



kroton
paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
1º semestre- 2016

Eletrônica I
Eng^a Elétrica– 4º/ 5ºsemestres

Prof^o. Ms.Cristiano Malheiro

cmalheiro@anhanguera.com
cmalheiro@aedu.com

<http://cristianotm.wix.com/aulas>

1



Aula 7

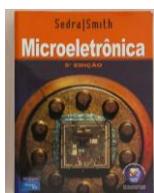
Bibliografia Básica



1. CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Eletrônica Aplicada**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Érica, 2013. (11 exemplares)

<http://187.86.214.60/pergamum/biblioteca/index.php?id=ANHAN>

5. Eletrônica aplicada - 2 / 2008 - (E-book)
on-line
 CRUZ, Eduardo Cesar Alves. Eletrônica aplicada. 2. São Paulo Erica 2008 1 recurso online ISBN 9788536505367.
[Exemplares](#) | [Marc](#)



2. SMITH, Kenneth C.; SEDRA, Adel S. **Microeletrônica**. 5ª ed. São Paulo: Pearson- Prentice Hall, 2007, v. 1. (19 exemplares)



3. BOYLESTAD, Robert L. NASHELSKY, L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 12ª edição. São Paulo: Pearson, 2013. (17 exemplares)

2

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores (Capítulo 2- pág. 35)

Definição:

Os circuitos retificadores são conversores estáticos de energia elétrica. Possuindo dois tipos de conversão:

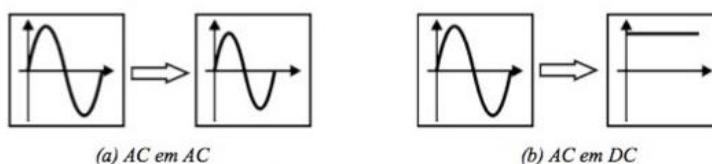


Figura 2.1 - Tipos de conversão de energia elétrica.

- (a) Transformadores: Aumenta ou reduzir a tensão.
- (b) Diodos Retificadores: AC-DC (1ª. Etapa de uma fonte de alimentação).

3



Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Médio de Sinal Periódico

O valor médio de uma função variável e periódica, considerando o intervalo de tempo equivalente ao período T , é um valor constante cuja área, para o mesmo intervalo de tempo, tem o mesmo valor da área do sinal periódico.

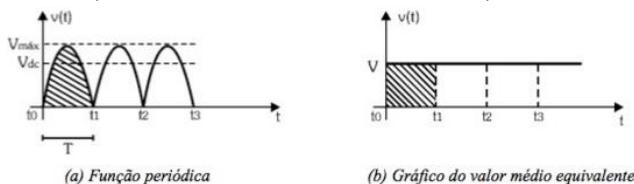


Figura 2.2 - Equivalência gráfica para valor médio.

Matematicamente, o valor médio de uma função periódica (tensão e corrente) pode ser obtido pelas expressões matemáticas seguintes:

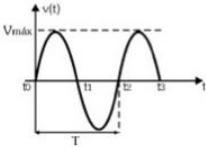
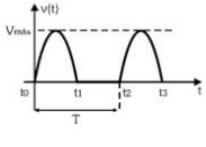
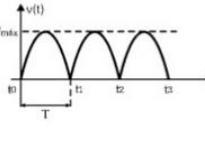
$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt \quad \text{e} \quad I_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} i(t) dt$$





Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Médio de Sinal Periódico

Sinal Senoidal	Sinal Retificado Meia Onda	Sinal Retificado Onda Completa
 <p>Figura 2.3</p>	 <p>Figura 2.4</p>	 <p>Figura 2.5</p>
Tensões Médias		
$V_{dc} = 0$	$V_{dc} = \frac{V_{máx}}{\pi}$	$V_{dc} = \frac{2 \cdot V_{máx}}{\pi}$
Correntes Médias		
$I_{dc} = 0$	$I_{dc} = \frac{I_{máx}}{\pi}$	$I_{dc} = \frac{2 \cdot I_{máx}}{\pi}$

5




Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

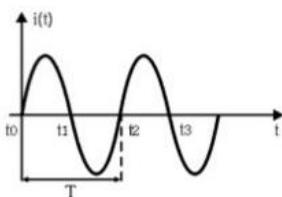


Figura 2.6 - Corrente senoidal.



