



## Experimento 4: Osciloscópio e Circuitos Retificadores

### 1.4.1 Objetivos

- ✓ Aprender a utilizar um gerador de sinais, bem como um osciloscópio digital para medição da amplitude de uma tensão alternada, período, frequência e valor eficaz.
- ✓ Aprender a montar um circuito retificador de meia onda da corrente alternada medindo o sinal retificado;
- ✓ Aprender a montar um circuito retificador onda completa da corrente alternada medindo o sinal retificado;
- ✓ Aprender a função do uso de capacitores em circuitos retificadores de corrente alternada.

### 1.4.2 Materiais necessários

- ✓ 1 placa protoboard;
- ✓ 1 resistor e 4 diodos;
- ✓ capacitores eletrolíticos de 10  $\mu\text{F}$ , 110  $\mu\text{F}$ , 2200  $\mu\text{F}$ ;
- ✓ 1 transformador com tensão de entrada 127 V AC e tensão de saída  $\sim 6$  V AC.
- ✓ 1 multímetro digital.

### 1.4.3 Referencial teórico

#### A retificação da corrente alternada (onda senoidal)

Uma forma de se obter corrente contínua é através da retificação de uma fonte de corrente alternada, utilizando uma ponte de diodos para a retificação. A Figura 1 é ilustração dos principais componente de uma fonte de corrente deste tipo. Neste circuito, o transformador (1) com entrada de 127 V AC na bobina primária, abaixa a tensão elétrica para um determinado valor, devido a um menor número de espiras na bobina secundária. Em seguida, usamos um conjunto de diodos, como dispostos em (2). A este agrupamento de diodos dá-se o nome de ponte de diodos.

Um diodo (Figura 1) permite a passagem da corrente elétrica, somente em um sentido. De acordo com a construção dos diodos, só haverá fluxo de elétrons no sentido cátodo para ânodo, quando a parte positiva da fonte for ligada ao ânodo e a parte negativa ao cátodo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

(polarização direta). Por outro lado, uma corrente elétrica ( $i$ ) no sentido ânodo para cátodo será estabelecida, segundo o sentido convencional da corrente elétrica.

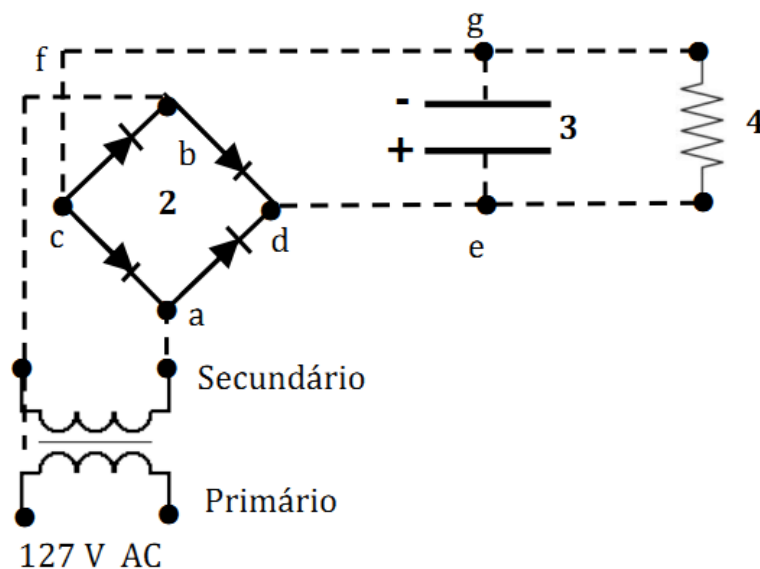


Figura 1 – Componentes básicos de um circuito retificador de corrente. Nesta figura, o transformador (1) abaixa a tensão alternada de 127 V para valores menores, enquanto o conjunto de diodos orientados em (2) limita o sentido da corrente alternada. O capacitor (3) suaviza a corrente elétrica no circuito.

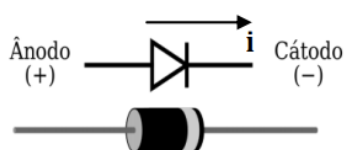


Figura 2 – Representação esquemática de um diodo, indicando sua polarização.

Se um diodo é ligado em série a um resistor e a uma fonte de corrente com sinal alternado (Figura 3(a)), a forma de onda da corrente será a do tipo ilustrada na Figura 3(b).

