

Noções básicas de circuitos elétricos: Lei de Ohm e Leis de Kirchhoff

Material

- 2 Resistores de 3.3k Ω ;
- 2 Resistores de 10k Ω ;
- Fonte de alimentação;
- Multímetro digital;
- Amperímetro;

Introdução

Existem duas quantidades que normalmente queremos acompanhar em circuitos elétricos e eletrônicos: voltagem e corrente. Essas grandezas podem ser constantes ou variáveis no tempo. Vejamos a seguir algumas definições.

Corrente elétrica

Usualmente identificada pelo símbolo i , a corrente é o fluxo de carga elétrica que passa por um determinado ponto. A unidade de medida de corrente é o ampère (1A = 1 coulomb/segundo). Em circuitos eletrônicos, em geral, o ampère é uma unidade muito grande. Por isso, as correntes são geralmente expressas em miliampères (1 mA = 10^{-3} A) ou microampères (1 μ A = 10^{-6} A). Por convenção, os portadores de corrente elétrica são cargas positivas que fluem de potenciais mais altos para os mais baixos (embora o fluxo de elétrons real seja no sentido contrário).

Resistência

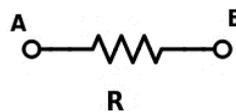
Para que haja fluxo de cargas elétricas são necessários dois ingredientes básicos: uma diferença de potencial e um meio por onde as cargas elétricas possam circular. Para uma dada voltagem, o fluxo de cargas dependerá da resistência do meio por onde essas cargas deverão passar. Quanto maior a resistência, menor o fluxo de cargas para uma

dada diferença de potencial.

Os materiais são classificados, em relação à passagem de corrente elétrica, em três categorias básicas: os isolantes, que são aqueles que oferecem alta resistência à passagem de cargas elétricas; os condutores, que não oferecem quase nenhuma resistência à passagem de corrente elétrica; e os semicondutores que se situam entre os dois extremos mencionados anteriormente.

Usamos a letra **R** para indicar a resistência de um material, e a unidade de medida desta grandeza é o ohm (Ω). O símbolo para indicar uma resistência em um circuito elétrico é mostrado na figura 1.1.

Figura 1.1: Representação esquemática de um resistor colocado entre os pontos A e B de um dado circuito.



A resistência de um material condutor é definida pela razão entre a voltagem **V** aplicada aos seus terminais e a corrente **i** passando por ele:

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

Equação 1.1

A **equação 1.1** é uma das representações da **Lei de Ohm**. Através dela vemos que no **SI** a unidade de resistência é definida por $1 \Omega = 1 \text{ V/A}$.

Na montagem de circuitos elétricos e eletrônicos dois tipos de associações de elementos são muito comuns: associações em série e em paralelo.

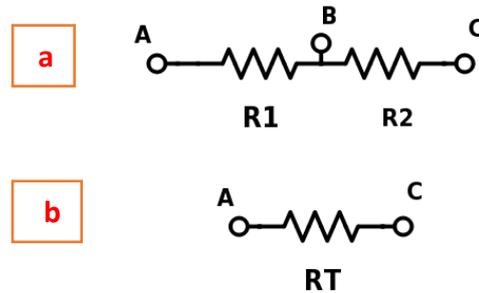
Associação de resistores em série

Elementos de um circuito elétrico (como por exemplo resistores) são ditos ligados em série se conduzem a mesma corrente.

Na figura 1.2 mostramos uma associação em série dos resistores **R1** e **R2**. Num

circuito elétrico os dois resistores ligados em série têm o mesmo efeito de um resistor equivalente de resistência R_T .

Figura 1.2: a) Associação em série de resistores. b) Resistor equivalente



Na associação em série de resistores, a corrente i_1 passando por R_1 e a corrente i_2 por R_2 são a mesma corrente i passando pela associação:

$$I = i_1 = i_2$$

Equação 1.2

As voltagens no resistor R_1 , $V_1 = V_{AB}$, e no resistor R_2 , $V_2 = V_{BC}$, somadas são iguais à voltagem da associação V_{AC} :

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} = V_1 + V_2$$

Equação 1.3

Para a associação em série de resistores temos então:

$$R = R_1 + R_2$$

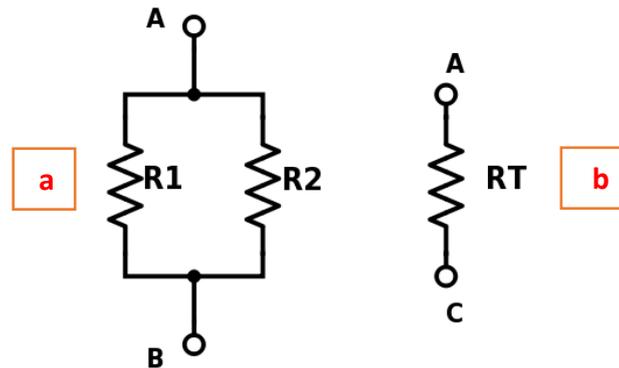
Equação 1.4

Associação de resistores em paralelo

Elementos de um circuito elétrico são ditos ligados em paralelo, se estão ligados entre o mesmo par de nós, e, portanto, têm a mesma tensão em seus terminais.

Na figura 1.3 mostramos uma associação em paralelo dos resistores R_1 e R_2 . Num circuito elétrico os dois resistores ligados em paralelo têm o mesmo efeito de um resistor equivalente de resistência R_T .

Figura 1.3: a) Associação em paralelo de resistores. b) Resistor equivalente



Na associação em paralelo de resistores, soma da corrente i_1 passando por R_1 e da corrente i_2 por R_2 é a corrente total i passando pela associação:

$$i = i_1 + i_2$$

Equação 1.5

As voltagens nos resistores R_1 , V_1 , e R_2 , V_2 , são a mesma voltagem da associação V_{AB} :

$$V_{AB} = V_1 = V_2$$

Equação 1.6

Para a associação em paralelo de resistores, a resistência equivalente R_T será:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Equação 1.7

Introdução ao uso dos equipamentos de medida da bancada

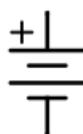
Um ponto importante, é que para verificar as relações entre as diversas grandezas que participam de um circuito elétrico devemos medi-las. Mais precisamente, devemos conhecer as correntes e as voltagens que ocorrem no circuito. Para isso, existem diversos instrumentos, como o voltímetro e o amperímetro, que nos permitem realizar essas medidas. Um outro instrumento, mais versátil, é o osciloscópio. Com ele podemos literalmente ver voltagens em função do tempo em um ou mais pontos de um circuito.