Figura 2.8 - Potência P na resistência elétrica.

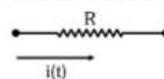


Figura 2.7 - Resistência elétrica.

Imagine uma resistência R dissipando potência (P), o que se pode dizer é que o valor efetivo da corrente periódica $i(t)$ deve ser igual ao valor da corrente contínua I para que a potência dissipada em R seja a mesma.

6





Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

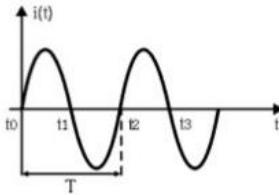


Figura 2.6 - Corrente senoidal.

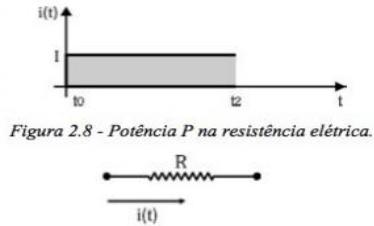


Figura 2.8 - Potência P na resistência elétrica.

Figura 2.7 - Resistência elétrica.

O valor efetivo da corrente $i(t)$ é denominado corrente RMS (Root Mean Square- Raiz Quadrada Média) ou simplesmente *corrente eficaz*.

7

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

Matematicamente, o valor eficaz de uma função periódica (tensão e corrente) pode ser obtido pelas expressões matemáticas abaixo:

$$V_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_2} v(t)^2 dt}$$

e

$$I_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_2} i(t)^2 dt}$$

8

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

Sinal Senoidal	Sinal Retificado Meia Onda	Sinal Retificado Onda Completa
<p>Figura 2.9</p>	<p>Figura 2.10</p>	<p>Figura 2.11</p>
Tensões Eficazes		
$V_{ef} = \frac{V_{máx}}{\sqrt{2}}$	$V_{ef} = \frac{V_{máx}}{2}$	$V_{ef} = \frac{V_{máx}}{\sqrt{2}}$
Correntes Eficazes		
$I_{ef} = \frac{I_{máx}}{\sqrt{2}}$	$I_{ef} = \frac{I_{máx}}{2}$	$I_{ef} = \frac{I_{máx}}{\sqrt{2}}$

9



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Circuito

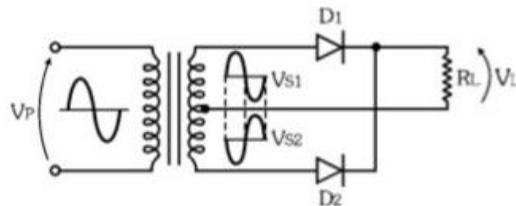


Figura 2.20 - Retificador de onda completa com ponto neutro.

10



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Logo pode-se concluir que as formas de onda V_{s1} e V_{s2} têm o mesmo valor eficaz, mas estão sempre defasadas de 180° entre si.

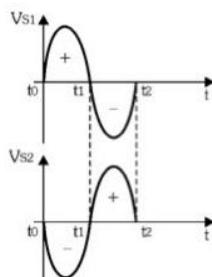


Figura 2.23 - Formas de onda no secundário do transformador com ponto neutro.

11

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Análise

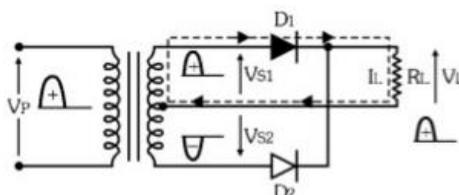


Figura 2.24 - Semiciclo positivo no primário.

