



CEFET-MG — Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO DE DIVINÓPOLIS — DECOM-DV

Laboratório de Eletrônica

Turma: 2024/1

Prof. M. Sc. Diego Ascânio Santos

Alunos:

Data:

Aula Prática 01 — Circuitos Retificadores

Objetivos

- Verificar o funcionamento do Diodo em circuitos retificadores;
- Compreender o funcionamento dos circuitos retificadores de meia onda e onda completa;
- Analisar a influência do filtro capacitivo na tensão de saída de um circuito retificador;
- Efetuar medidas de tensão elétrica com um multímetro e um osciloscópio.

Conceitos Teóricos

Diodo

Na área da eletrônica, uma variedade de componentes são empregados na elaboração de circuitos, incluindo Diodos, Transistores e Circuitos Integrados, que são fundamentalmente construídos a partir de semicondutores. Os semicondutores são materiais que não se classificam nem como condutores nem como isolantes, apresentando uma resistividade elétrica que se situa entre ambos, como é o caso do Germânio e do Silício. Estes possuem 4 elétrons na sua camada de valência. Para a fabricação desses componentes, utilizam-se cristais semicondutores dopados. A dopagem de um semicondutor pode resultar em um excesso de elétrons livres ou em um excesso de lacunas (ausência de elétrons). Por isso, existem dois tipos de semicondutores: o tipo N e o tipo P.

O diodo é formado pela combinação de um cristal do tipo P e um cristal do tipo N, resultando em uma junção PN, que constitui um dispositivo de estado sólido básico: o diodo semicondutor de junção. A estrutura é ilustrada na Figura 1 e um encapsulamento típico é mostrado na Figura 2.

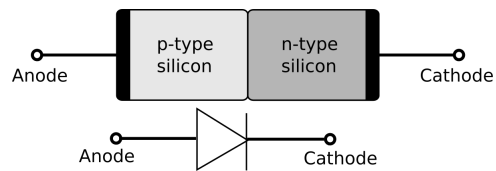


Figura 1: Junção do cristal P ao cristal N formando um diodo.



Figura 2: Encapsulamento típico de um diodo.

O encapsulamento mostrado na Figura 2 apresenta uma tarja branca que indica o terminal catodo (K) e uma tarja preta que indica o terminal anodo (A). A corrente elétrica flui do anodo para o catodo, e o diodo só conduz corrente elétrica no sentido do anodo para o catodo. A tensão de polarização direta do diodo é da ordem de 0,7 V para o silício e 0,3 V para o germânio. A tensão de polarização reversa é da ordem de 50 V para o silício e 10 V para o germânio. A corrente de fuga reversa é da ordem de 1 μ A para o silício e 10 μ A para o germânio.

Circuito Retificador

O circuito retificador é um circuito eletrônico que converte a corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC). A corrente alternada é uma corrente elétrica que muda de direção periodicamente, enquanto a corrente contínua é uma corrente elétrica que flui em uma única direção. A conversão de corrente alternada em corrente contínua é chamada de retificação. A retificação pode ser feita de duas maneiras: meia onda e onda completa.

Filtro Capacitivo

A tensão de saída de um circuito retificador é pulsante, ou seja, apresenta variações de tensão ao longo do tempo. Para suavizar essas variações — procedimento necessário em aplicações onde a tensão contínua deve ser constante — utiliza-se um filtro capacitivo. O filtro capacitivo é um circuito eletrônico que utiliza capacitores para suavizar a tensão de saída de um circuito retificador. O capacitor armazena energia elétrica e libera essa energia quando a tensão de saída do circuito retificador cai. O filtro capacitivo é composto por um ou mais capacitores, que são conectados em paralelo com a carga.

Com o filtro capacitivo a tensão de saída é uma forma de onda CC quase constante, apresentando somente uma pequena variação nos valores máximos (*ripple*) causada pela carga e descarga do capacitor.