Fonte de alimentação DC

A fonte de alimentação DC (corrente direta do termo original em inglês) na bancada é um equipamento utilizado para transformar a corrente alternada que existe na rede normal de distribuição em corrente contínua. As fontes utilizadas nesta prática serão fontes de voltagem variável, ou seja, a voltagem nos terminais pode ser variada entre 0 V e algumas dezenas de volts. A voltagem desejada pode ser ajustada no painel frontal da fonte, e pode ser usada nos circuitos apenas conectando os cabos nos conectores de saída da fonte, identificados como saída positiva (potencial mais alto) e negativa (potencial mais baixo).

Representamos uma fonte de tensão contínua pelo símbolo mostrado na Figura 1.4, onde a seta inclinada indica que a tensão por ela produzida é variável.

Figura 1.4: Representação de uma fonte DC cuja tensão pode ser ajustada.



Num circuito elétrico a fonte DC é um elemento polarizado, isto significa que a corrente sai de seu terminal positivo (B) e entra em seu terminal negativo (A). Se a polaridade não for respeitada, alguns componentes do circuito podem ser danificados.

Figura 1.5: Fonte DC do VISIR



Amperímetro

Ele é polarizado e deve ser **inserido em série no ponto do circuito onde se deseja medir a corrente**. O símbolo mostrado na Figura 1.6 é utilizado frequentemente para indicar um medidor de corrente.

Figura 1.6: Representação esquemática de um medidor de corrente, ou amperímetro.



Figura 1.7: Representação esquemática de um medidor de corrente, ou amperímetro.

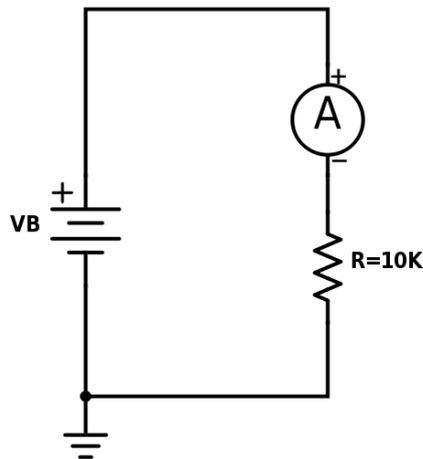


Figura 1.8: Como medir corrente no VISIR



Voltímetro

O voltímetro, como o nome diz, é um instrumento que mede voltagens ou diferenças de potencial. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o elemento de circuito cuja tensão estamos medindo. O símbolo apresentado na Figura 1.9 é frequentemente utilizado para representar um voltímetro em circuitos elétricos.

Figura 1.9: Representação usual de voltímetros em circuitos elétricos.



Figura 1.10: Representação esquemática de um medidor de voltagem, ou voltímetro.

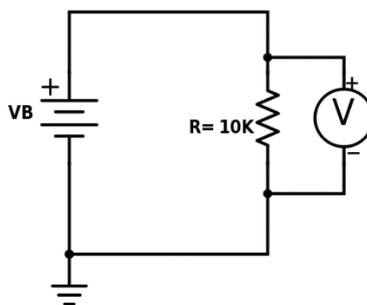


Figura 1.11: Como medir voltagem no VISIR

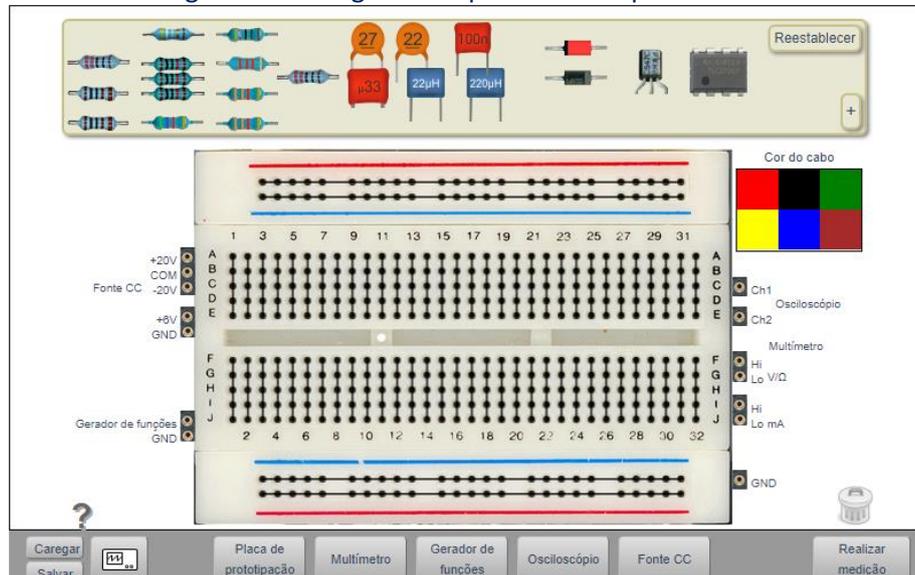


Protoboard

Um dos equipamentos que iremos utilizar durante toda a disciplina será o protoboard. É nele que ligamos os componentes eletrônicos e os instrumentos de medição. O protoboard contém alguns pontos que são interligados entre si e outros pontos

independentes. A figura 1.12 apresenta as conexões da protoboard do VISIR.

Figura 1.12: Diagrama esquemático do protoboard.



Procedimento 1: Lei de Ohm

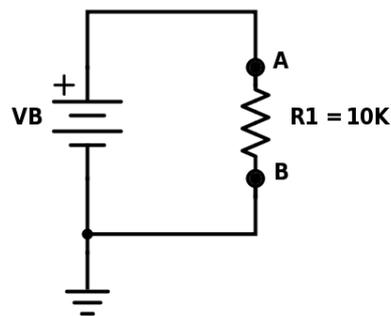
O objetivo desse experimento é confirmar a lei de Ohm, comprovando a relação:

$$V = R * i$$

Equação 1.8

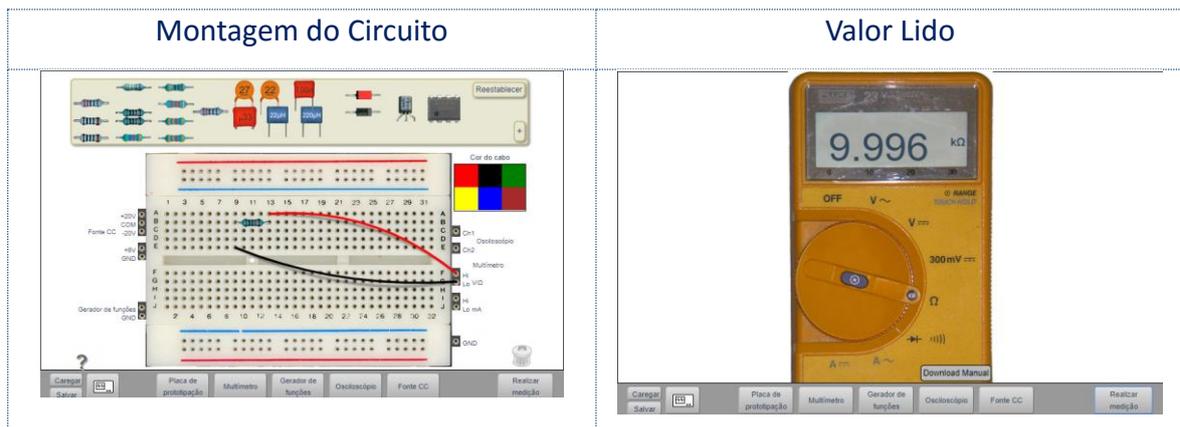
Iremos montar um circuito formado por um resistor ($R1 = 10\text{ k}\Omega$), uma fonte de tensão, um amperímetro e um voltímetro. Monte o circuito indicado na Figura 1.13.

Figura 1.13: Circuito a ser montado para o Procedimento



A seguir efetue os procedimentos abaixo:

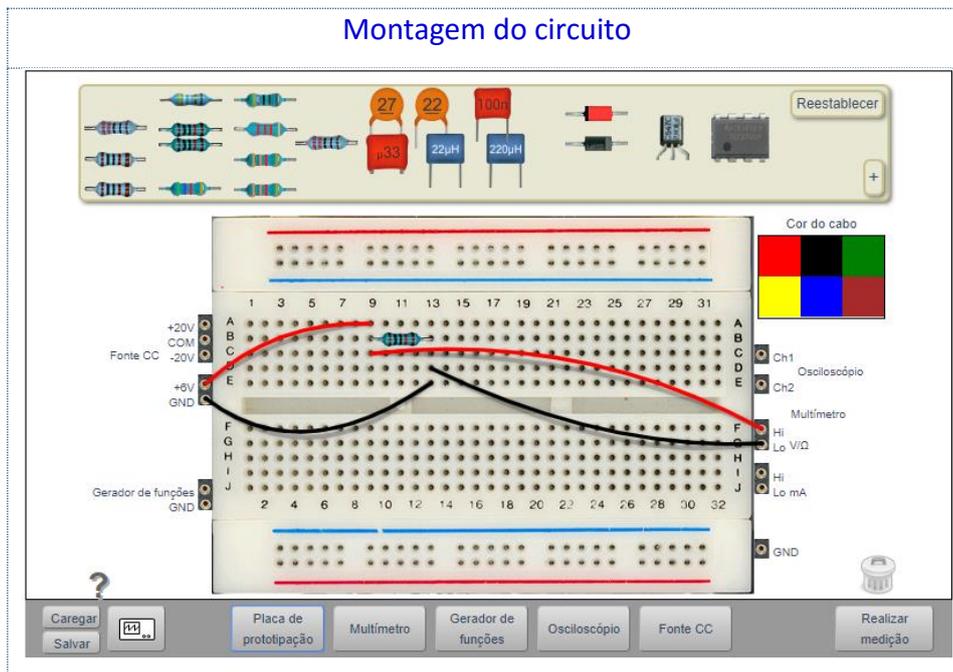
1. Meça o valor da resistência de R1 usando o multímetro.



Valor Nominal: $10\text{ k}\Omega$ ou 10.000Ω

2. Ajuste a fonte para 6V e conecte o voltímetro entre os terminais do resistor de modo a medir a voltagem entre os pontos A e B.

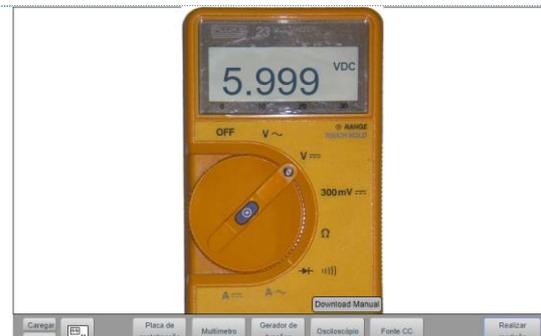
Montagem do circuito



Tensão 6V

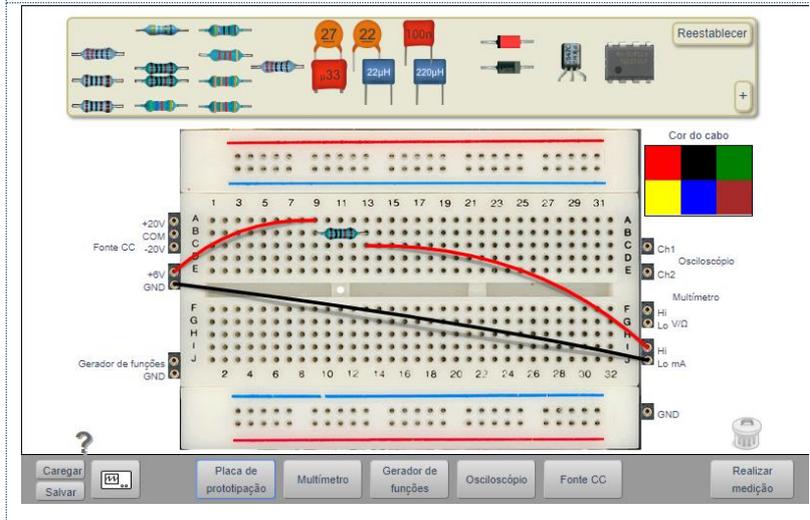


Voltagem lida = 5.999V



- Iremos variar a voltagem fornecida pela fonte, medir a voltagem com o voltímetro e medir a corrente passando pelo circuito com o amperímetro. Ajuste a voltagem da fonte para **6 V**. Meça os valores de i e V_{AB} e anote-os na Tabela 1. Observe que V_{AB} é a voltagem aplicada pela fonte.
- Escolha valores de voltagem entre 3 e 10 V.** Conecte o amperímetro ao circuito de modo a medir a corrente que passa por R1 no ponto B. O resistor não possui polaridade e poderá ser usado sem preocupação quanto ao sentido da corrente que o atravessa. Complete a Tabela 1 com outros cinco pares de pontos (i , V_{AB}).