Quando a tensão no primário está no semiciclo positivo, a tensão V_{s1} do secundário também está, de modo que o diodo $D1$ tem seu anodo positivo e, assim, conduz.

Simultaneamente, a tensão V_{s2} está negativa, polarizando reversamente o diodo $D2$, fazendo com que ele se comporte como um CA.

12

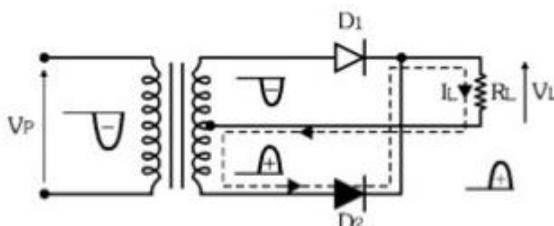
kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Análise



Quando a tensão no primário passa para o semiciclo negativo, a tensão V_{s1} do secundário também está negativa, polarizando reversamente D1 e comportando-se como um CA, ou seja, não conduzindo.

Simultaneamente, a tensão V_{s2} está positiva, fazendo com que o diodo D2 esteja com anodo positivo e, portanto, conduzindo.

13



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Análise

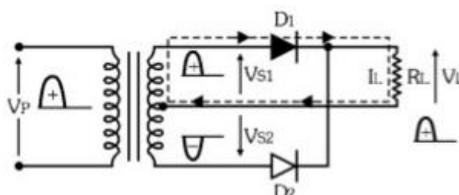


Figura 2.24 - Semiciclo positivo no primário.

Neste circuito, a tensão na carga é 0,6V menor que a do secundário do transformador, portanto a tensão real na carga é:

$$V_L = V_{s1} - 0,6 = V_{s2} - 0,6$$

14



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Em síntese

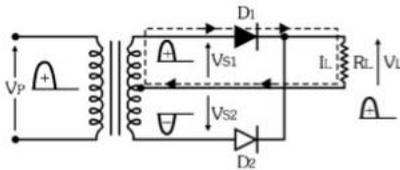


Figura 2.24 - Semiciclo positivo no primário.

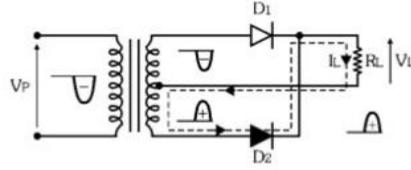


Figura 2.25 - Semiciclo negativo no primário.

Neste circuito, cada diodo conduz somente meio ciclo de onda, exatamente como no retificador de meia onda. A carga conduz corrente nos dois semiciclos e no mesmo sentido de modo que, nela, a tensão e a corrente são contínuas, e não mais alternadas, porém pulsantes.

15

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Tensão reversa sobre os Diodos

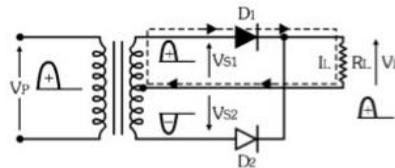


Figura 2.24 - Semiciclo positivo no primário.

A tensão reversa de pico sobre cada diodo é o dobro da tensão de pico de cada metade do secundário, isto é, $V_{R1m\acute{a}x} = V_{R2m\acute{a}x} = 2 \cdot V_{s1m\acute{a}x} = 2 \cdot V_{s2m\acute{a}x}$.

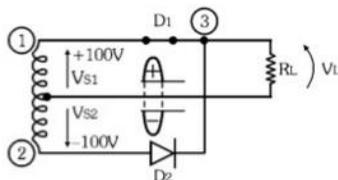


Figura 2.26 - Tensão reversa nos diodos.

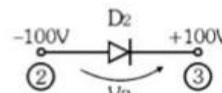


Figura 2.27 - Tensão reversa em D2.

