

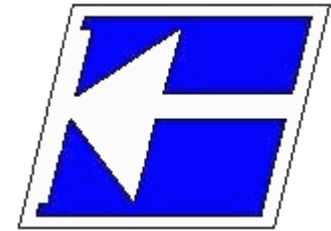
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Departamento Acadêmico de Eletrônica

CST em Eletrônica Industrial

Circuitos Elétricos I

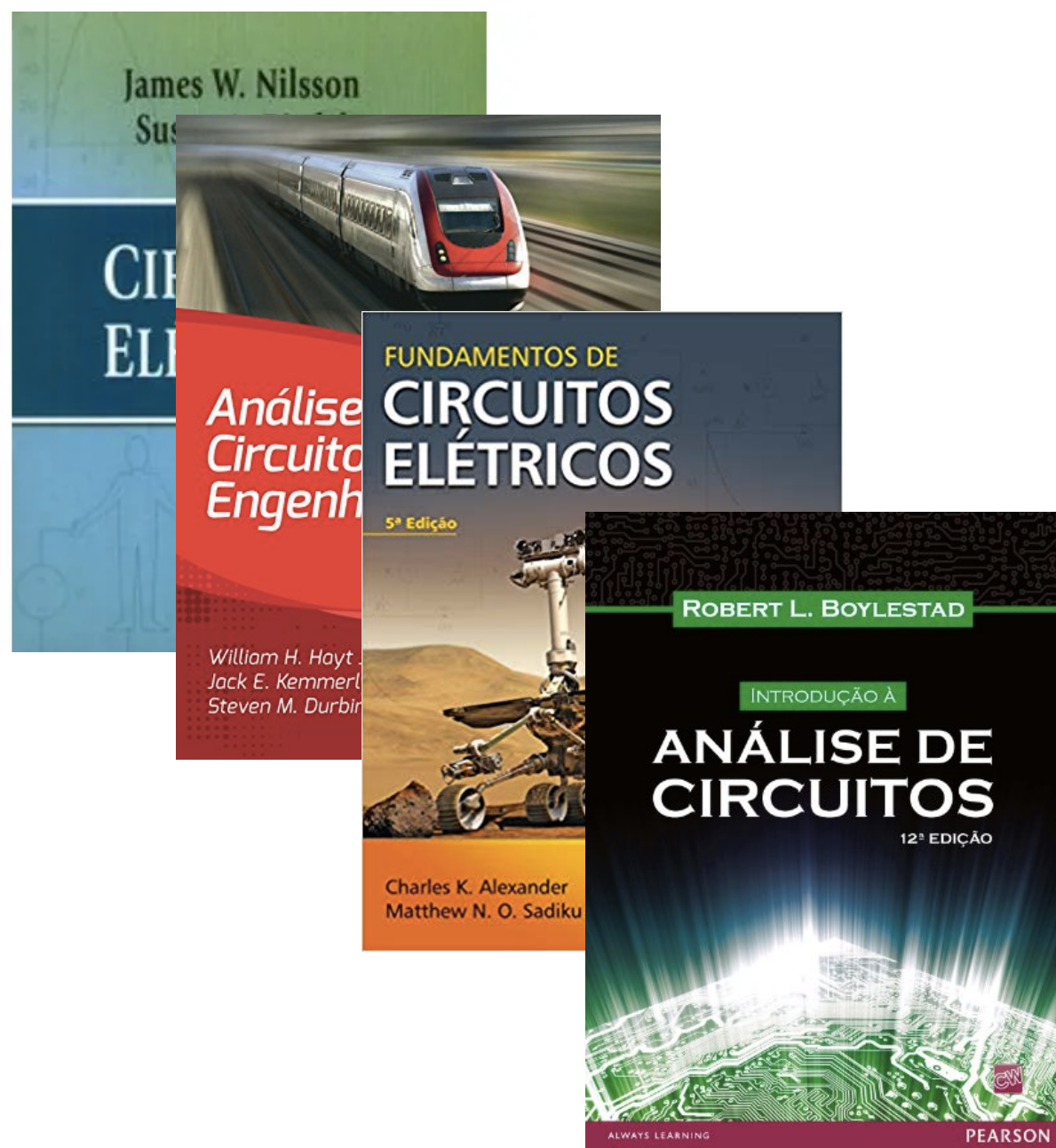


Sistema Internacional de Unidades e Medidas Elétricas

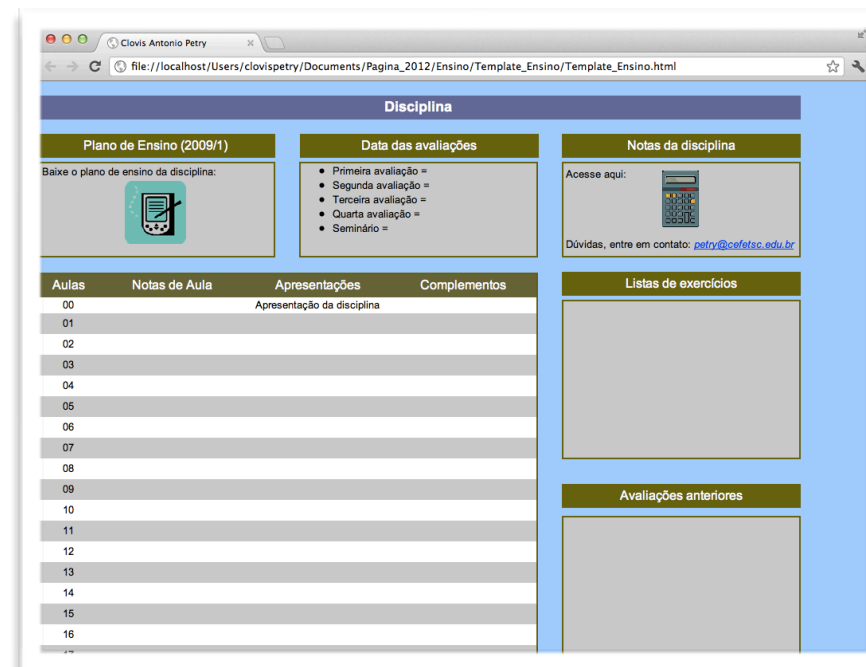
Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, fevereiro de 2020.

Biografia para Esta Aula



www.ProfessorPetry.com.br



Nesta Aula

Sistema internacional de unidades:

- O sistema internacional de unidades;
- Padrões elétricos e convenções.

Medidas elétricas:

- Principais grandezas elétricas:
 - Corrente elétrica;
 - Tensão elétrica;
 - Resistência elétrica;
 - Potência elétrica.
- Elementos de bancada:
 - Matriz de contatos;
 - Fontes.
 - Instrumentos de medidas:
 - Osciloscópio;
 - Multímetro;
- Medindo grandezas.

O Sistema Internacional de Unidades (SI)



Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

Unidades de base:

Grandezas de base	Símbolo de grandeza	Símbolo de dimensão
comprimento	$l, x, r, \text{etc.}$	L
massa	m	M
tempo, duração	t	T
corrente elétrica	I, i	I
temperatura termodinâmica	T	Θ
quantidade de substância	n	N
intensidade luminosa	I_v	J

ATENÇÃO
SÍMBOLOS NÃO MUDAM NO PLURAL
EXEMPLOS: 100m 5kg 80km
9h 10min 30s

S	A	K
cd		kg/m ³
Pa	kg	A/m ²
m		mol
Unidades Legais: é muito fácil escrever!		
		

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Unidades derivadas:

Grandeza derivada		Unidade derivada coerente do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área	A	metro quadrado	m^2
volume	V	metro cúbico	m^3
velocidade	v	metro por segundo	m/s
aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m/s^2
número de ondas	$\sigma, \tilde{\nu}$	metro elevado à potência menos um	m^{-1}
densidade, massa específica	ρ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
densidade superficial	ρ_A	kilograma por metro quadrado	kg/m^2
volume específico	v	metro cúbico por quilograma	m^3/kg
densidade de corrente	j	ampere por metro quadrado	A/m^2
campo magnético	H	ampere por metro	A/m
concentração de quantidade de substância ^(a)	c	mol por metro cúbico	mol/m^3
concentração mássica	ρ, γ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
luminância	L_v	candela por metro quadrado	cd/m^2
índice de refração ^(b)	n	um	1
permeabilidade relativa ^(b)	μ_r	um	1

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Unidades com símbolos e nomes especiais:

Grandeza derivada	Nome	Símbolo	Unidade SI derivada coerente ^(a)	
			Expressão utilizando outras unidades do SI	Expressão em unidades de base do SI
ângulo plano	radiano ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
ângulo sólido	esferorradiano ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
frequência	hertz ^(d)	Hz		s ⁻¹
força	newton	N		m kg s ⁻²
pressão, tensão	pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	N m	m ² kg s ⁻²
potência, fluxo radiante	watt	W	J/s	m ² kg s ⁻³
carga elétrica, quantidade de eletricidade	coulomb	C		s A
diferença de potencial elétrico, força eletromotriz	volt	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
capacitância	farad	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
resistência elétrica	ohm	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
condutância elétrica	siemens	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
fluxo magnético	weber	Wb	V s	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
densidade de fluxo magnético	tesla	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
indutância	henry	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Unidades com símbolos e nomes especiais:

Grandeza derivada	Nome	Símbolo	Unidade SI derivada coerente ^(a)	
			Expressão utilizando outras unidades do SI	Expressão em unidades de base do SI
temperatura Celsius	grau Celsius ^(w)	°C		K
fluxo luminoso	lúmen	lm	cd sr ^(c)	cd
iluminância	lux	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
atividade (de um radionuclídeo) ^(f)	becquerel	Bq		s ⁻¹
dose absorvida, energia específica (cedida), kerma	gray	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
equivalente de dose, equivalente de dose ambiente, equivalente de dose direcional, equivalente de dose individual,	sievert ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
atividade catalítica	katal	kat		s ⁻¹ mol

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Grafia no SI:



Notação completa no SI:

$$X = (x \pm \Delta x) u$$

$$V_1 = (10,5 \pm 0,1) V$$

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Grafia dos números:

- Quando escritas por extenso, os nomes das unidades começam por letras minúscula, mesmo quando se referem a nomes de cientistas. A única exceção é o grau Celsius. Exemplo: ampere, kelvin, newton, ...

Grafia dos símbolos das unidades:

- Os símbolos são invariáveis, não sendo admitido acrescentar a eles ponto de abreviatura, a letra "s", ou quaisquer sinais, letras ou índices.

Atenção:

- O símbolo não é expoente, não tem plural.

	Certo	Errado
segundo	s	s. ; seg.
metro	m	m. ; mtr.
quilograma	kg	kg. ; kgr.
hora	h	h. ; hr.

	Certo	Errado
cinco metros	5m	5ms
dois quilogramas	2kg	2kgs
oito horas	8h	8hs

	Certo	Errado
	250m	250 ^m
	10g	10 ^g
	2mg	2 ^{mg}

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Unidade composta:

- Ao escrever uma unidade composta, não misture nome com símbolo.

Certo	Errado
quilômetro por hora km/h	quilômetro/h km/hora
metro por segundo m/s	metro/s m/segundo

O grama:

- O grama pertence ao gênero masculino. Por isso, ao escrever e pronunciar essa unidade, seus múltiplos e submúltiplos, faça a concordância corretamente. Exemplos: dois quilogramas quinhentos miligramas duzentos e dez gramas oitocentos e um gramas.

O prefixo quilo:

- O prefixo quilo (símbolo k) indica que a unidade está multiplicada por mil. Portanto, não pode ser usado sozinho.

Certo	Errado
quilograma; kg	quilo; k

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Medidas de tempo:

- Ao escrever as medidas de tempo, observe o uso correto dos símbolos para hora, minuto e segundo. Os símbolos ' e '' representam minuto e segundo em unidades de ângulo plano e não de tempo.

Certo	Errado
9h25min6s	9:25h 9h 25' 6''

O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Múltiplos e submúltiplos:

- Os prefixos SI representam exclusivamente potências de 10 e não devem ser utilizados para expressar potências de 2 (por exemplo, um kilobit representa 1000 bits e não 1024 bits).

Fator	Nome do Prefixo	Símbolo	Fator	Nome do Prefixo	Símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Padrões Elétricos e Convenções

Número	Potência de 10	Leitura usual
0,000 001	10^{-6}	10 a menos seis
0,000 01	10^{-5}	10 a menos cinco
0,000 1	10^{-4}	10 a menos quatro
0,001	10^{-3}	10 a menos 3
0,01	10^{-2}	10 a menos 2
0,1	10^{-1}	10 a menos um
1	10^0	10 a zero
10	10^1	10 a um
100	10^2	10 a dois
1.000	10^3	10 a três
10.000	10^4	10 à quarta
100.000	10^5	10 à quinta
1.000.000	10^6	10 à sexta

Padrões Elétricos e Convenções

Notação científica:

- O coeficiente da potência de 10 é sempre expresso com uma casa decimal seguido da potência de 10 adequada.

$$300.000 = 3 \cdot 10^5$$

$$871 = 8,71 \cdot 10^2$$

$$7.425 = 7,425 \cdot 10^3$$

$$0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$0,015 = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

Padrões Elétricos e Convenções

Arredondamento de números:

- Quantidade após o algarismo duvidoso maior que 5, 500, etc.: Arredonda-se o algarismo duvidoso para mais.
- Quantidade após o algarismo duvidoso menor que 5, 500, etc.: Arredonda-se o algarismo duvidoso a menos.
- Quantidade após o algarismo duvidoso igual a 5, 500, etc.: Torna-se o algarismo duvidoso par.

$$5,6\overline{4}28 = 5,64$$

$$49,\overline{6}7 = 49,7$$

$$305,\overline{4}2 = 305$$

$$12,\overline{3}5 = 12,4$$

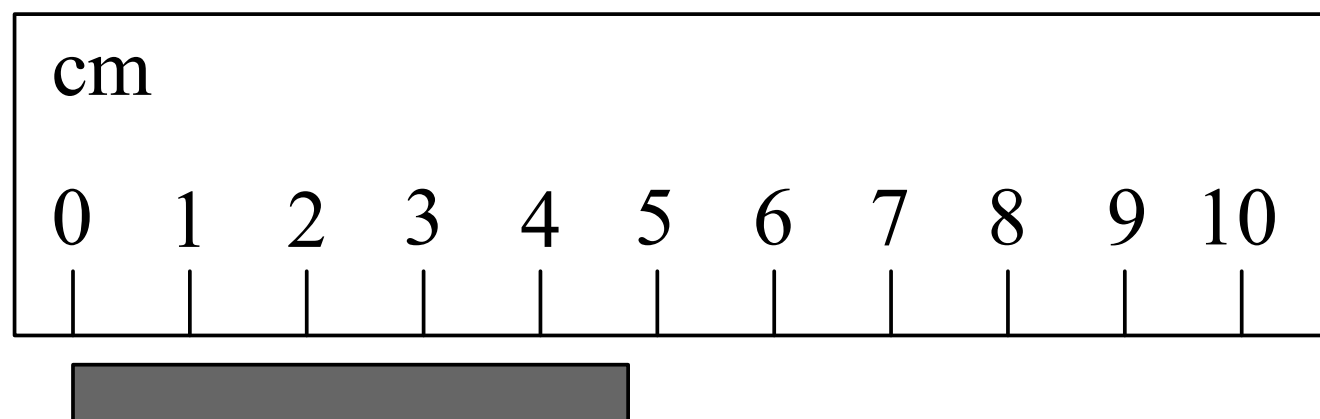
$$12,\overline{6}5 = 12,6$$



Algarismo duvidoso

Padrões Elétricos e Convenções

Algarismos significativos:



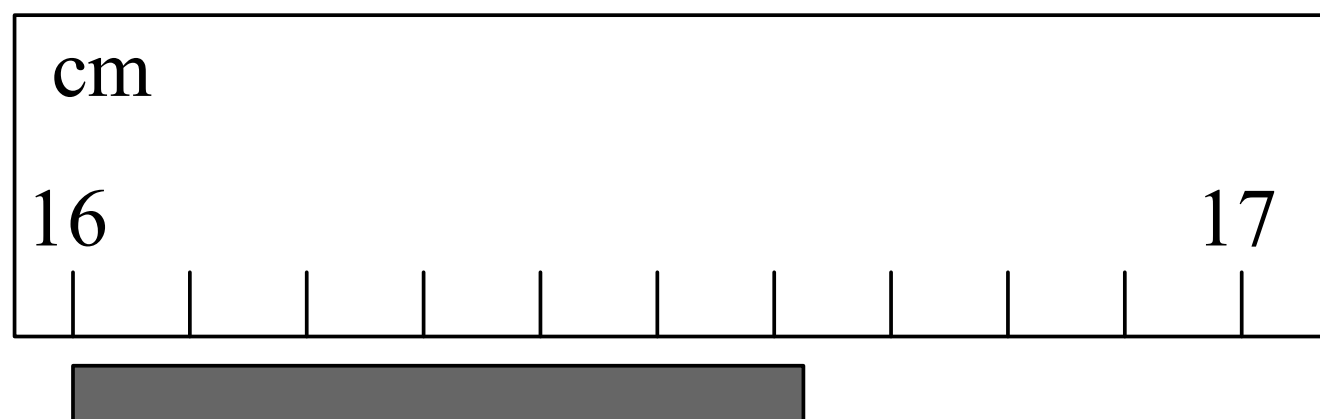
Errado:

$4,73\text{ cm}$

Correto:

$4,\bar{7}\text{ cm}$

↑
Algarismo duvidoso



Errado:

$16,6\text{ cm}$

Correto:

