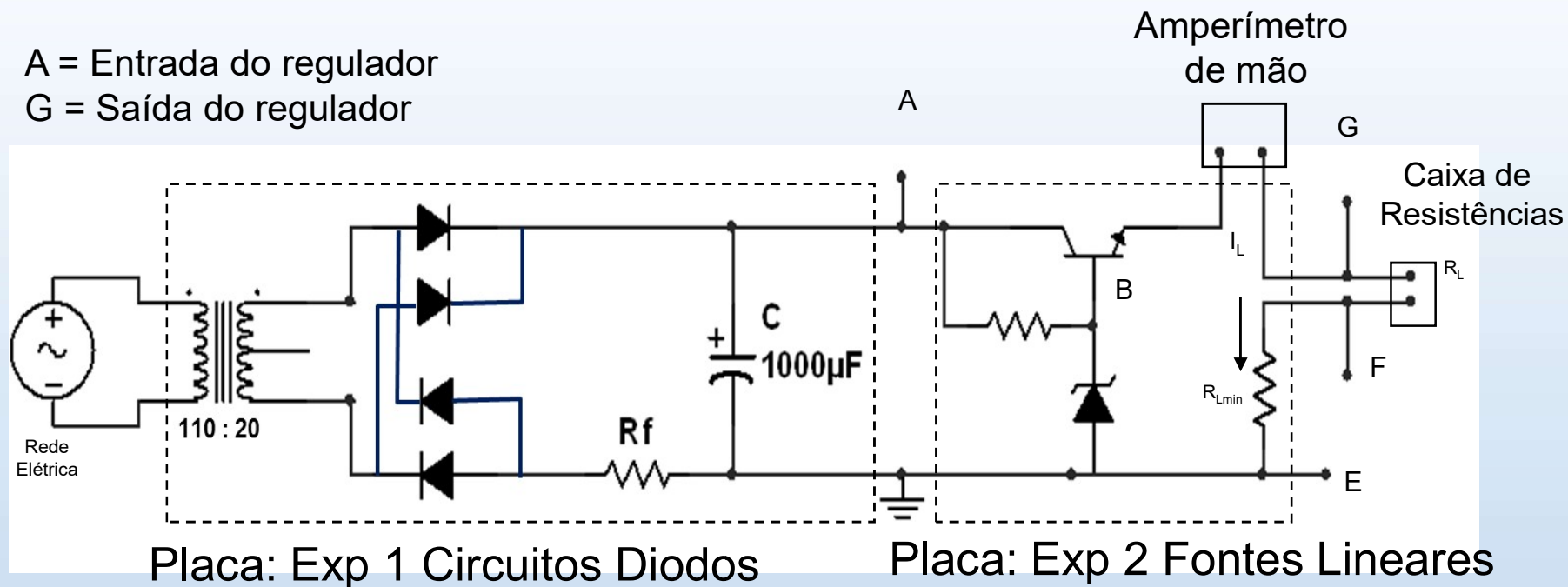


Arbitrariamente na experiência será usado $R_{Lmin} = 