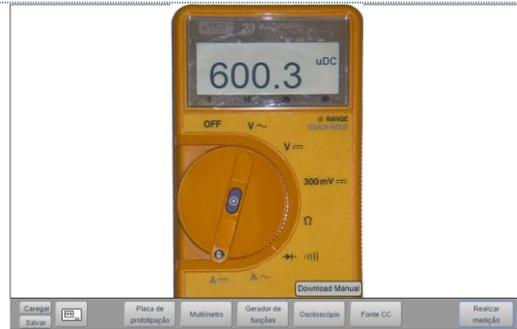
Montagem do circuito



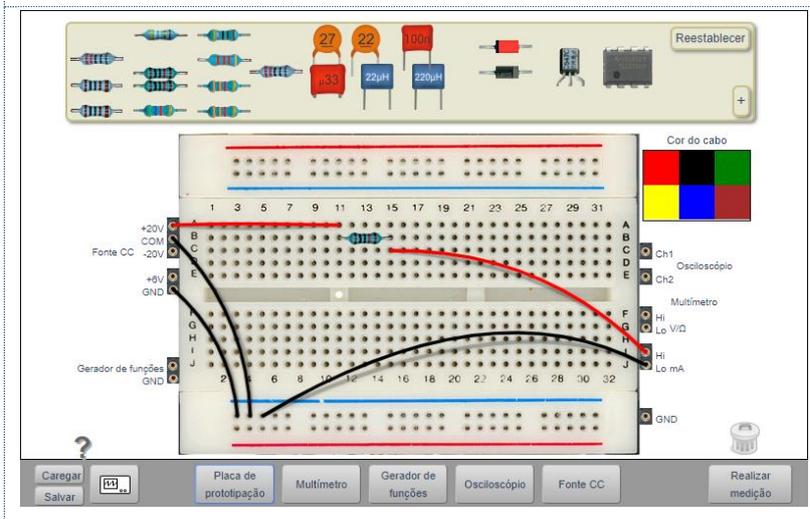
Tensão 6V



Corrente lida = 600,3µA



Montagem do circuito



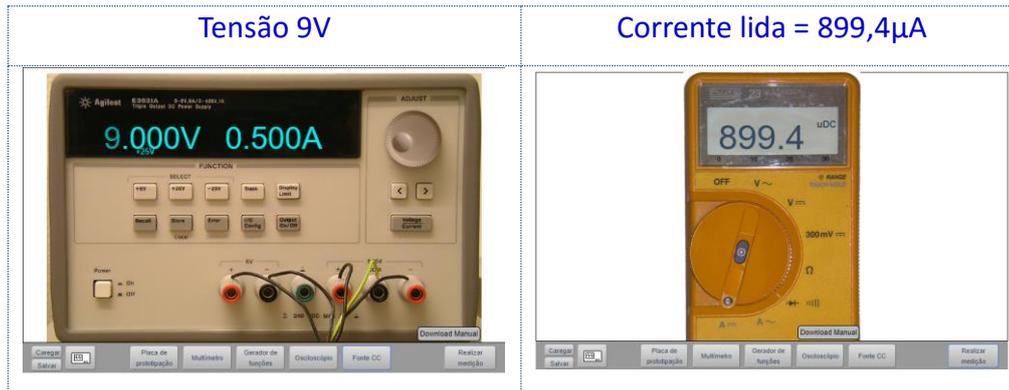


Tabela 1: Dados do Procedimento 1

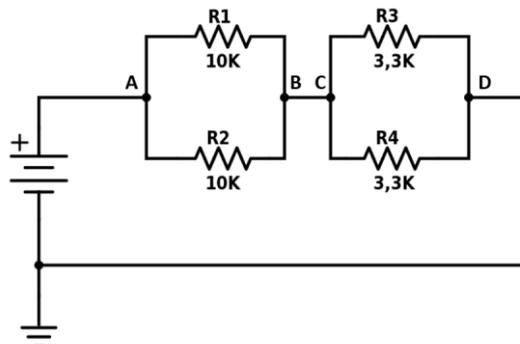
N	Tensão da Fonte	Corrente i	
		Valor Calculado	Valor Real
1	6V	600 μ A	600,3 μ A
2	9v	900 μ A	899,4 μ A

Atividade de Fixação

Implemente no VISIR o circuito apresentado na Figura 1.14. Depois ajuste a fonte para 5V e faça as medições de resistência, voltagem e corrente indicadas abaixo:

- RT:
- VR1 e VR2:
- VR3 e VR4:
- iA:
- iR1:
- iR3:

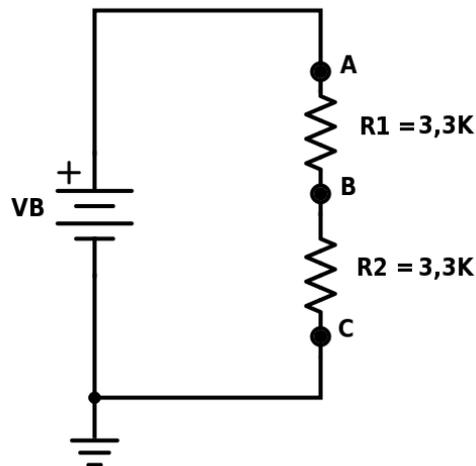
Figura 1.14: Circuito a ser montado para o Procedimento



Procedimento 2: Lei das tensões de Kirchhoff e associação em série

Iremos verificar experimentalmente a lei das tensões de Kirchhoff fazendo medidas de voltagem e corrente numa montagem de resistores em série.

Figura 2.1: Circuito a ser montado para o procedimento



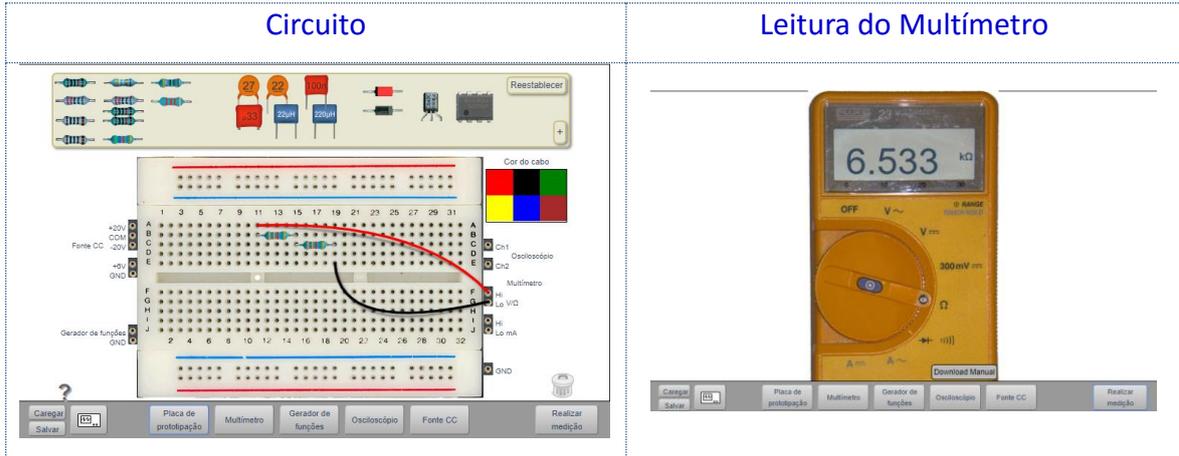
No circuito da Figura 2.1. temos que:

$$V_{AB} + V_{BC} + V_{CA} = 0$$

Já que a soma de todas as tensões num circuito fechado deve ser nula. Dessa mesma forma, a corrente que atravessa todos os elementos desse circuito deve ser a mesma. Note que $V_{CA} = -V_{AC}$, o que depende do ponto de medida do multímetro. Para comprovar esta suposição iremos realizar o procedimento abaixo.