$16,6\bar{2}\text{ cm}$

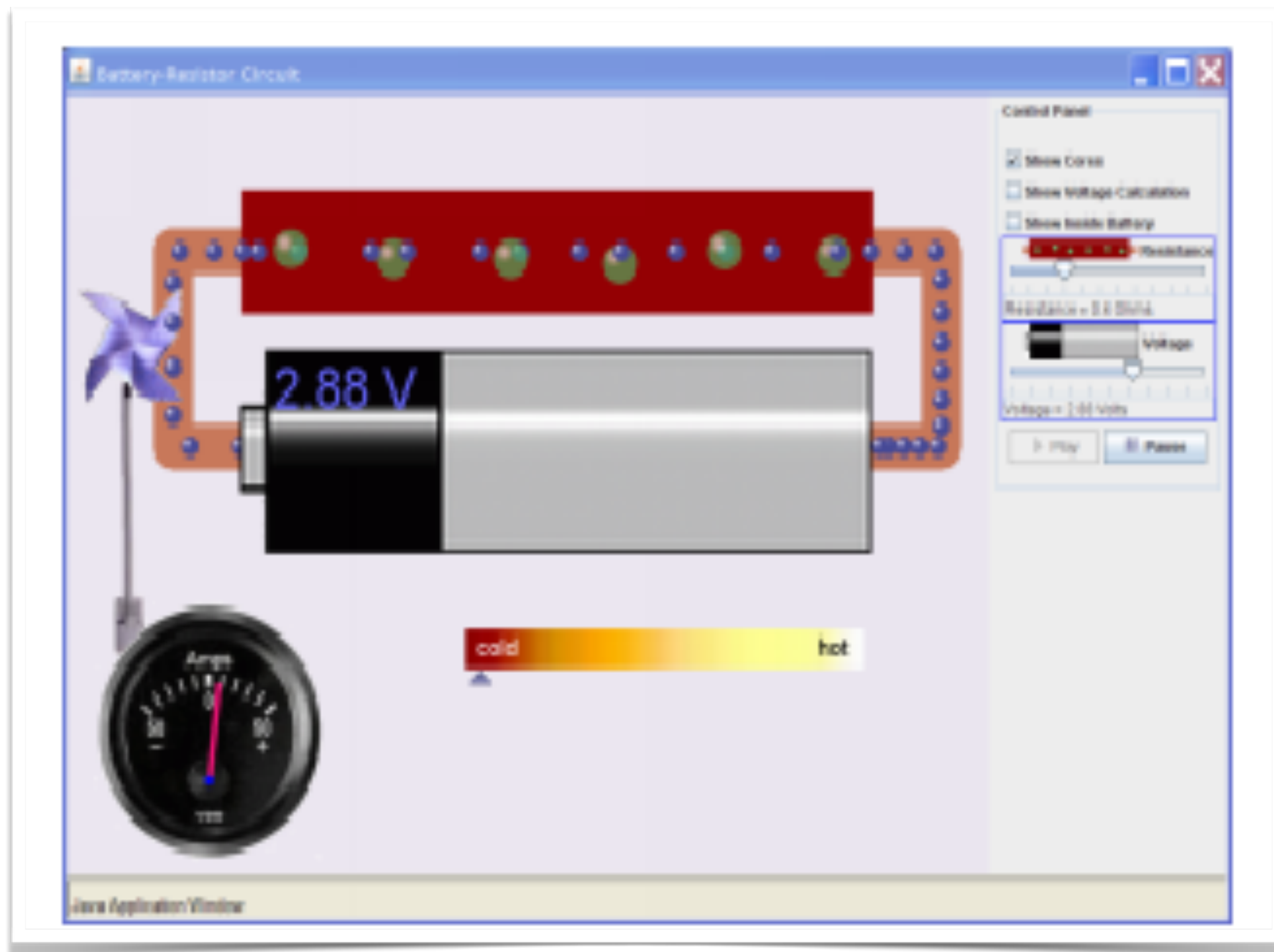
↑
Algarismo duvidoso

Principais Grandezas Elétricas – Corrente Elétrica

Corrente elétrica:

- A corrente elétrica é originada a partir do movimento das cargas elétricas. É, portanto, o fluxo de cargas por unidade de tempo.
- Representa-se a corrente elétrica pelas letras I , i ou $i(t)$. A letra maiúscula denota variáveis contínuas, que não variam no tempo.
- Variáveis dependentes do tempo são denotadas por letras minúsculas ou por funções de t . Usa-se o formato itálico para diferenciar variáveis do texto normal.
- A unidade de medida de corrente elétrica é o ampère (A).
- Normalmente se utilizam também múltiplos e submúltiplos da unidade base, que são: microampères (μA), miliampères (mA), kiloampères (kA), entre outras.

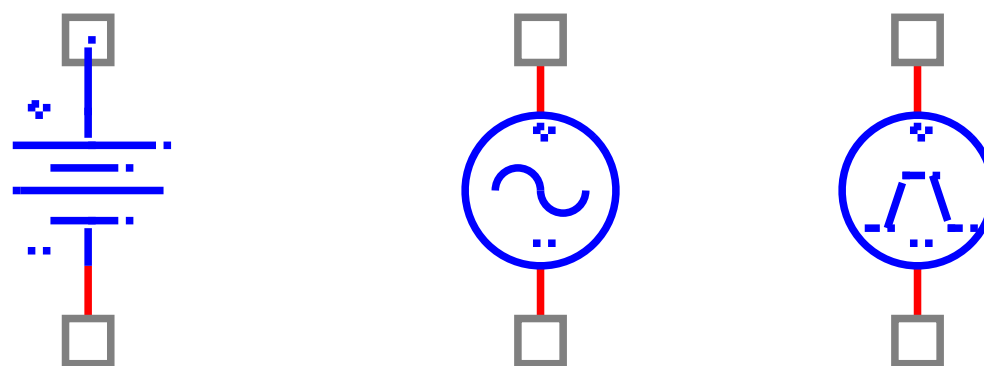
Principais Grandezas Elétricas – Corrente Elétrica



Principais Grandezas Elétricas – Tensão Elétrica

Tensão elétrica:

- A tensão elétrica está relacionada com a energia necessária para o deslocamento de cargas elétricas. Também conhecida por voltagem ou diferença de potencial.
- É representada pelas letras V , v ou $v(t)$.
- A unidade de medida de tensão elétrica é o Volt (V) e também podem ser usados múltiplos e submúltiplos como: kilovolt(kV), milivolt(mV), entre outros.

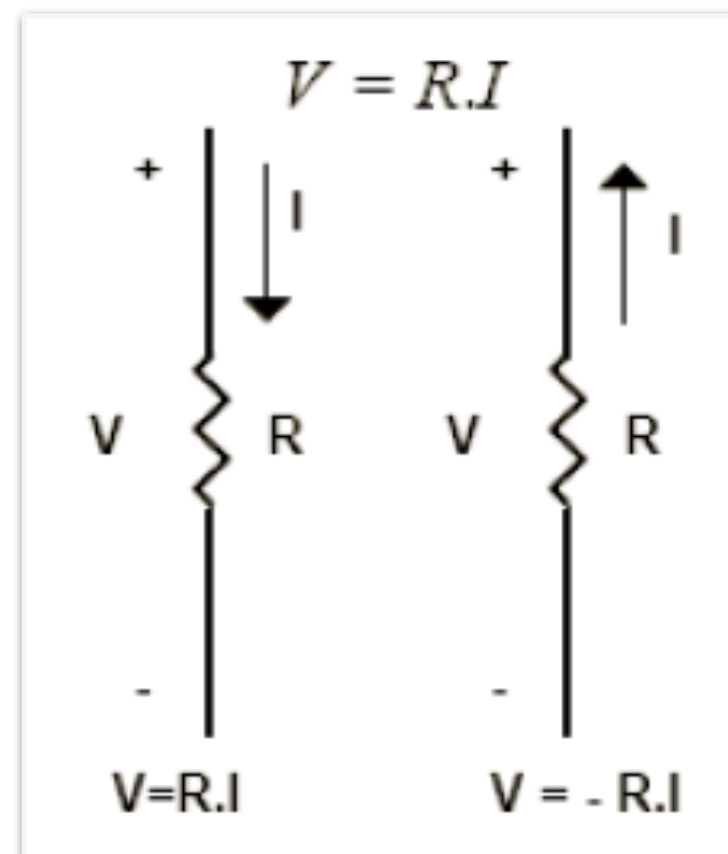
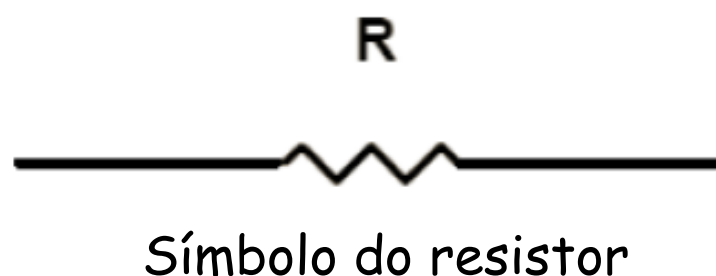


Símbolos de fontes de tensão

Principais Grandezas Elétricas – Resistência Elétrica

Resistência elétrica:

- Resistência elétrica é a oposição dos materiais à passagem da corrente elétrica, ou mais precisamente, ao movimento de cargas elétricas. O elemento ideal usado como modelo para este comportamento é o resistor.
- Representa-se a resistência pela letra R .
- A unidade de medida de resistência é o Ohm (Ω), mas é muito freqüente o uso de múltiplos como o kilohm ($k\Omega$) e o megaohm ($M\Omega$) e submúltiplos como o miliohm ($m\Omega$) e microhm ($\mu\Omega$).