Atividade Experimental

Materiais e Equipamentos

- 4 Diodos;
- 1 Resistor de $2.2k\Omega$;
- 1 Capacitor de $47\mu F$;
- Multímetro;
- Sinais senoidas de tensão alternada de 12V e 60Hz;
- Osciloscópio;

- Breadboard;

Retificador de Meia Onda

1. Como mostrado pela Figura 3, monte o circuito retificador de meia onda na breadboard.

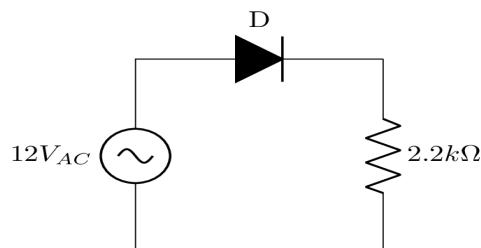


Figura 3 — Retificador de Meia Onda

2. Em posse do multímetro, meça e preencha na tabela abaixo as respectivas grandezas:

Medida	Valor	Unidade
Tensão Eficaz — V_{AC}	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão Eficaz — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão Contínua — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{DC}

3. Com os dados da tabela acima e com as fórmulas necessárias, calcule:

Grandeza	Valor Calculado	Unidade
$I_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	A_{RMS}
$P_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	mW
Tensão Eficaz — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão Contínua — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{DC}

4. Conecte um canal do osciloscópio em um ponto de entrada da fonte do gerador de sinais e o outro canal em um ponto de saída do circuito retificador. Ajuste o osciloscópio para visualizar a forma de onda de entrada e saída do circuito retificador.
5. Com base na forma de onda obtida no osciloscópio, bem como, pelos dados obtidos no equipamento preencha a tabela abaixo:

Medida	Valor	Unidade
Tensão Eficaz — V_{AC}	<input type="text"/>	V_{RMS}

Medida	Valor	Unidade
Tensão Eficaz — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão Contínua — $R_{2.2k\Omega}$	<input type="text"/>	V_{DC}
Tensão de Pico — V_{AC_p}	<input type="text"/>	V_{pico}
Tensão de Pico Reversa sobre o Diodo — V_{D}	<input type="text"/>	V_{pico}
Período (T)	<input type="text"/>	s
Frequência (f)	<input type="text"/>	Hz

6. Desenhe (ou carregue fotos) as formas de onda obtidas no osciloscópio para as grandezas abaixo:

1. Tensão da entrada V_{AC} : No file selected

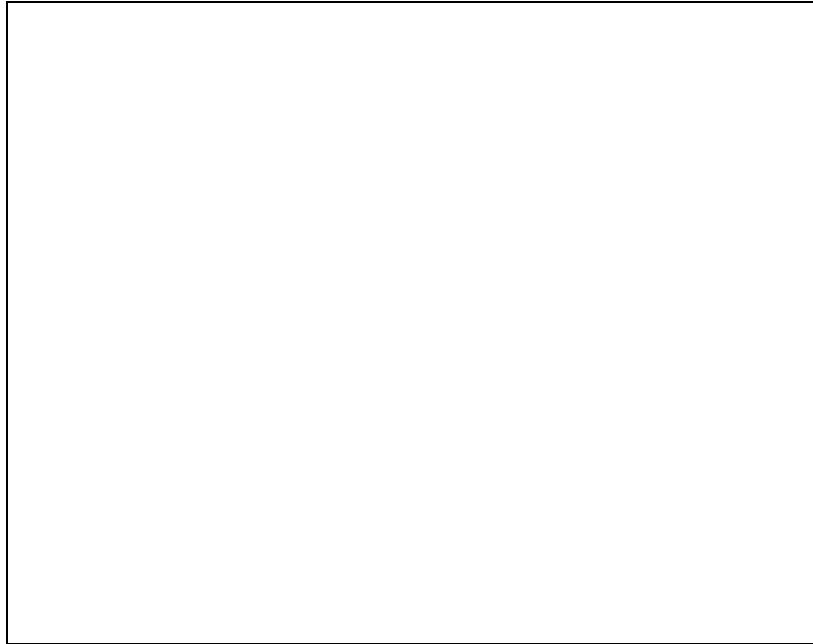
2. Tensão da saída $V_{R_{2.2k\Omega}}$: No file selected