Monte o circuito da figura 2.1. e efetue os procedimentos abaixo:

1. Meça o valor da resistência total (R_T) do circuito usando o multímetro.



Valor Nominal: $R_T = R_1 + R_2 = 3,3k\Omega + 3,3k\Omega = R_T 6,6k\Omega$

2. Ajuste o valor da voltagem na fonte para $V_B = 5\text{ V}$.
3. Meça a corrente no circuito e complete a Tabela 2.

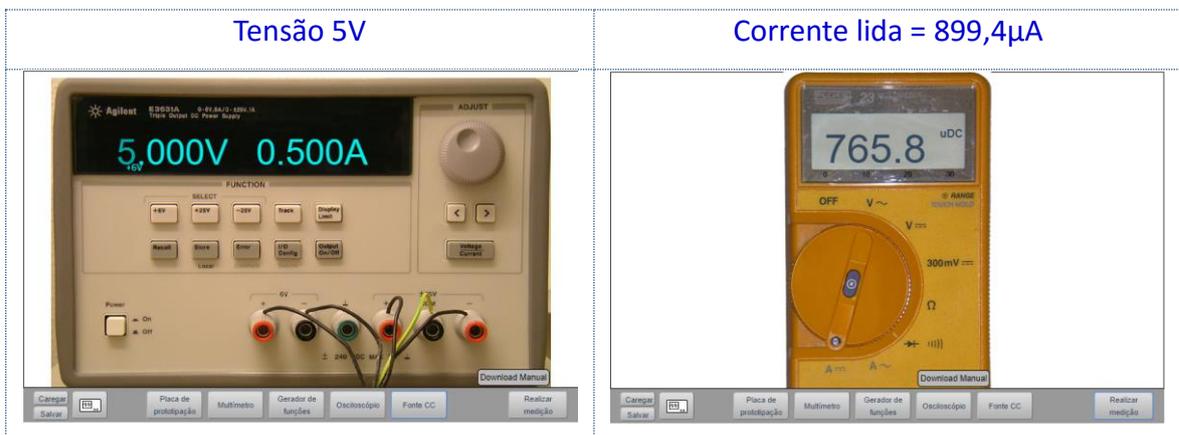
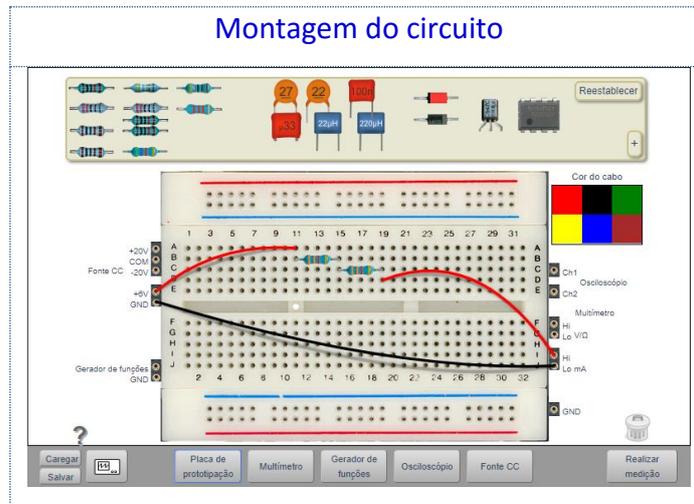
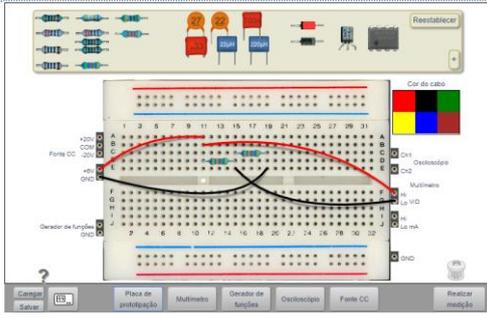


Tabela 2: Dados do Procedimento 2

Pontos do Circuito	Corrente i (μA)	
	Valor Calculado	Valor Real
A	757,57	765,8

4. Meça as tensões em R1 e R2 no circuito e complete a Tabela 32.

Circuito	Tensão 5V	Tensão R1
		

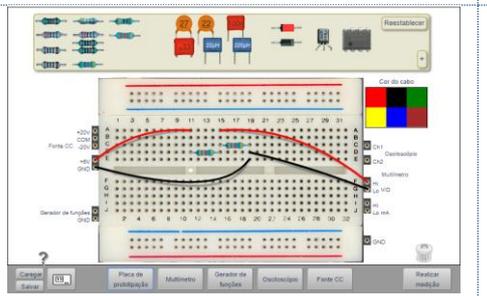
Circuito	Tensão 5V	Tensão R2
		

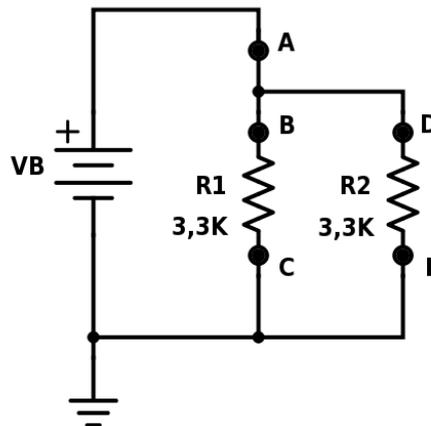
Tabela 3: Dados do Procedimento 2

Pontos do Circuito	Voltagem [V]	
	Valor Calculado	Valor Real
AB	2,5	2,504
BC	2,5	2,493