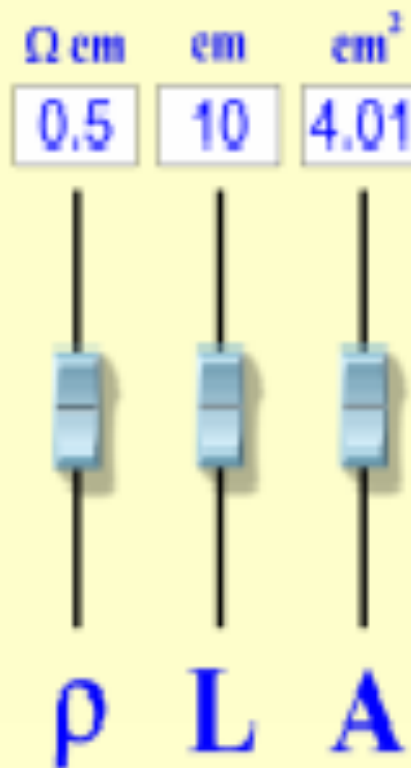


Principais Grandezas Elétricas – Resistência Elétrica

Resistance in a Wire

resistance = 1.25 ohm

$$R = \frac{\rho L}{A}$$



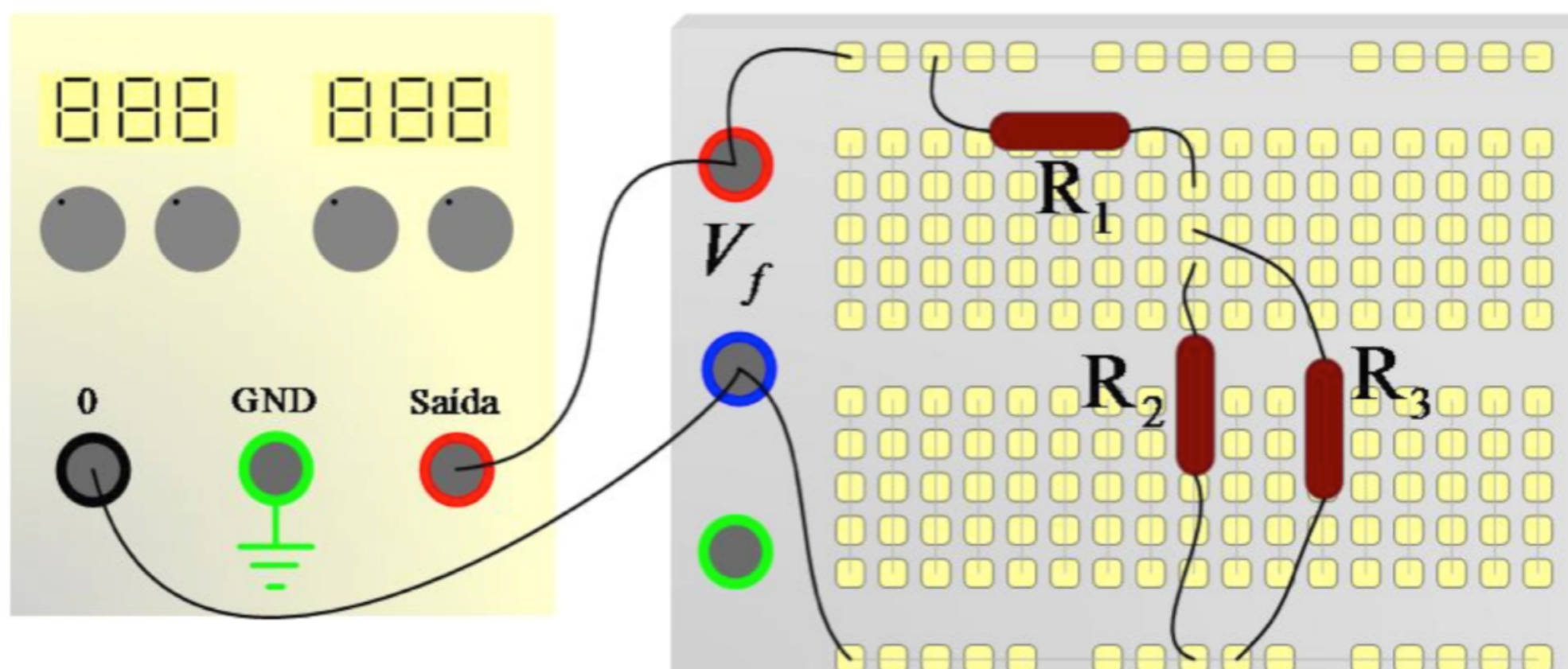
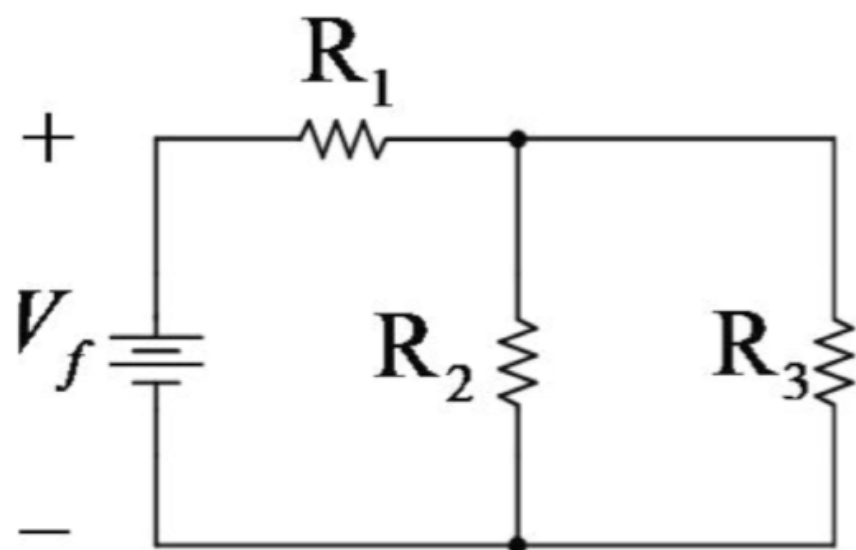
Principais Grandezas Elétricas – Potência Elétrica

Potência elétrica:

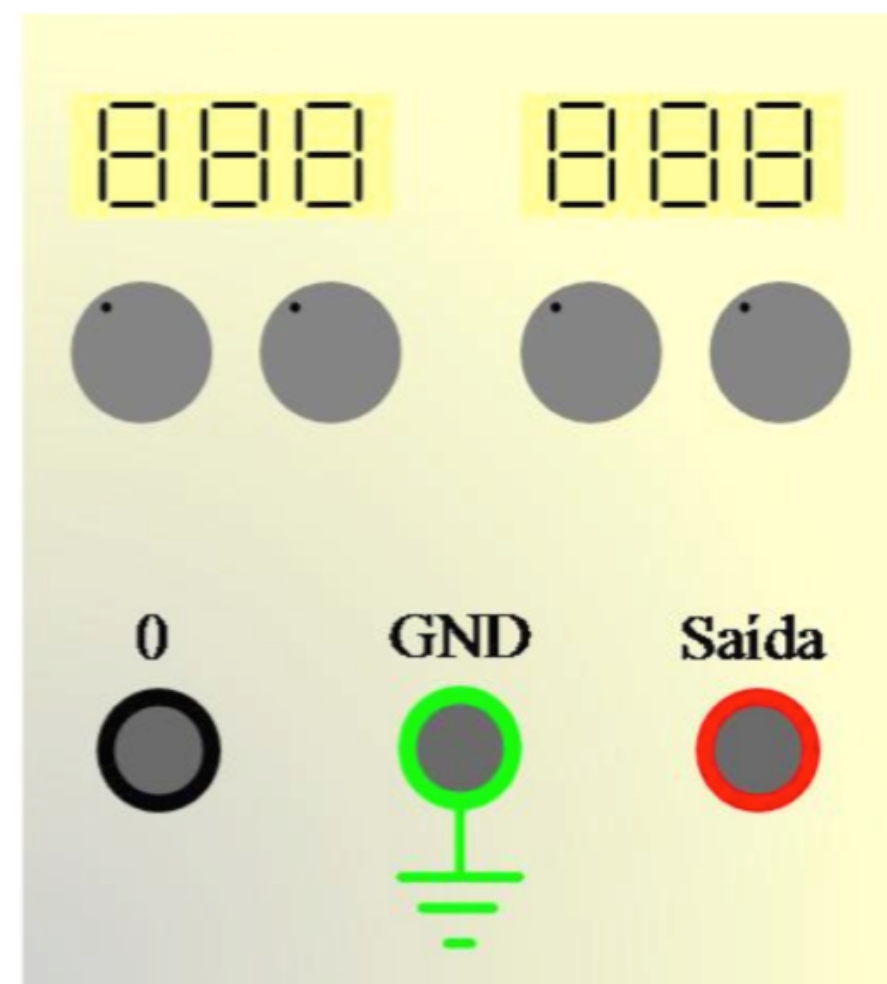
- Potência é a energia por unidade de tempo, fornecida ou recebida por um elemento e é igual ao produto da tensão entre os terminais do elemento pela corrente que o atravessa.
- Representa-se a potência pela letra P e sua unidade de medida é o Watt (W).
- Normalmente se usam como múltiplos do Watt o kilowatt (kW) e o megawatt (MW) e como submúltiplos o miliwatt (mW) e o microwatt (μ W).
- A potência em um elemento de circuito pode ser determinada por:

$$P = V \cdot I$$

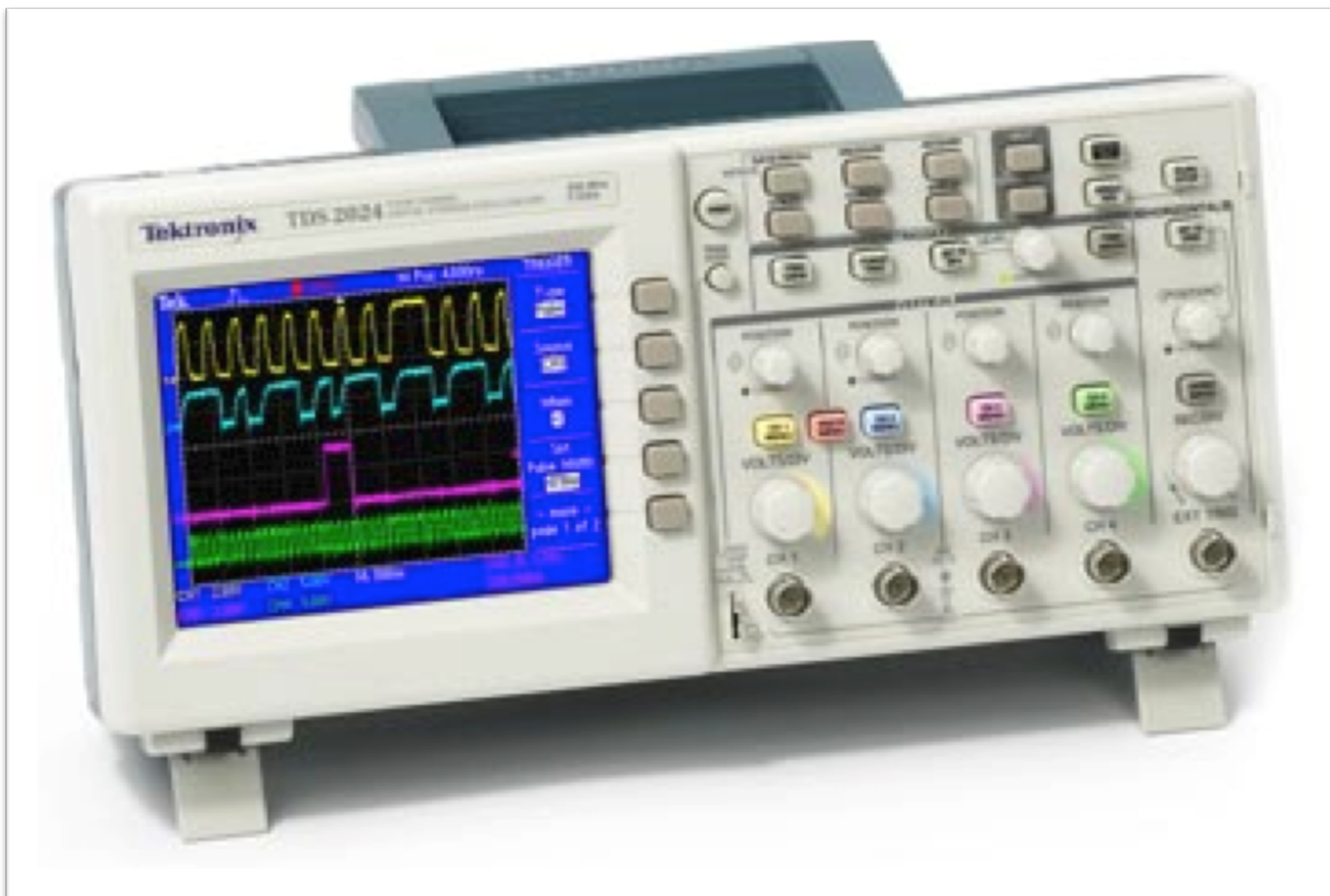
Elementos da Bancada - Matriz de Contatos

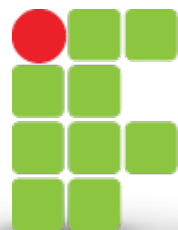


Elementos da Bancada – Fontes de Tensão



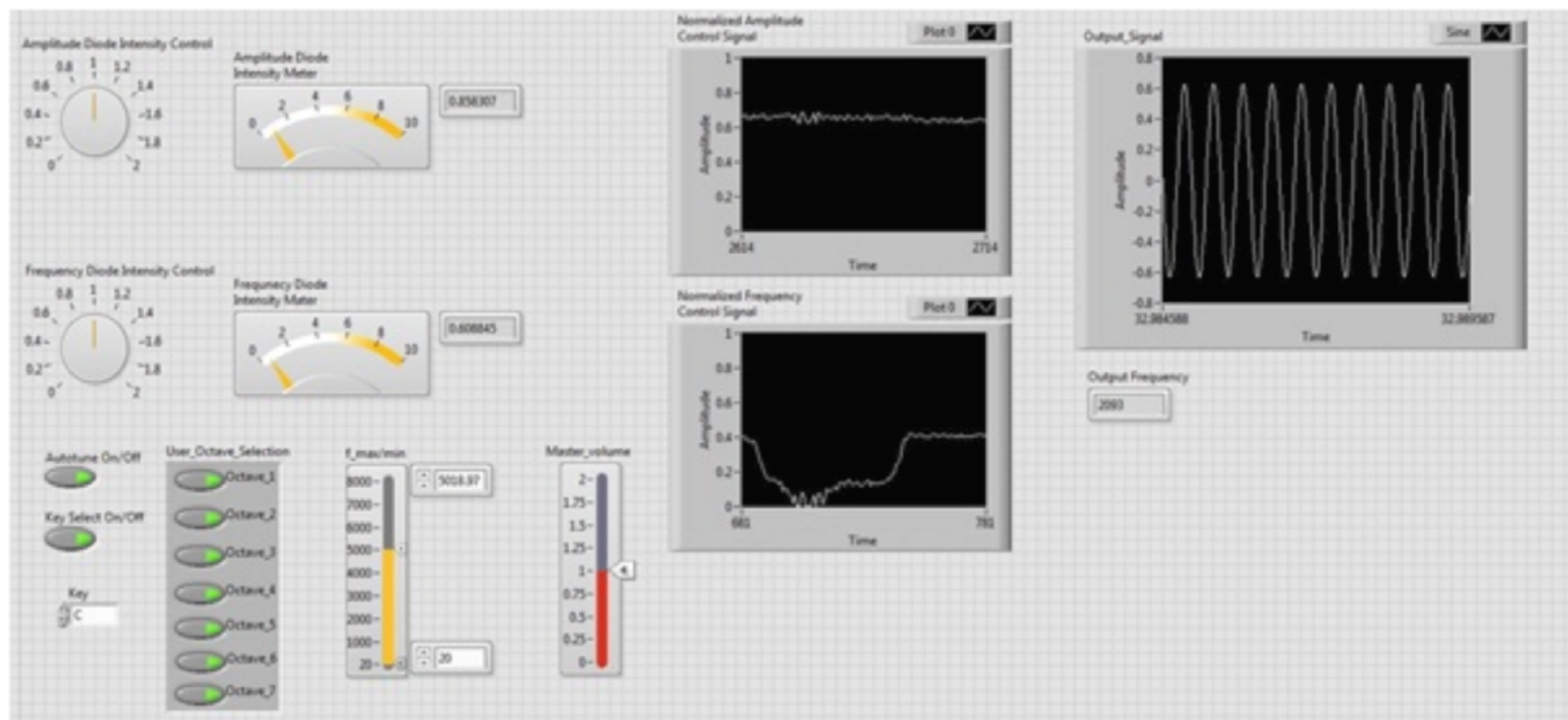
Elementos da Bancada – Osciloscópio





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Elementos da Bancada – Osciloscópio



Elementos da Bancada – Multímetros



Elementos da Bancada – Multímetros (escalas)

DCV

Escala de Tensão Contínua

Valores médios:

- Menor = 200 mV;
- Maior 1000 V.