18 \Omega$

Placa Didática

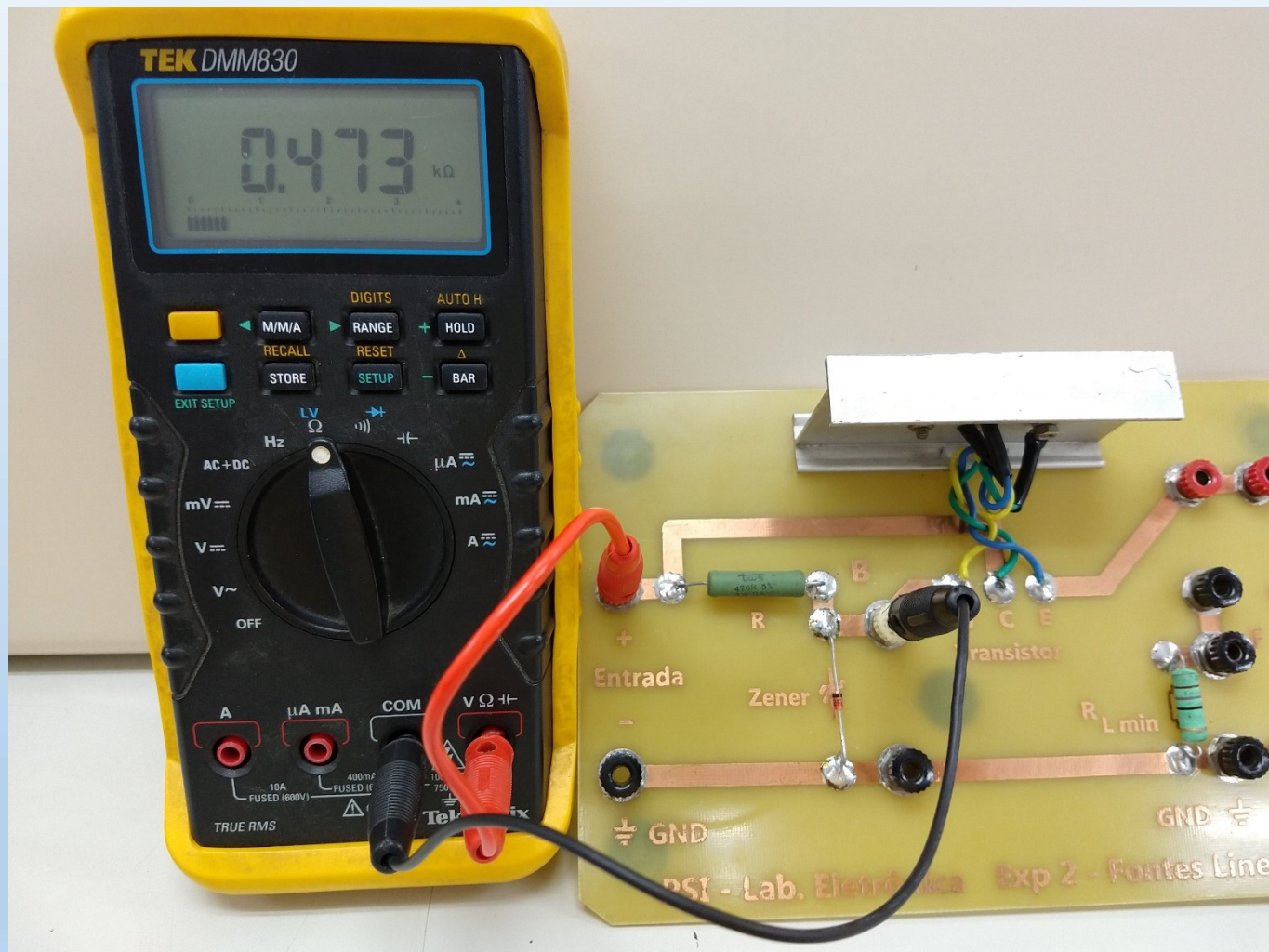


A = Entrada do regulador