Procedimento 3: Lei das correntes de Kirchhoff e associação em paralelo

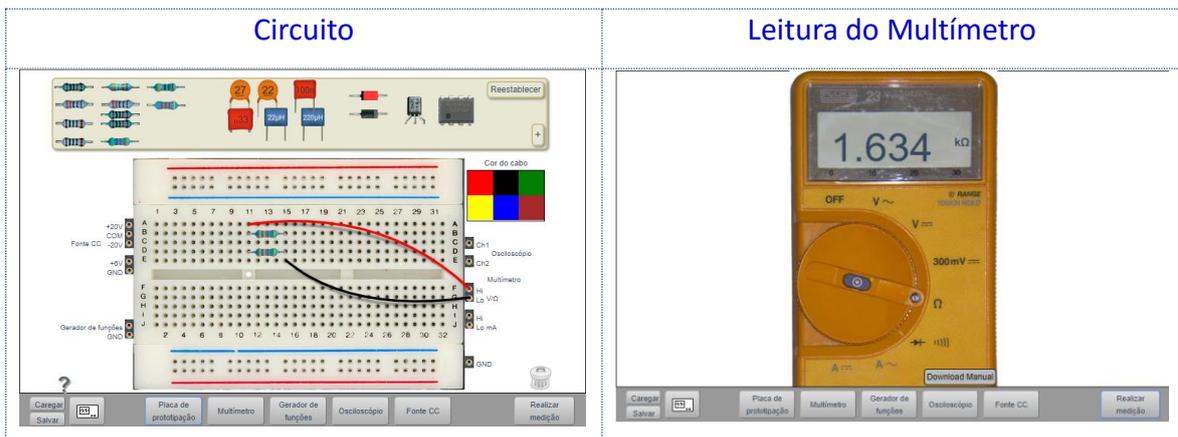
Iremos verificar experimentalmente a lei das correntes de Kirchhoff fazendo medidas de voltagem e corrente numa montagem de resistores em paralelo.

Figura 3.1: Circuito a ser montado para o procedimento



Monte o circuito da figura 3.1 e efetue os procedimentos abaixo:

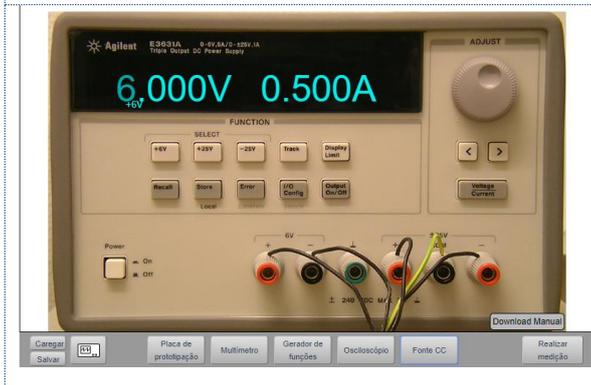
1. Meça o valor da resistência total (R_T) do circuito usando o multímetro.



Valor Nominal: $R_T = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2) = 1.650 \Omega$

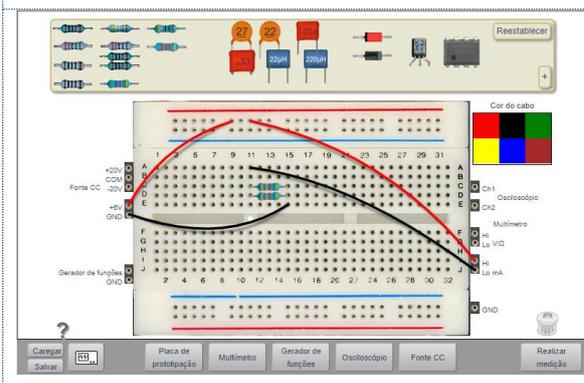
2. Ajuste o valor da voltagem na fonte para $V_B = 6 \text{ V}$.

Fonte 6V



3. Meça as correntes nos pontos A, B e D e complete a Tabelas 4.

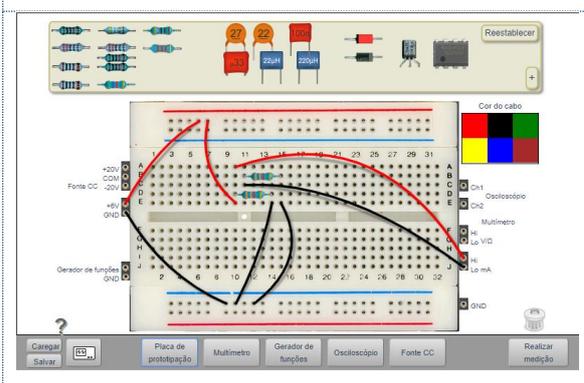
Circuito – Ponto A



Leitura do Multímetro



Circuito – Ponto B



Leitura do Multímetro



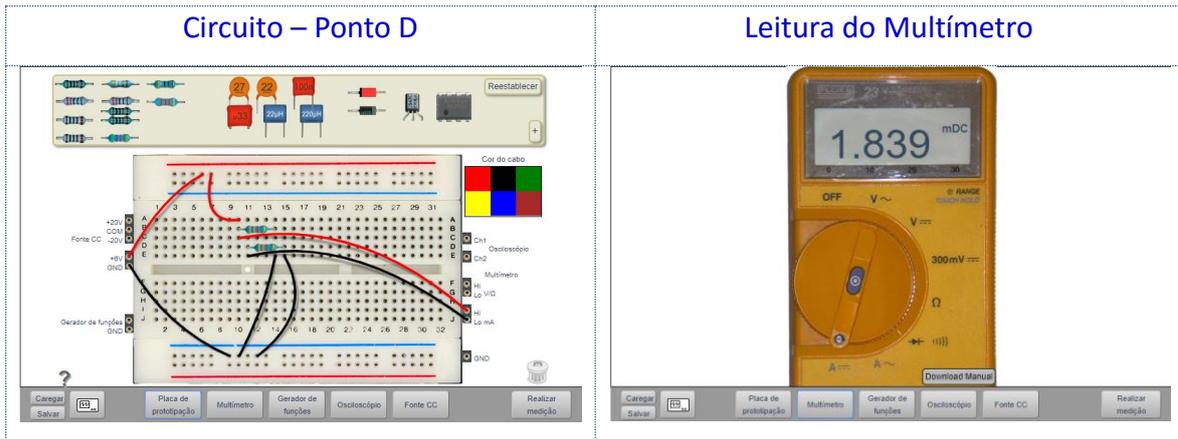


Tabela 4: Dados do Procedimento 3

Pontos do Circuito	Corrente i (mA)	
	Valor Calculado	Valor Real
A	3,634	3,668
B	1,817	1,840
D	1,817	1,839