Elementos da Bancada – Multímetros (escalas)

ACV

Escala de Tensão Alternada

Valores eficazes:

- Menor = 200 V;
- Maior 750 V.



Elementos da Bancada – Multímetros (escalas)

DCA

Escala de Corrente Contínua

Valores:

- Menor = 200 μ A;
- Maior 10 A.



Elementos da Bancada – Multímetros (escalas)

Ohm
Escala de Resistência

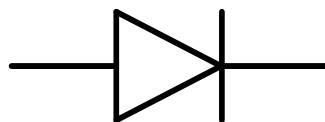
Valores:

- Menor = $200\ \Omega$;
- Maior $200\ \text{M}\Omega$.



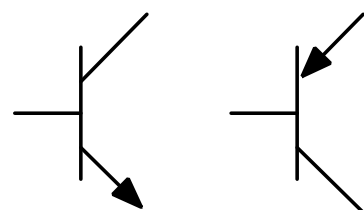
Elementos da Bancada - Multímetros (escalas)

Teste de Diodos



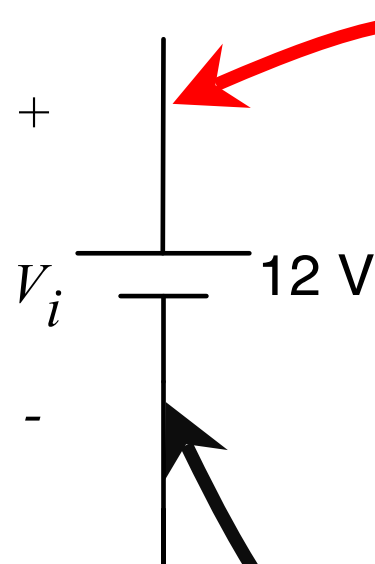
Elementos da Bancada - Multímetros (escalas)

Teste de Transistores



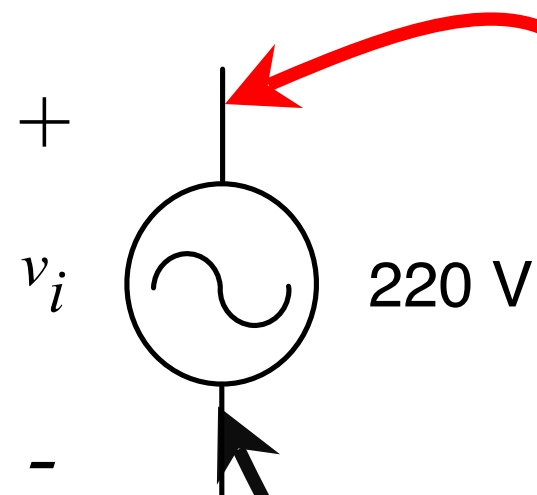
Elementos da Bancada - Multímetros (V)

Medindo Tensão Contínua



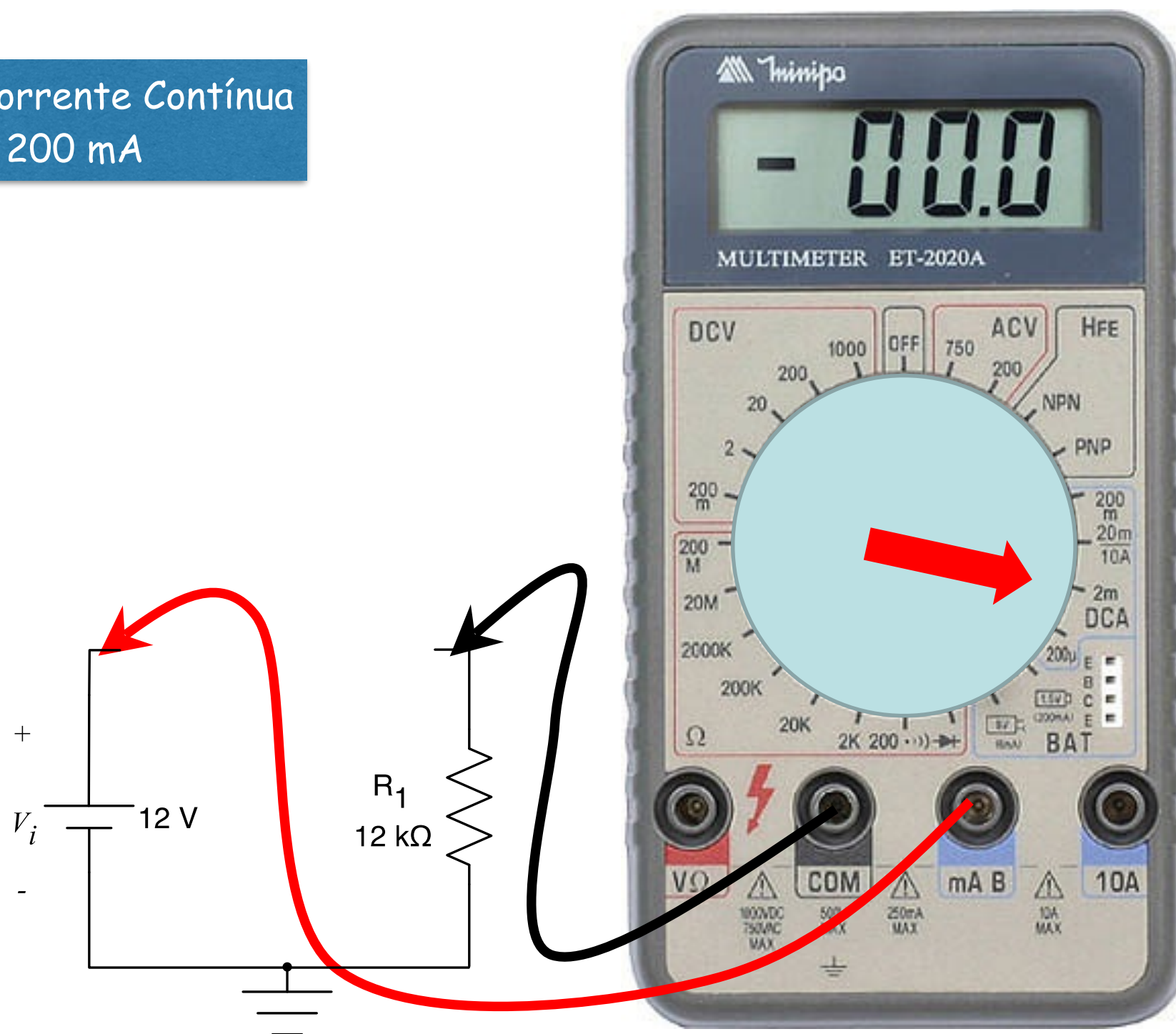
Elementos da Bancada - Multímetros (I)