16

kroton
paixão por educar



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Formas de Onda

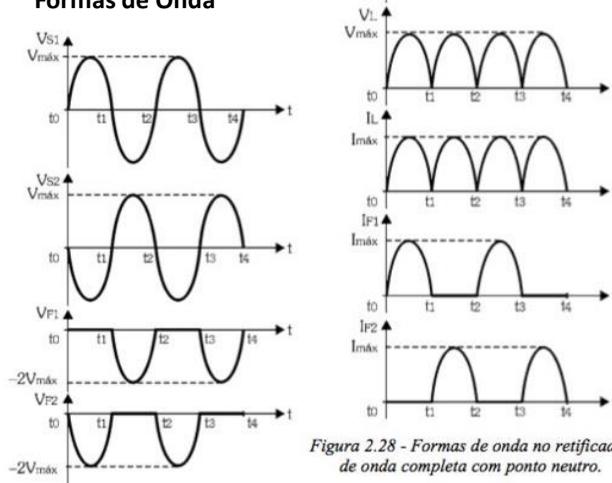


Figura 2.28 - Formas de onda no retificador de onda completa com ponto neutro.

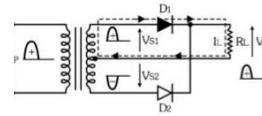


Figura 2.24 - Semiciclo positivo no primário.

17



Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Formas de Onda

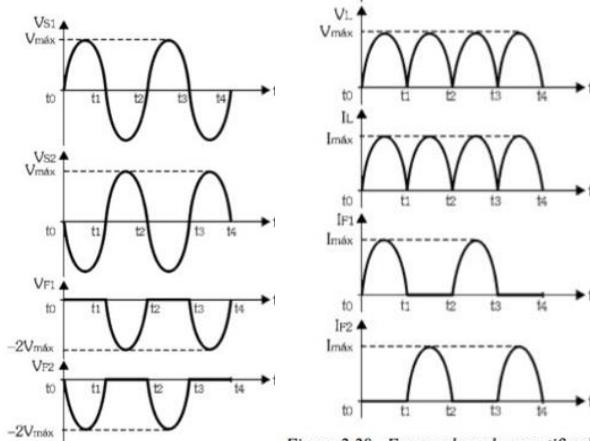


Figura 2.28 - Formas de onda no retificador de onda completa com ponto neutro.

Assim, no circuito retificador de onda completa com ponto neutro, temos:

Tensão média na carga:
$$V_{dc} = \frac{2 \cdot V_{máx}}{\pi}$$

Corrente média na carga:
$$I_{dc} = \frac{2 \cdot I_{máx}}{\pi}$$

Tensão eficaz na carga:
$$V_{ef} = \frac{V_{máx}}{\sqrt{2}}$$

Corrente eficaz na carga:
$$I_{ef} = \frac{I_{máx}}{\sqrt{2}}$$

Corrente média nos diodos:
$$I_{dc} = \frac{I_{máx}}{\pi}$$

Observe que como cada diodo conduz apenas em um semiciclo, a sua corrente média é a metade da corrente média na carga.

18





Aula 7

Circuitos Retificadores Retificador de Onda Completa

Formas de Onda

Assim, no circuito retificador de onda completa com ponto neutro, temos:

Tensão média na carga: $V_{dc} = \frac{2 \cdot V_{m\acute{a}x}}{\pi}$

Corrente média na carga: $I_{dc} = \frac{2 \cdot I_{m\acute{a}x}}{\pi}$

Tensão eficaz na carga: $V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$

Corrente eficaz na carga: $I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$

Corrente média nos diodos: $I_{dc} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi}$

$$I_{Fm\acute{a}x} > \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi}$$

e

$$V_{Rm\acute{a}x} > 2 \cdot V_{m\acute{a}x}$$

Observe que como cada diodo conduz apenas em um semiciclo, a sua corrente média é a metade da corrente média na carga.