G = Saída do regulador



Medida da Resistência R_z

R_z

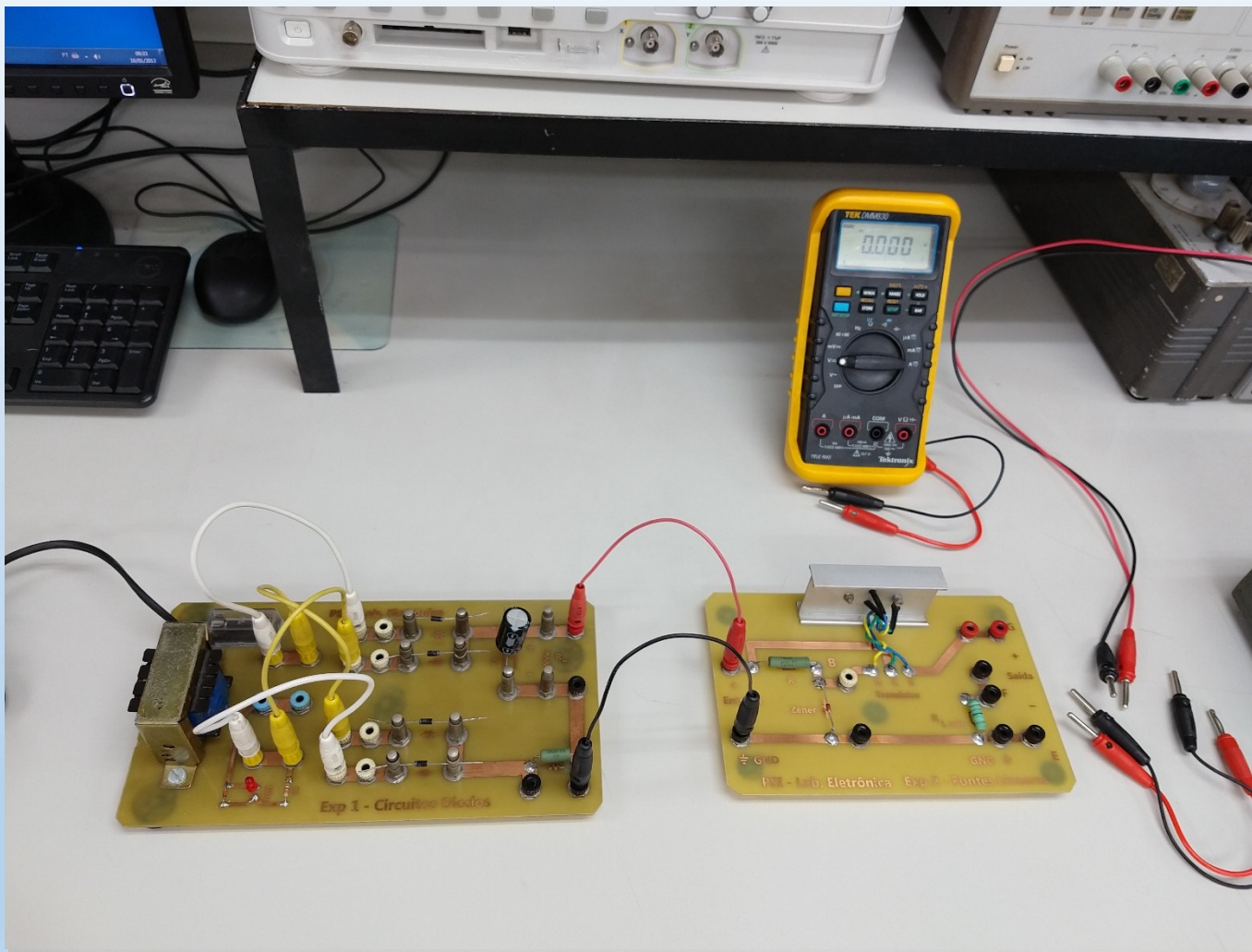