Medindo Tensão Alternada



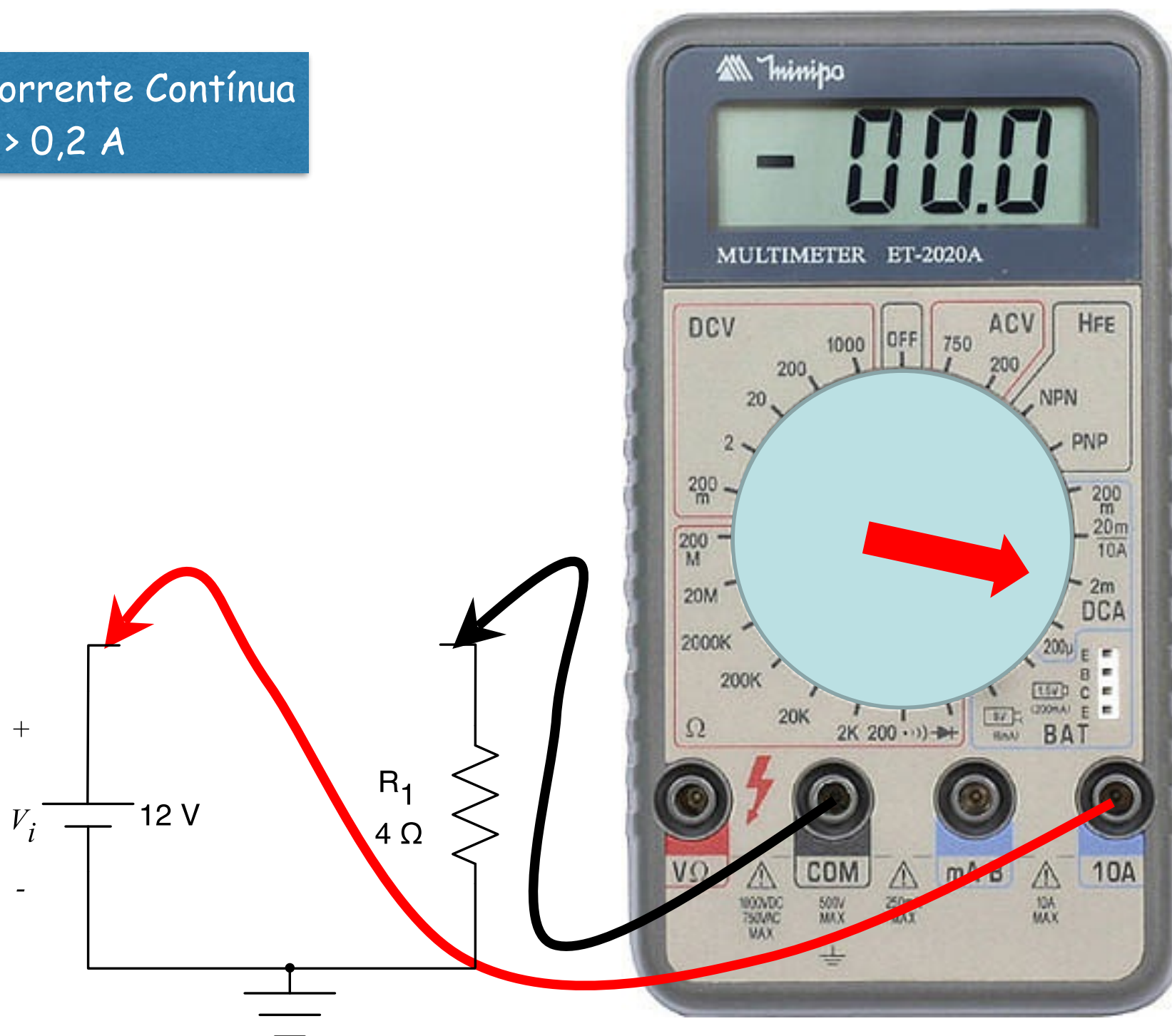
Elementos da Bancada - Multímetros (I)

Medindo Corrente Contínua
 $i < 200 \text{ mA}$



Elementos da Bancada - Multímetros (I)

Medindo Corrente Contínua
 $i > 0,2 \text{ A}$



Elementos da Bancada - Multímetros (R)

Medindo Resistência

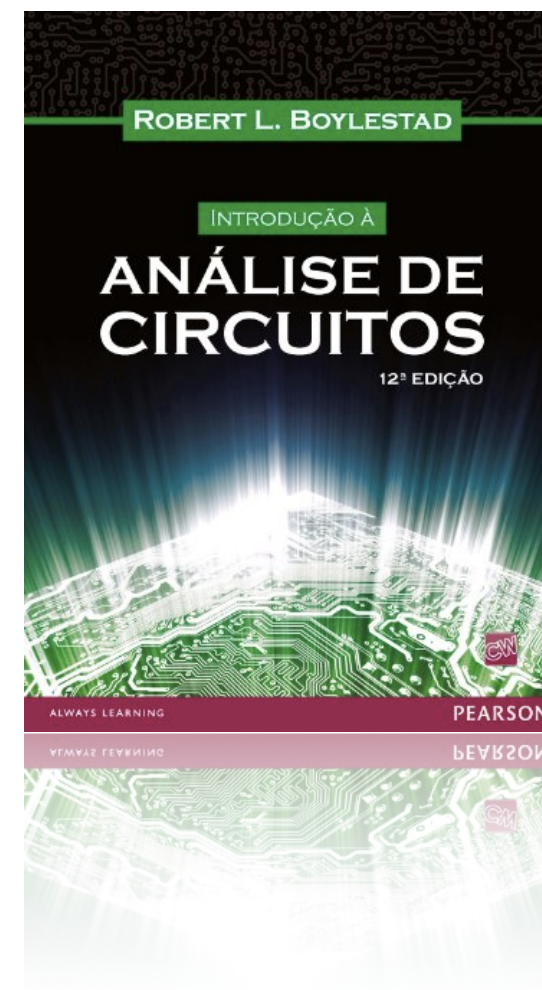
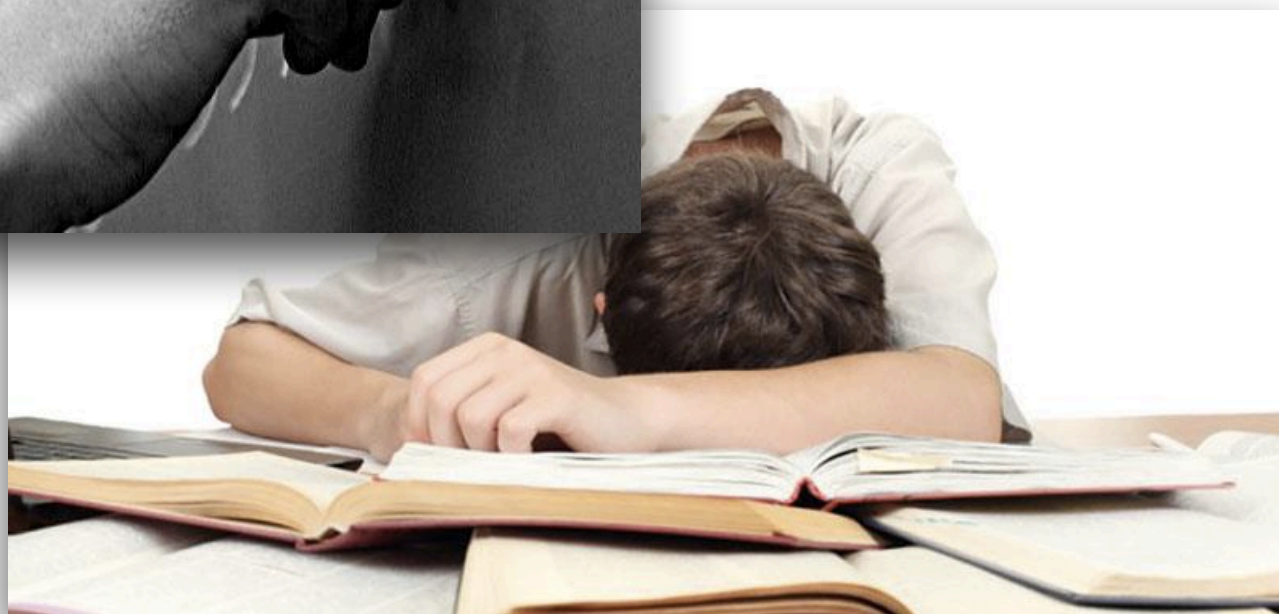
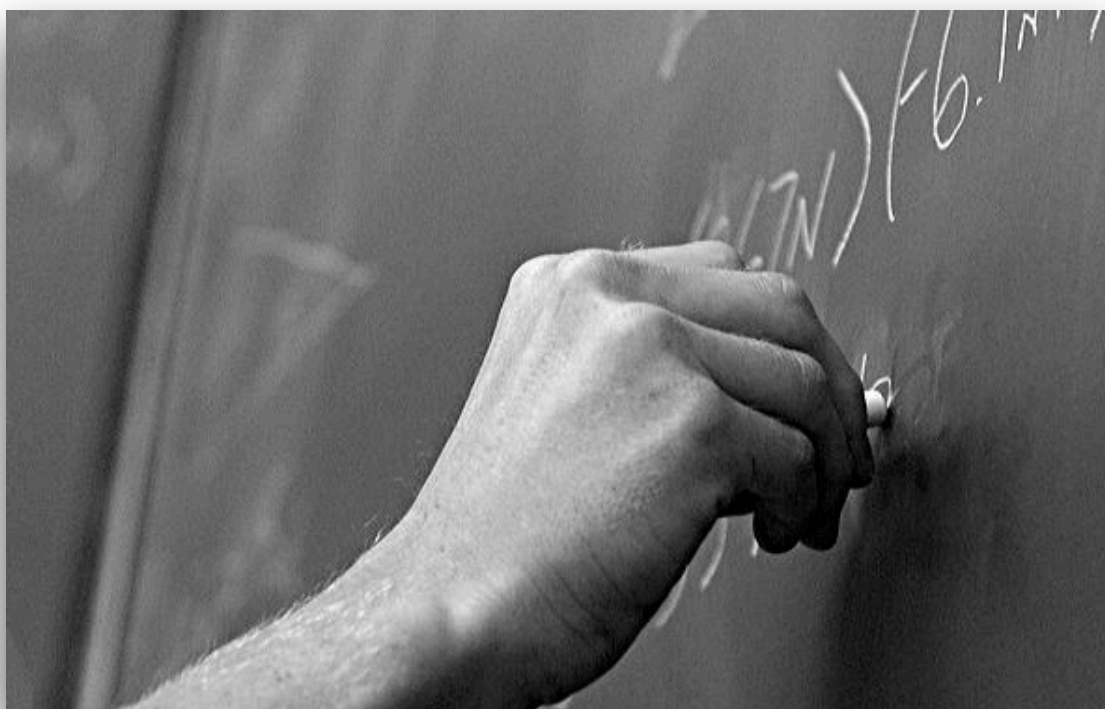
R_1
12 k Ω