4. Meça as voltagens V_{AC} , V_{BC} e V_{DE} e complete a Tabelas5.

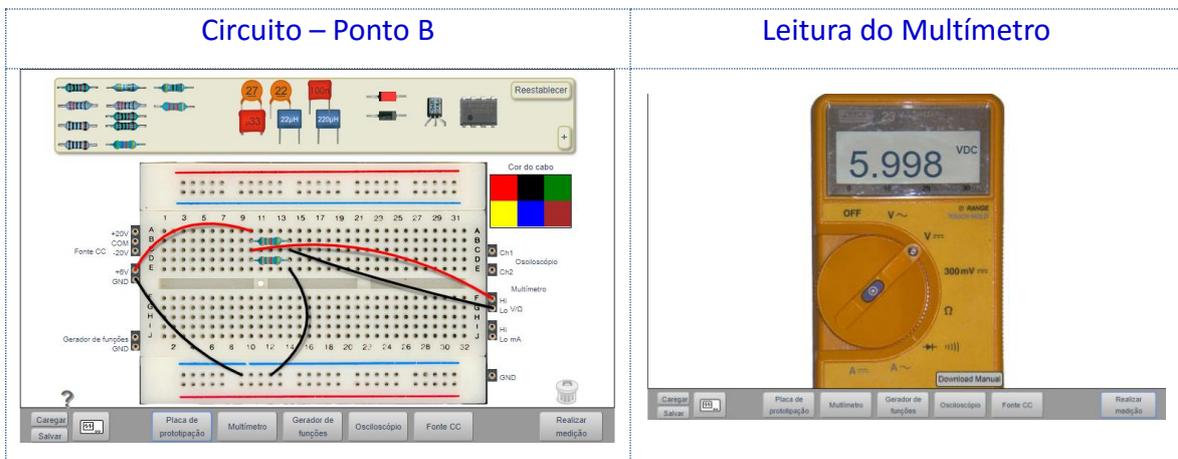


Tabela 5: Dados do Procedimento 3

Pontos do Circuito	Voltagem [V]	
	Valor Calculado	Valor Real
AB	6	5,998
BC	6	5,998
DE	6	5,998

Utilizando o gerador de funções e o osciloscópio

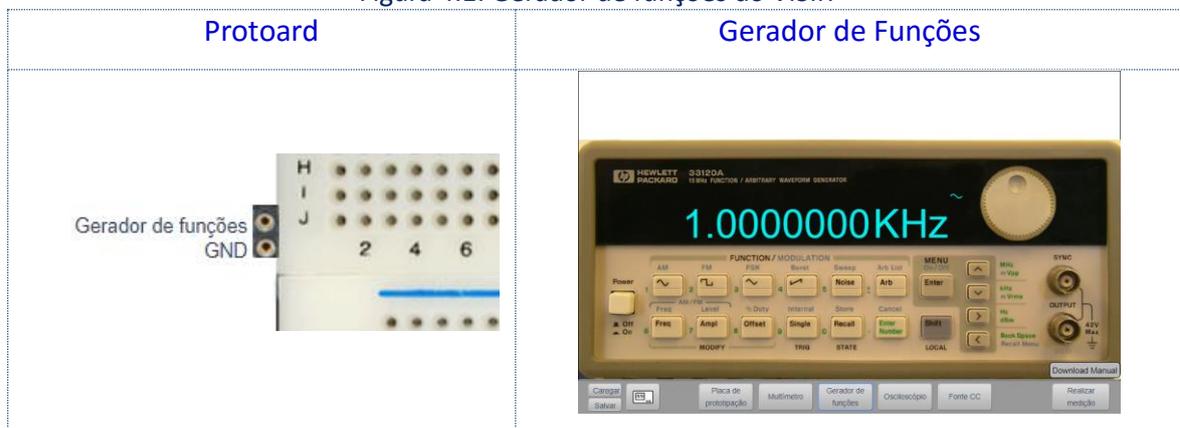
Materiais Utilizados

- - Osciloscópio
- - Gerador de funções
- - Resistor de 10k
- - 1 Diodo 4007

Gerador de funções

O gerador de funções é uma fonte de tensão que fornece tensões alternadas, em formato padrão (senoidal, triangular ou quadrada). Podem se ajustar a amplitude e a frequência do sinal de saída, para que se possam efetuar experimentos específicos. A figura 4.1 mostra o disponível no VISIR.

Figura 4.1: Gerador de funções do VISIR



Osciloscópio

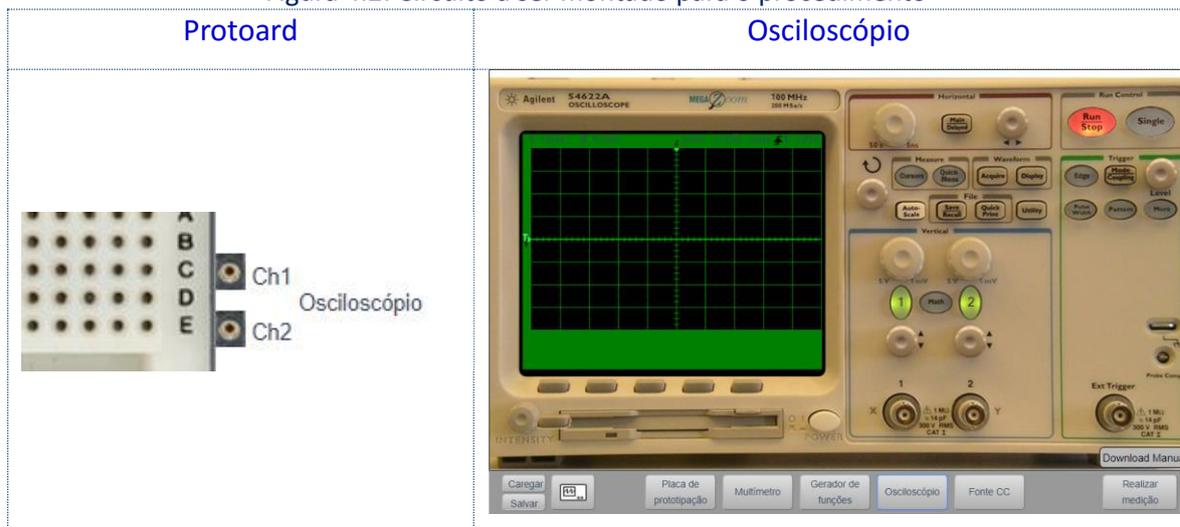
O Osciloscópio é um dispositivo de visualização gráfica que mostram sinais de tensão elétrica no tempo. Um osciloscópio pode ser utilizado, entre outras funções, para:

- a) Determinar diretamente o período e a amplitude de um sinal;
- b) Determinar indiretamente a frequência de um sinal;

c) Localizar avarias em um circuito.