19

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

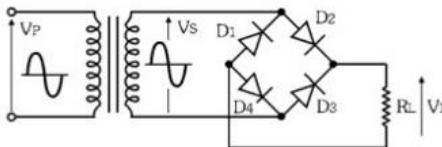


Figura 2.29 - Retificador de onda completa em ponte.

Neste circuito, a polaridade da tensão do secundário do transformador acompanha a polaridade da tensão do primário.

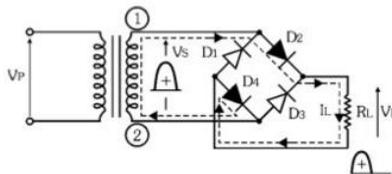


Figura 2.30 - Semiciclo positivo.

No intervalo de tempo em que a tensão V_s do secundário é positiva, ou seja, com ponto 1 positivo em relação ao ponto 2, os diodos D2 e D4 conduzem em série. Tensão polarizada diretamente.

20

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

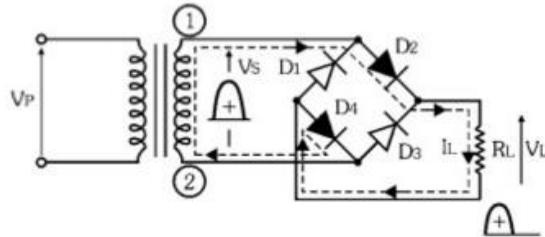


Figura 2.30 - Semiciclo positivo.

No intervalo de tempo em que a tensão V_s do secundário é positiva, ou seja, com ponto 1 positivo em relação ao ponto 2, os diodos D_2 e D_4 conduzem em série. Tensão polarizada diretamente.

Na carga R_L , a corrente circula no sentido de cima para baixo e a tensão é V_L com a polaridade indicada na figura, com potencial positivo no seu terminal superior.

21

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

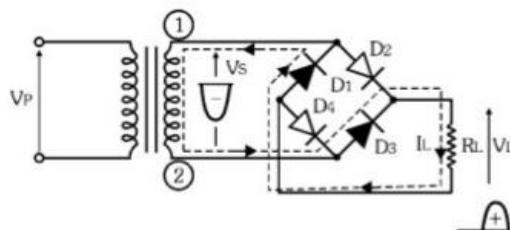


Figura 2.31 - Semiciclo negativo.

Quando V_s inverte a polaridade, o ponto 1 fica negativo em relação ao ponto 2. Com D_1 e D_3 conduzindo em série.

Na carga R_L , a corrente circula no mesmo sentido de cima para baixo e V_L na mesma situação do caso anterior.

22

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

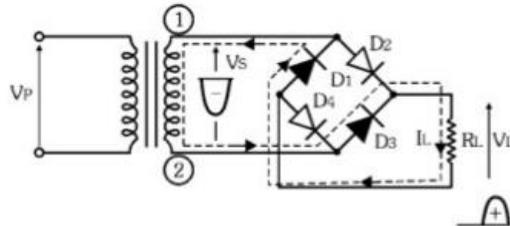


Figura 2.31 - Semiciclo negativo.

Nesse circuito, como há sempre dois diodos em série, a tensão na carga é 1,2V menor que a do secundário do transformador. Portanto a tensão real na carga é:

$$V_L = V_s - 1,2$$

23

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

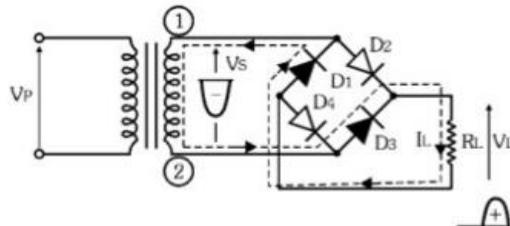


Figura 2.31 - Semiciclo negativo.

Nesse circuito, cada par de diodos conduz somente meio ciclo de onda, mas a carga conduz corrente nos dois semiciclos e no mesmo sentido. Nela, a tensão e a corrente são contínuas pulsantes.