Demonstrações

Exemplos:

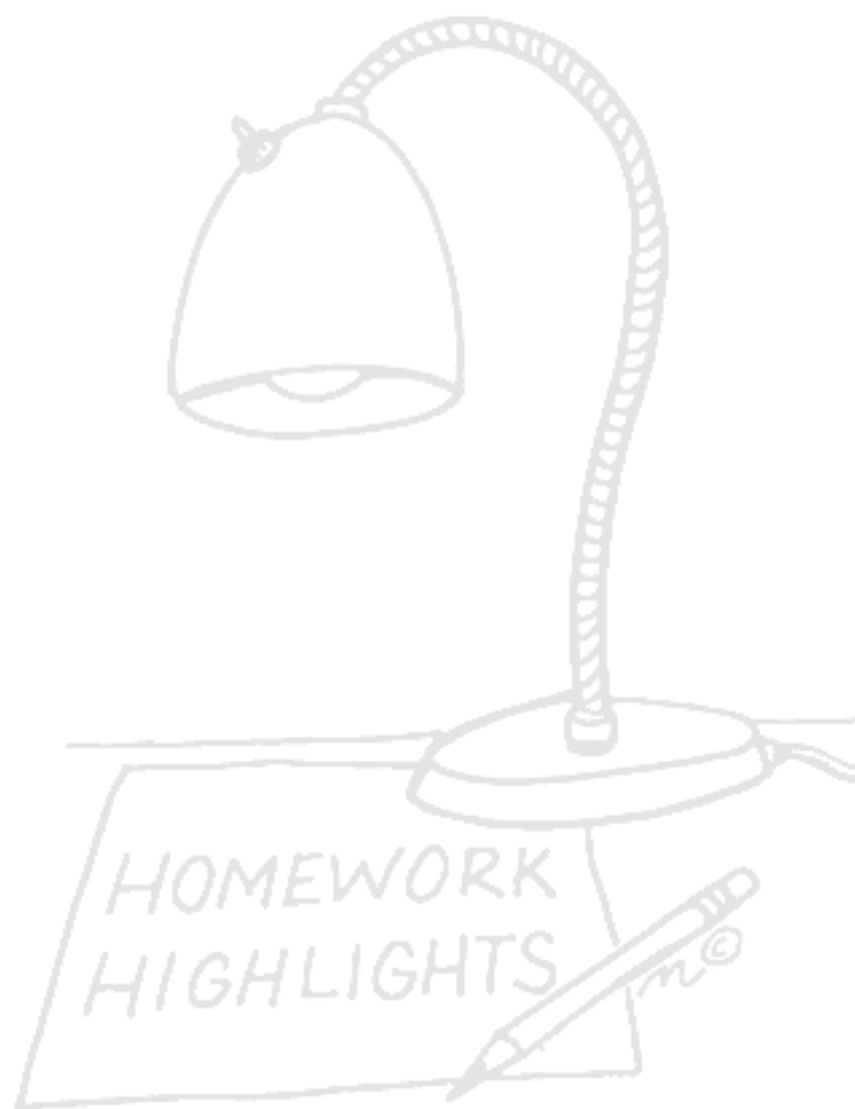
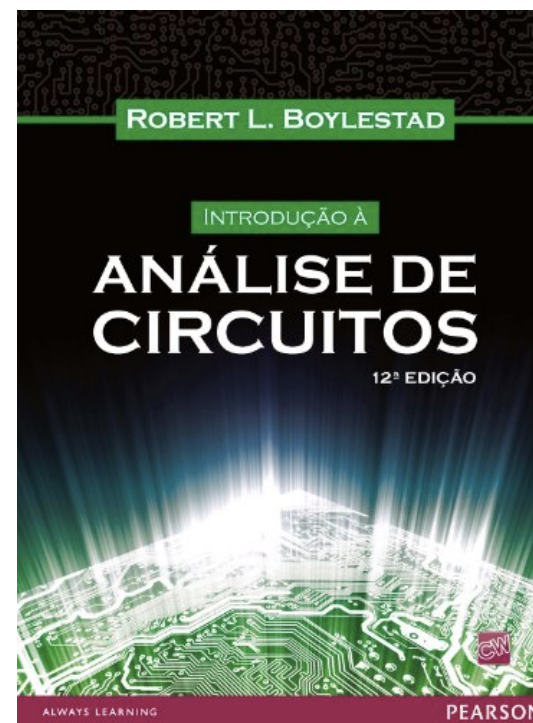
- Exemplos e problemas do capítulo 1 - Introdução do livro Análise de Circuitos de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.



Tarefas

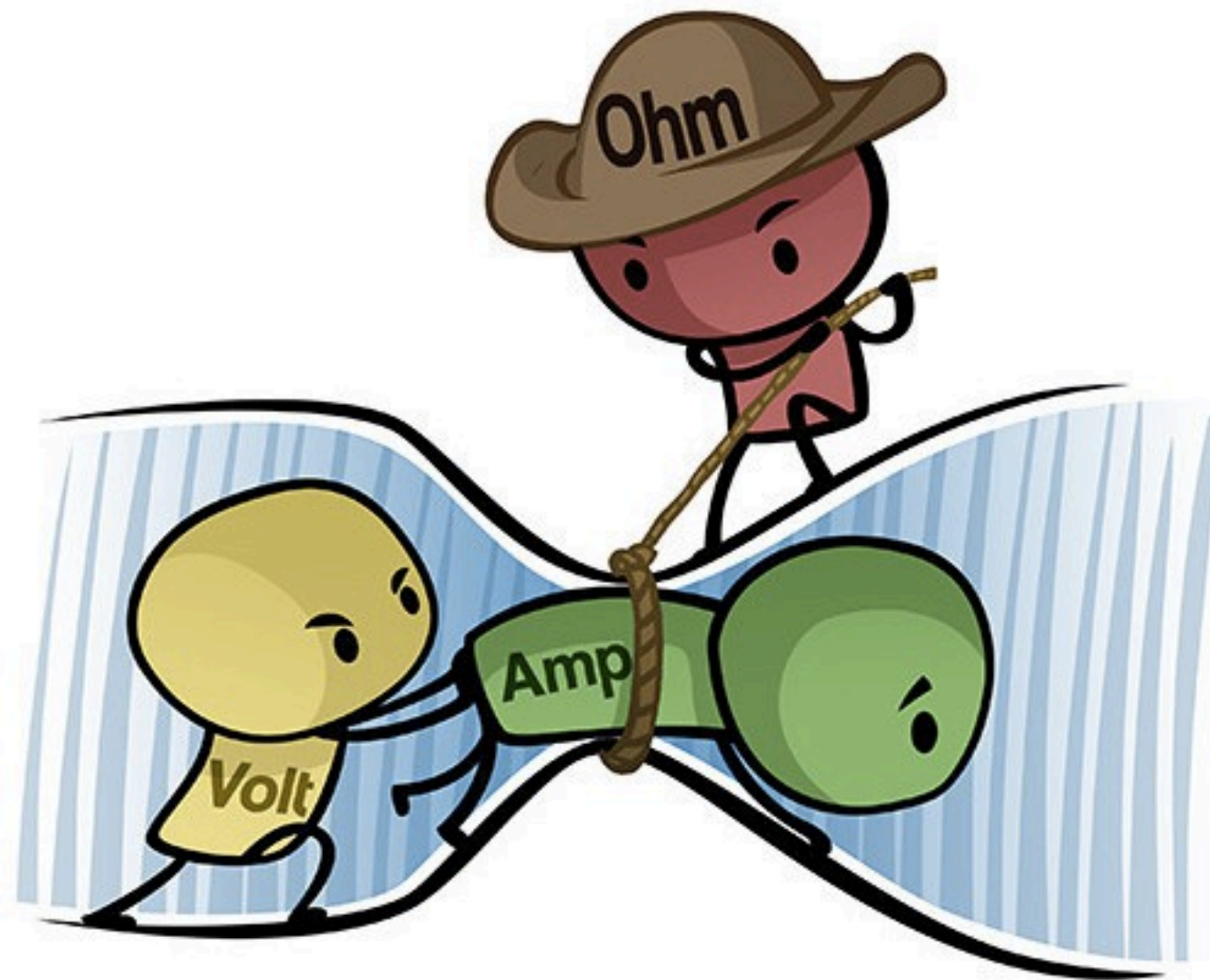
Durante e após a aula:

- Ler o capítulo 1 - Introdução do livro *Análise de Circuitos* de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.



Próxima Aula

Tensão e corrente.



Fonte: <https://www.build-electronic-circuits.com/current-voltage-resistance/>