Medida da Resistência Mínima

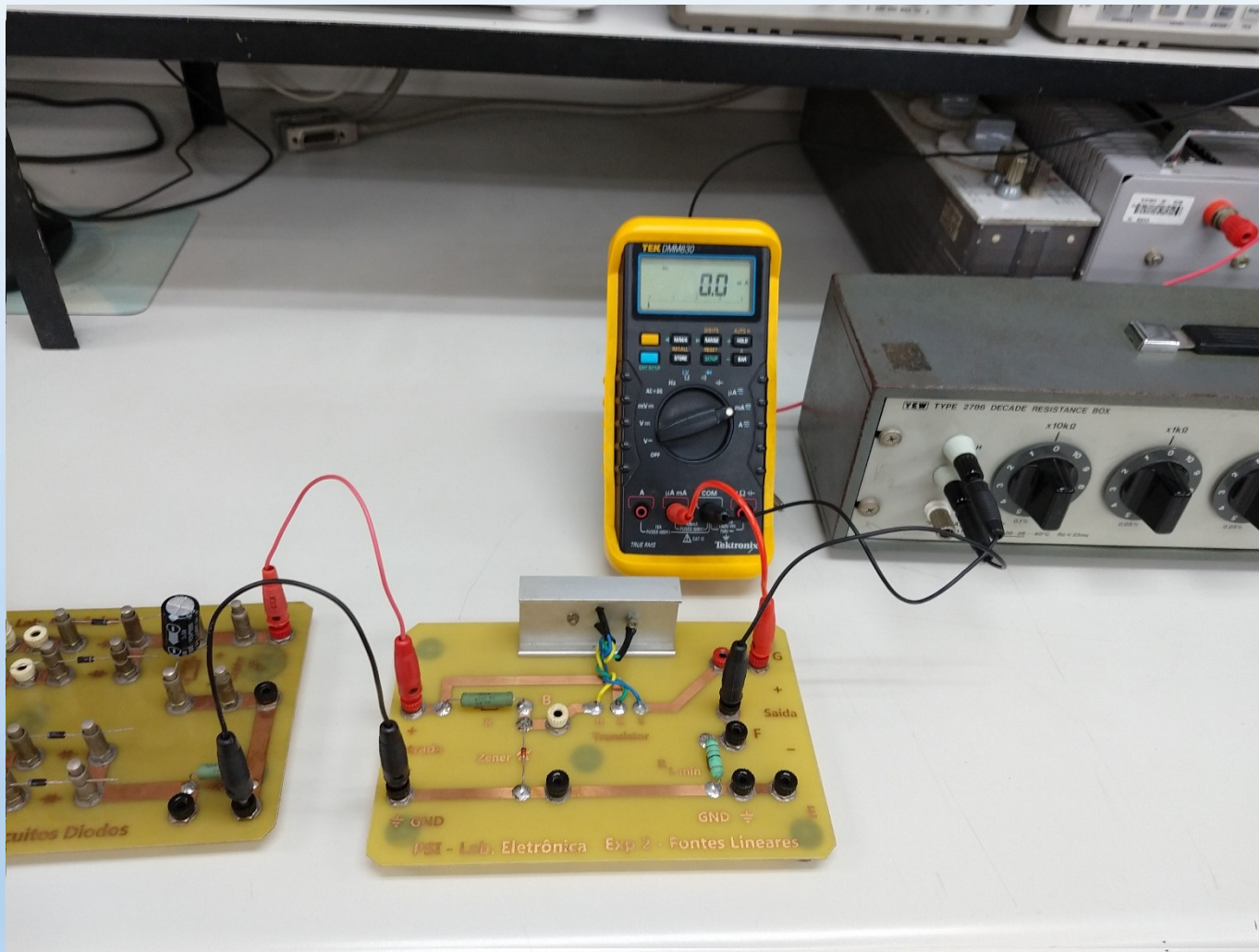


R_{Lmin}