3. Tensão de Pico Reversa sobre o Diodo — V_D :

Choose File

No file selected



7. Conecte o capacitor de $47\mu F$ em paralelo ao resistor de $2.2k\Omega$. Preencha a tabela abaixo com os respectivos valores obtidos:

Medida	Valor medido no Multímetro	Valor medido no Osciloscópio	Unidade
Tensão Eficaz — V_{AC}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão de Pico — V_{ACP}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}
Tensão Eficaz — $V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
Tensão Contínua — $V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{DC}
Tensão de Pico — $V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}
Potência Ativa — $P_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mW

8. Desenhe (ou carregue fotos) as formas de onda obtidas no osciloscópio para as grandezas abaixo:

1. Tensão da entrada V_{AC} sobreposta a tensão de saída $V_{R_{2.2k\Omega}}$:

No file selected

Retificador de Onda Completa

O Retificador de onda completa estudado no laboratório será o de onda completa em ponte, que não depende da utilização de transformadores. A Figura 4 mostra o circuito retificador de onda completa em ponte:

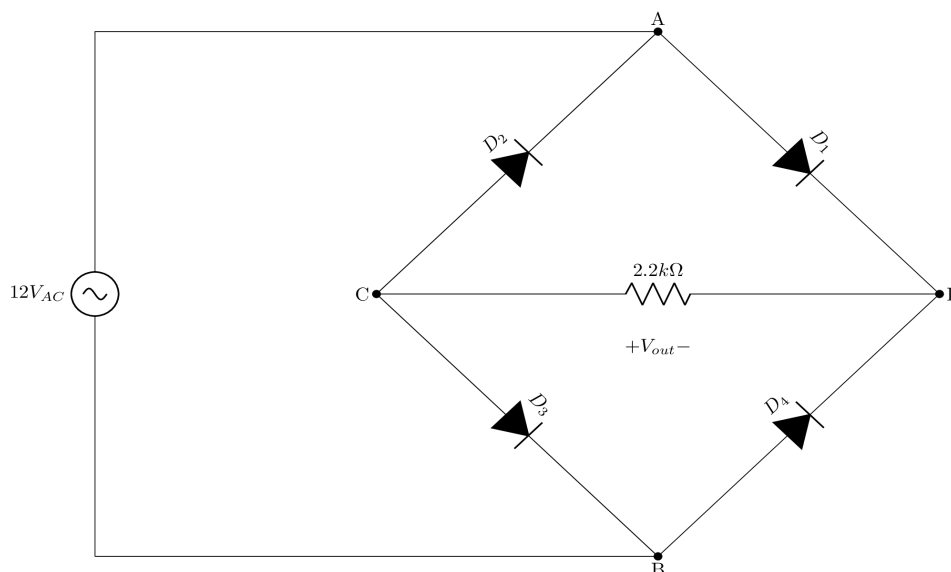


Figura 4 — Retificador de Onda Completa

Como podemos observar na Figura 4 a saída da tensão retificada é dada pela diferença de potencial entre os pontos *C* e *D*.

1. Monte o circuito retificador de onda completa em ponte na breadboard.
2. Conecte um canal do osciloscópio em um ponto de entrada da fonte do gerador de sinais e o outro canal em um ponto de saída do circuito retificador. Ajuste o osciloscópio para visualizar a forma de onda de entrada e saída do circuito retificador.
3. Meça e preencha na tabela abaixo as respectivas grandezas:

Medida	Valor do Multímetro	Valor do Osciloscópio	Unidade
V_{AC}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
V_{ACP}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}
$V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
$V_{R_{2.2k\Omega}DC}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{CC}
$V_{R_{2.2k\Omega}P}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}