O efeito de uma ponte de diodos (Observe a Figura (1)) sobre o sentido da corrente elétrica alternada está ilustrado na Figura 3(C):

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

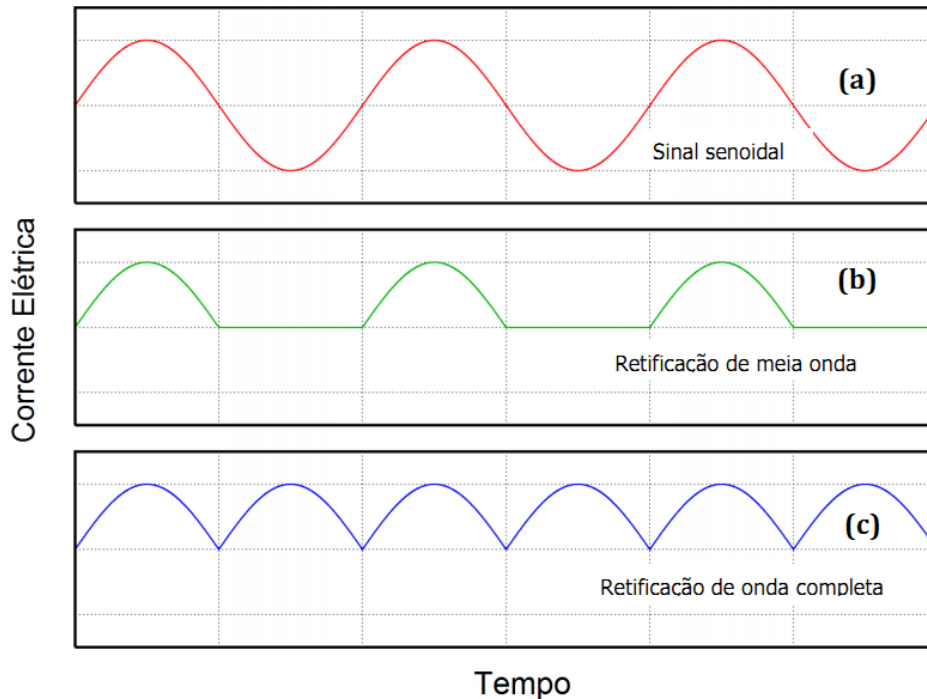


Figura 3 – (a) Forma de onda da corrente elétrica alternada no primário e secundário do transformador. (b) O efeito de um diodo, como disposto na Figura 2, permite a passagem da corrente elétrica somente em um sentido. (c) A ponte de diodos retifica a onda completamente.

O efeito da presença de um capacitor conectado ao circuito, conforme a Figura 1, é ilustrado na figura 4. Ao descarregar, o capacitor amortecerá a queda de corrente, tornando esta quase constante.

Até o momento, esta abordagem teórica representa um modelo simples de retificador de corrente alternada. Um modelo mais completo necessita de outros tipos de diodos e outros componentes eletrônicos.

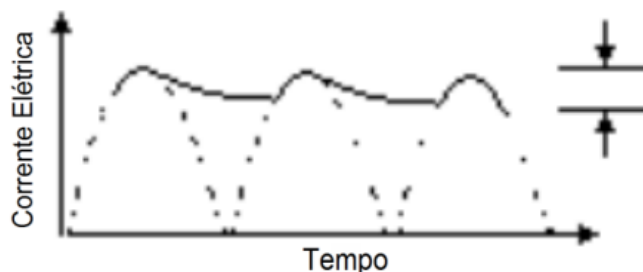


Figura 4 – Efeito da presença de um capacitor no circuito sobre as oscilações da retificação da onda completa.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**  
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

## O Osciloscópio Digital

O osciloscópio é um equipamento largamente aplicado em laboratórios de eletricidade por permitir uma visualização da variação com o tempo de sinais elétricos alternados (ou seja, por permitir a visualização da forma de onda destes sinais). Neste experimento utilizaremos um osciloscópio digital de marca Minipa modelo MO 2100, que possui faixa de frequência de até 100 Mhz. Nos osciloscópios digitais, a tensão de entrada (sinal elétrico/analógico) é digitalizada (convertido para números) por um conversor analógico-digital. O sinal digital é então utilizado para criar um conjunto de informações que é armazenado na memória de um microprocessador. Estas informações são processadas e então enviadas para a tela do osciloscópio. Nos osciloscópios analógicos, isto se dá através de um tubo de raios catódicos; porém, nos osciloscópios digitais é através de uma tela LCD.