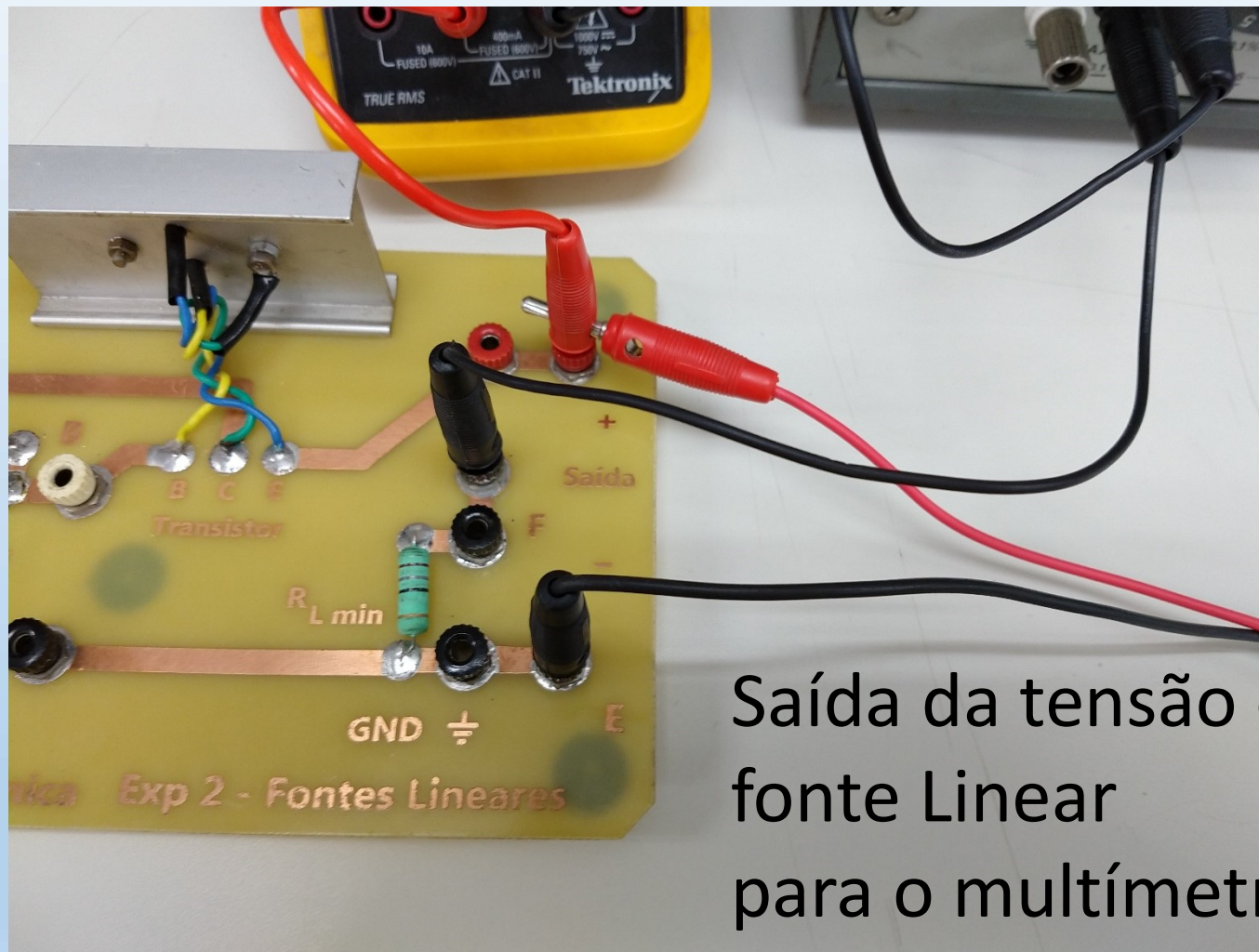
Ligação fonte não estabilizada e Fonte Linear