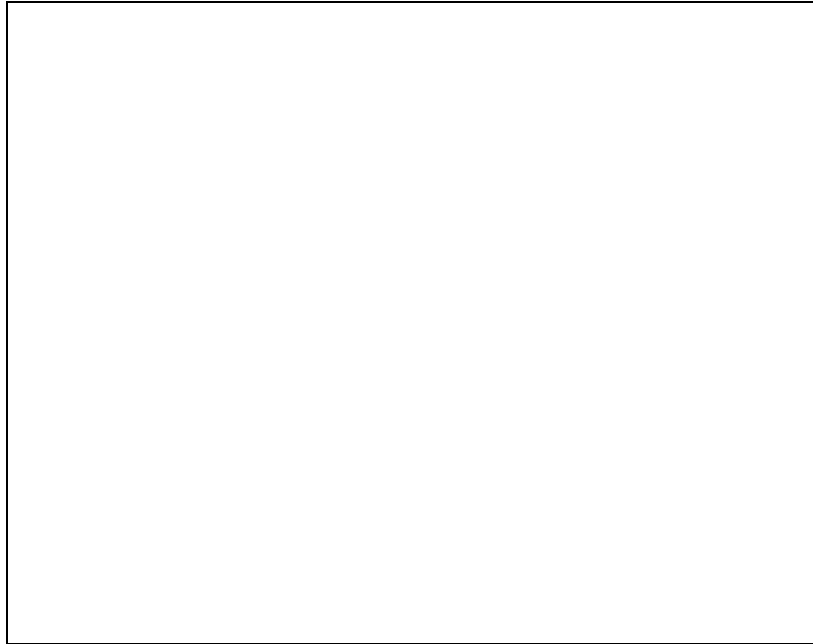
4. Com os dados da tabela acima calcule:

Grandeza	Valor	Unidade
$I_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	A_{RMS}

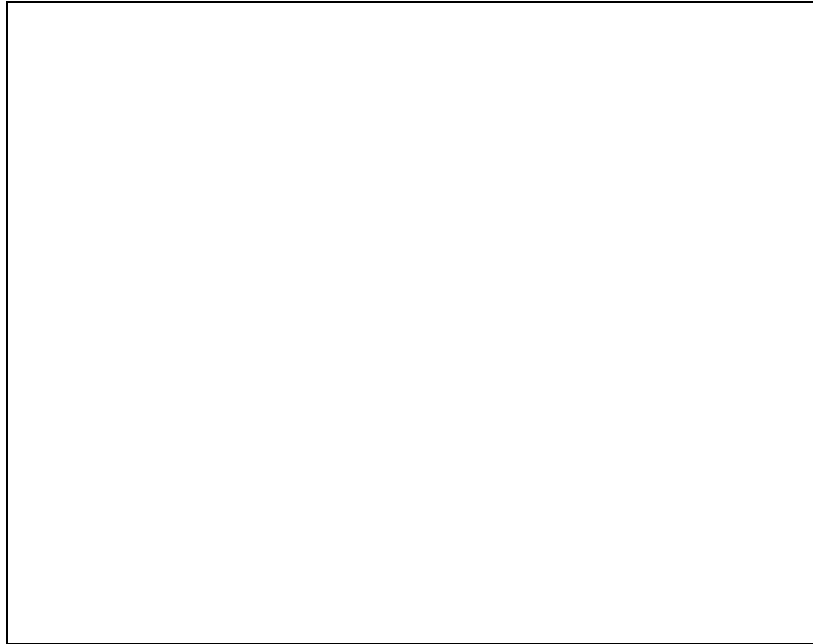
Grandeza	Valor	Unidade
$P_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	mW
$V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	V_{RMS}
$V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	V_{CC}