Apresentamos na Figura 5, uma ilustração do osciloscópio Minipa MO 2100, com suas principais funções enumeradas. Faremos uma rápida abordagem sobre cada uma destas funções seguindo as numerações:

- (1) Botão liga/desliga;
- (2) Tecla *measure* (medição): permite observar os parâmetros de medição de um sinal, como período, frequência, tensão pico a pico, dentre outros;
- (3) Tecla *acquire* (adquirir): permite observar o modo com que o sinal é exibido, por exemplo, o modo de amostragem instantânea e modo de amostragem médio (é possível observar a média de até 256 exibições);
- (4) Tecla *storage* (armazenamento): exibe um conjunto de funções para salvar um sinal medido;
- (5) Tecla auto (automático): realiza automaticamente as escolhas das escalas vertical, horizontal e o modo *trigger* para uma melhor visualização de um sinal medido;
- (6) Tecla *trigger* (disparo): Permite haver um sincronismo entre o período da oscilação da onda senoidal e a varredura no tempo na escala horizontal;
- (7) Estas teclas permitem realizar várias funções/observações obtidas ao teclarmos as opções (2), (3), (4) e outras;
- (8) Permite selecionar os canais CH1 e CH2 para realização das medições de um sinal, com o auxílio de um cabo coaxial com conector do tipo BNC e uma ponta de prova. Além disto, é possível realizar as configurações de medição. Há ainda a possibilidade de realizar operações matemáticas entre dois sinais, com o auxílio da tecla *math* (matemática).
- (9) e (10) Conector para a entrada dos canais CH1 e CH2 respectivamente;
- (11) e (12) Permite realizar o controle das escalas vertical (volt/div) e horizontal (seg/div).



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**  
 Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

(13, 14 e15) Permite observar as escalas verticais dos canais CH1 e CH2 e horizontal.

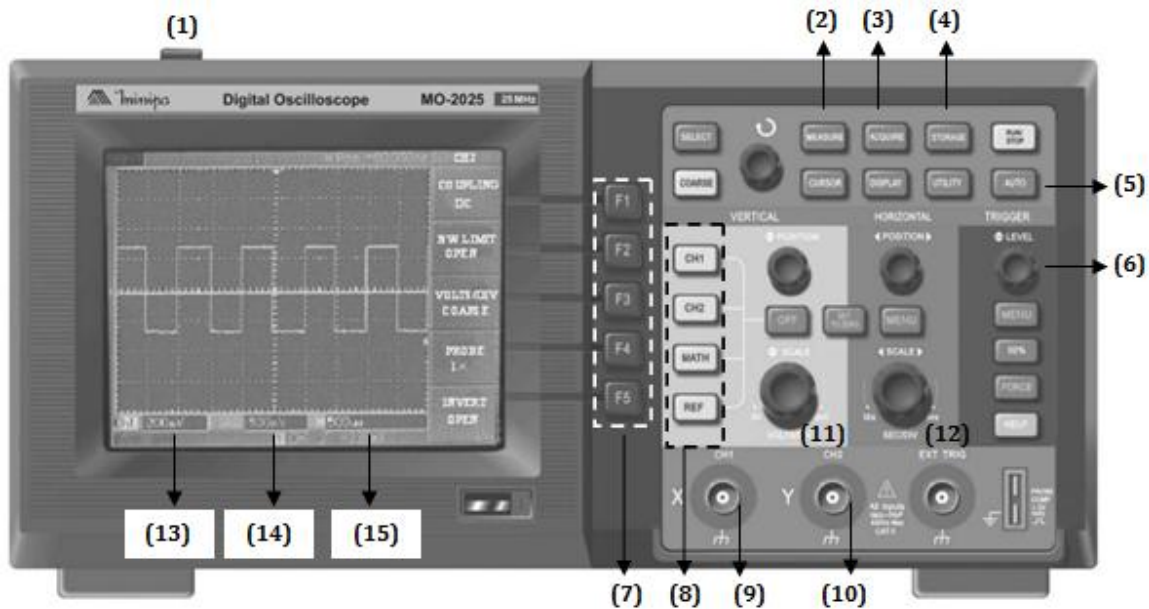


Figura 5 – Osciloscópio minipa modelo MO2100 usado neste experimento.