Ligação - medida de corrente para várias cargas resistivas



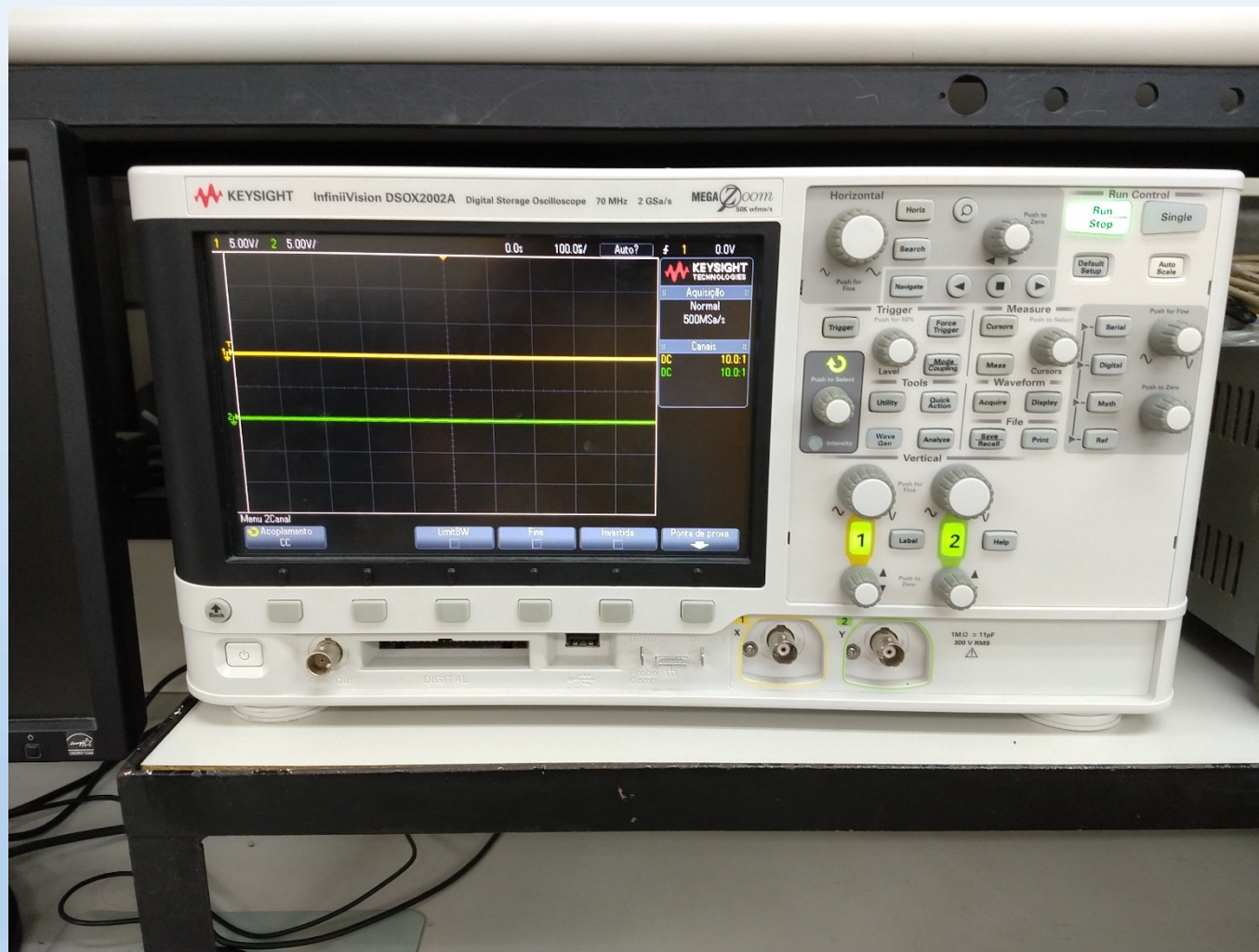
Medida da tensão Linear



Saída da tensão da
fonte Linear
para o multímetro



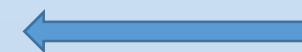
Uso do Osciloscópio



Pontas de Prova do Osciloscópio



Canal 1 (x10)



Canal 2 (x 1)

Circuito Fonte Linear

Tensão e entrada

Canal 1
Entrada da fonte

Tensão da fonte Linear

Carga R_L
 Caixa de Resist

Canal 2
 Saída da fonte



Média ou “Average”