Para se medir um sinal elétrico com um osciloscópio, é necessário se dispor das “ponteiros de prova”, que deverão ser conectadas aos canais do osciloscópio e à fonte do sinal elétrico que se deseja medir. A figura 4.2 mostra o disponível no VISIR.

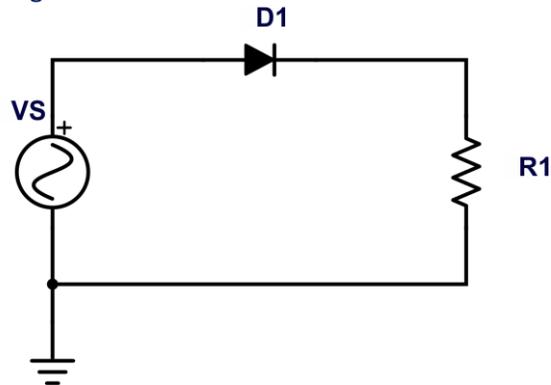
Figura 4.2: Circuito a ser montado para o procedimento



Procedimento 4: Praticando com o gerador de funções e o osciloscópio

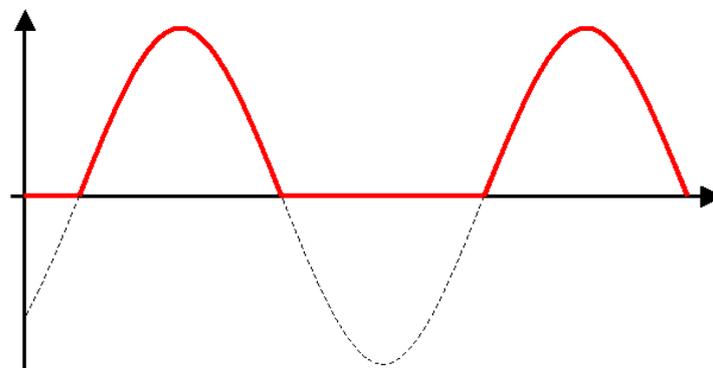
1. Monte o circuito como ilustrado abaixo:

Figura 5.1: Circuito retificador de meia onda

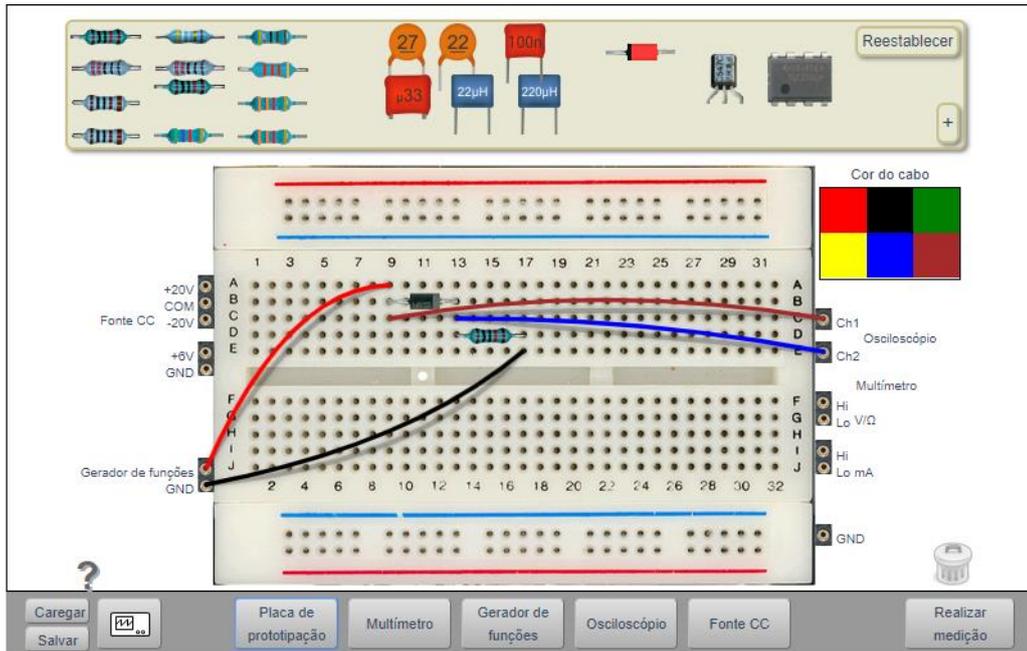


Em um circuito retificador de meia onda o sinal senoidal de entrada passa por um diodo (polarizado diretamente), que permite apenas a passagem do semiciclo positivo, retificando o sinal. O retificador começa a funcionar apenas quando a tensão de entrada ultrapassa a tensão do diodo (V_D), que até esse momento não conduzirá corrente, funcionando como uma chave aberta. Ao passar pelo diodo, a tensão de entrada sofre uma queda em seu valor, que varia de acordo com seu material.

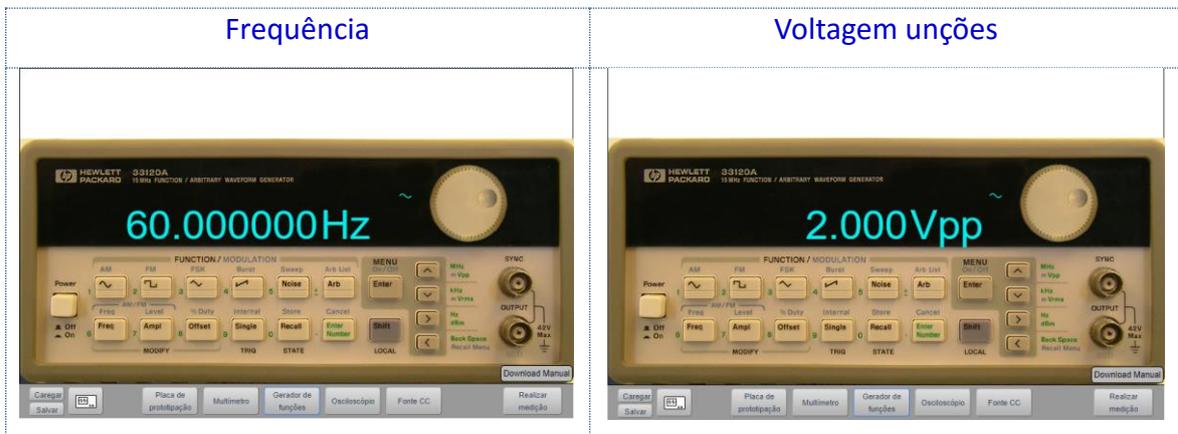
Figura 5.2: Circuito retificador de meia onda



2. Circuito montado no VISIR:



3. Ajuste o gerador de funções para onda senoidal (60Hz) e tensão 2Vpp:



4. Efetue a medição com o Osciloscópio