### 1.4.4 Procedimentos Experimentais

#### ***Parte 1 - Observação de Diferentes Formas de Onda no Osciloscópio***

1. Com o auxílio da placa protoboard, ligue um resistor na saída do gerador de sinais.
2. Conecte a ponta de prova do cabo coaxial do osciloscópio em uma das extremidades do resistor e, na outra extremidade, conecte a garra jacaré.
3. Ligue o gerador de sinais e o osciloscópio. No gerador de sinais, selecione a função de onda senoidal, ajuste a frequência para 60 Hz e a tensão no seu valor máximo. Meça a frequência com um multímetro. Esta coincide com o valor mostrado na tela do gerador de sinais ?
4. Pressione a tecla CH1 do osciloscópio e certifique-se que as seguintes configurações apareçam: Acoplamento DC (passa a parte AC e DC do sinal medido); Ponta de Prova 10X (atenua o sinal medido em 10X); *inverter off* (não inversão da forma de onda).
5. Pressione a tecla *auto* do osciloscópio e observe a forma de onda senoidal, triangular e quadrada usando o gerador de sinais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

**Parte 2 - Função de Onda Senoidal**

1. Substitua o gerador de sinais pelo transformador de tensão. Com o auxílio da placa protoboard, ligue o resistor na saída do transformador. Repita o passo 2.
2. Explore agora os controles das escalas vertical e horizontal. Utilize uma escala adequada e meça diretamente na tela do osciloscópio os valores de tensão pico a pico, a frequência e o período desta função de onda. Anote os resultados nos espaços abaixo.

Tensão Pico a Pico	Período	Frequência calculada

3. Pressione a tecla *measure* em seguida aperte F5 para exibir a opção parâmetros. Selecione esta opção apertando a tecla F5. Anote os valores de tensão pico a pico, período e frequência. Anote também o valor de VRMS, que representa o valor médio quadrático da função senoidal em um período. Compare com o valor medido diretamente no multímetro. Compare também com o valor calculado. Anote os resultados nos espaços abaixo:

Tensão Pico a Pico	Período	Frequência	V <sub>RMS</sub> (oscilosc.)	V <sub>RMS</sub> (multímet)	V <sub>RMS</sub> (calculado)

**Parte 3 - Retificação de meia onda**

1. Ligue o transformador alimentando o resistor em série com um diodo. Repita o passo 2 da primeira parte deste experimentos.
2. Pressione a tecla *measure* em seguida aperte F5 para exibir a opção parâmetros. Anote, nos espaços abaixo, os valores de tensão pico a pico, a frequência e o período desta função de onda.

Tensão Pico a Pico	Período	Frequência



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

**Parte 3 - Retificação de onda completa**

1. Com o auxílio da Figura 1, monte a ponte de diodos na placa protoboard (representada pelo nº2). Seguindo esta Figura, faça as conexões com o resistor (nº 4) e o transformador (nº1). Por enquanto, não faça a conexão com o capacitor (nº3).
2. Conecte os terminais do transformador na ponte de diodos, de acordo com as conexões da Figura 1.
3. Pressione a tecla *auto* e observe a forma de onda. Repita o item 2 da parte 3 deste experimento. Anote os dados nos espaços abaixo:

Tensão Pico a Pico	Período	Frequência

4. Com o circuito anterior ligado, conecte vários capacitores em ordem crescente de capacitância em paralelo com o resistor, conforme esquematizado na Figura 1.
5. Para a forma de onda do capacitor de maior capacitância, pressione a tecla *measure* e anote, nos espaços abaixo, as grandezas indicadas.

Tensão Pico a Pico	$V_{RMS}$ (oscilosc.)	$V_{RMS}$ (multímet)
		Escala. AC
		Escala. DC

#### 1.4.5 O que incluir no Relatório do Experimento

- Descreva a retificação de meia onda e onda completa. Ilustre as formas de onda de cada uma.
- Esquematize a montagem com a retificação de meia onda e onda completa e com o capacitor.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**  
**Departamento de Engenharia e Ciências Exatas**

- Para a primeira parte, tabelas com os valores de amplitude pico a pico, período frequência e valor médio quadrático da tensão no osciloscópio e multímetro. Discuta os valores obtidos.
- Para a segunda parte, tabelas com os valores de amplitude pico a pico, período frequência. Discuta os valores obtidos.
- Para a terceira parte, tabelas com os valores de amplitude pico a pico, período frequência. Discuta os valores obtidos. Compare e discuta os valores obtidos de tensão média quadrática no osciloscópio e no multímetro, nas escalas AC e DC.
- Responda: Qual é a influência do valor de C na retificação do sinal alternado ? Explique, comparando o produto RC com o período do sinal usado.