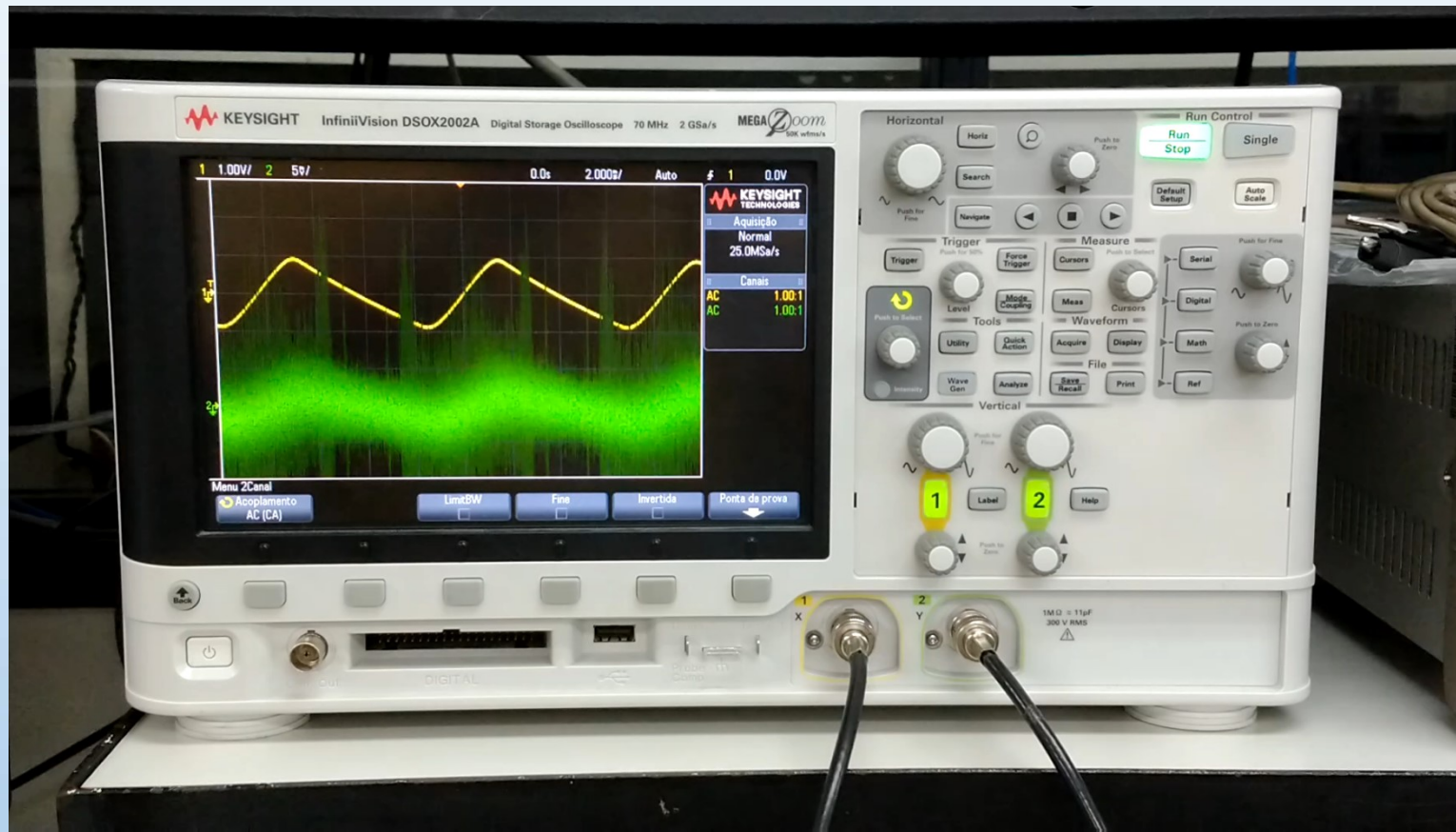


Tabela 2

Valores de tensões e correntes medidos experimentalmente na entrada e na saída do regulador

$R_{LT} = R_{Lmin} + R_L$		V_{ACC} (V)	v_{app} (mV)	V_{GCC} (V)	v_{gpp} (mV)	I_L (mA)
R_L (Ω)	R_{LT} (Ω)					
0						
50						
100						
200						
500						
1.000						
∞ (aberto)						

resistência da carga
resistência total da carga
resistência mínima

V_{ACC} = tensão média de entrada (ponto A)
 V_{app} = tensão pico a pico (ripple no ponto A)

V_{GCC} = tensão média de saída (ponto G)
 V_{gpp} = tensão pico a pico (ripple no ponto G)
 I_L = corrente CC da carga

Tabela 3

Valores medidos experimentalmente na entrada e na saída do regulador alimentado por uma fonte de tensão de bancada.

		$V_{ACC}(V)$	$V_{GCC}(V)$	$I_L (mA)$	$I_{fonte}^{HP3631A} (A)$
$R_L = 0 \Omega$	$(V_{ACC} - 10\%)$				
	V_{ACC}				
	$(V_{ACC} + 10\%)$				

R_L = resistência da carga

V_{ACC} = tensão média de entrada (ponto A)

V_{GCC} = tensão média de saída (ponto G)

I_L = corrente CC da carga

Fonte de alimentação HP



Boa experiência !

Terminado a experiência, limpar a bancada !