5. Desenhe (ou carregue fotos) as formas de onda obtidas no osciloscópio para as grandezas abaixo:

1. Tensão da entrada V_{AC} : No file selected



2. Tensão da saída $V_{R_{2.2k\Omega}}$: No file selected



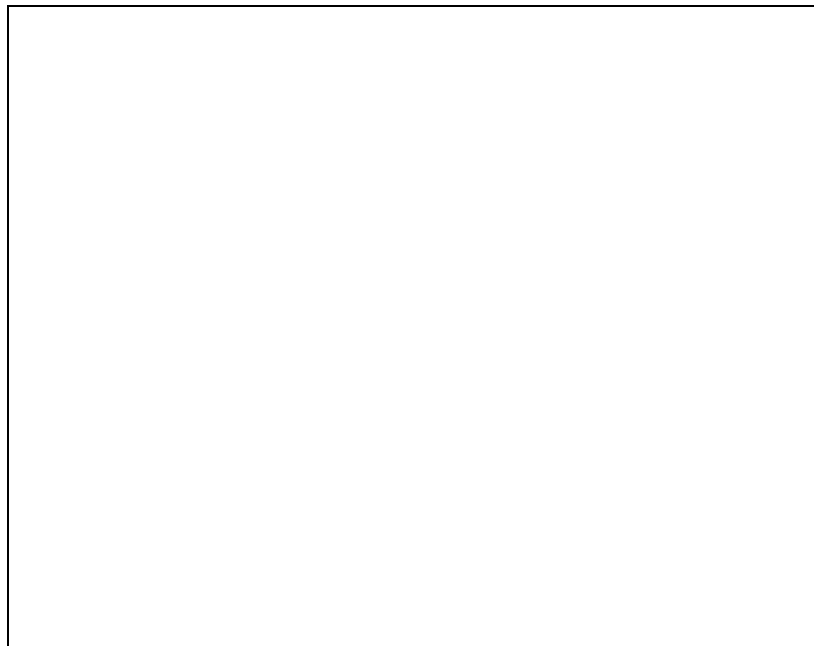
6. Adicione o capacitor de $47\mu F$ em paralelo ao resistor. Com o capacitor em paralelo, meça e preencha:

Medida	Valor do Multímetro	Valor do Osciloscópio	Unidade
V_{AC}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
V_{AC_P}	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}
$V_{R_{2.2k\Omega}}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{RMS}
$V_{R_{2.2k\Omega}DC}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{CC}
$V_{R_{2.2k\Omega}P}$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	V_{pico}

7. Desenhe (ou carregue fotos) as formas de onda obtidas no osciloscópio para as grandezas abaixo:

1. Tensão da entrada V_{AC} sobreposta a tensão de saída $V_{R_{2.2k\Omega}}$:

No file selected



Questões Pós Experimentos

1. Compare os valores médios das tensões nos dois tipos de retificadores estudados. Comente as diferenças.

2. Se usarmos um capacitor de $1000\mu F$ como filtro, qual o comportamento de ambos os retificadores referente à tensão e à corrente?

- Use o simulador [Falstad](#) para simular o comportamento dos retificadores com o filtro capacitivo de $1000\mu F$.

Referências

1. MALVINO, A. P.; BATES, D. J. Eletrônica. Vol. 1. 7. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.
2. BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
3. DEQUIGIOVANI, T. Roteiro Experimental — Circuitos Retificadores. Disponível em : https://professor.luzerna.ifc.edu.br/tiago-dequigiovani/wp-content/uploads/sites/22/2016/02/TD_ELB_Roteiros.Experimentais_1.pdf. Acesso em: 18 de Março de 2024.

Formulário

	Tensão Eficaz	Tensão Média
Fórmula Geral	$V_{ef} = \frac{1}{T} \sqrt{\int_0^T v^2(t) dt}$	$V_{CC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$
Retificador de Meia Onda	$V_o = \frac{V_{ef}}{\sqrt{2}}$	$V_{CC} = \frac{\sqrt{2}V_{ef}}{\pi}$
Retificador de Onda Completa	$V_o = V_{ef}$	$V_{CC} = \frac{2\sqrt{2}V_{ef}}{\pi}$