24

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte – Tensão Reversa dobre os diodos

Como V_s é positivo, os Diodos D2 e D4 conduzem. Esses diodos são representados como curto-circuitos.

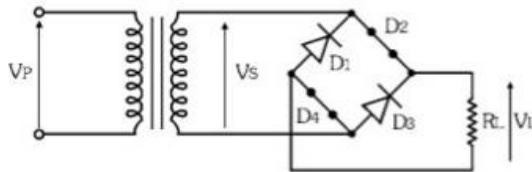


Figura 2.32 - Tensão reversa nos diodos D1 e D3 no semiciclo positivo.

25

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte – Tensão Reversa dobre os diodos

Nessa condição, os diodos D1 e D3, o secundário do transformador e a carga RL ficam em paralelo.

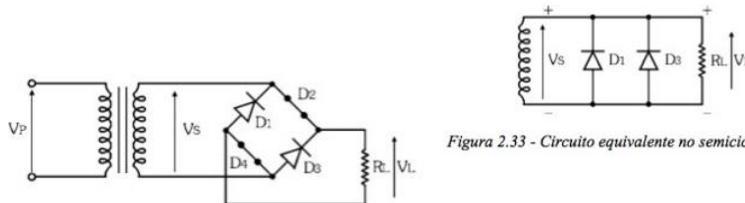


Figura 2.33 - Circuito equivalente no semiciclo positivo.

Figura 2.32 - Tensão reversa nos diodos D1 e D3 no semiciclo positivo.

Fica fácil, observar que a tensão reversa sobre os diodos é igual à tensão máxima fornecida pelo secundário do transformador.

26

kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte Formas de Onda

No circuito retificador de onda completa em ponte, temos:

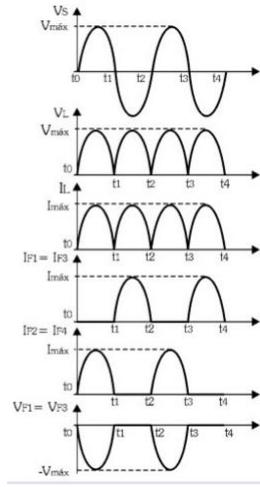
Tensão média na carga:
$$V_{dc} = \frac{2 \cdot V_{m\acute{a}x}}{\pi}$$

Corrente média na carga:
$$I_{dc} = \frac{2 \cdot I_{m\acute{a}x}}{\pi}$$

Tensão eficaz na carga:
$$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

Corrente eficaz na carga:
$$I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

Corrente média nos diodos:
$$I_{dc} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi}$$



kroton
paixão por educar



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte Formas de Onda

Corrente eficaz na carga:
$$I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

Corrente média nos diodos:
$$I_{dc} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi}$$

Nesse retificador, a corrente média nos diodos é a metade da corrente média na carga.

As especificações dos diodos para assegurar o seu correto funcionamento devem ser:

$$I_{Fm\acute{a}x} > \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi} \quad \text{e} \quad V_{Rm\acute{a}x} > V_{m\acute{a}x}$$

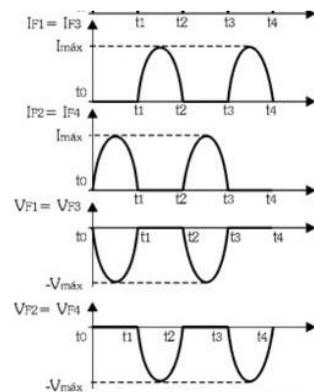


Figura 2.34 - Formas de onda no retificador de onda completa em ponte.



Aula 7

Retificador de Onda Completa em Ponte

Exercício:

2.3) Considere o circuito da Figura 2.63 e calcule $V_{m\acute{a}x}$, V_{dc} e V_{ef} na carga R_L e I_{dc} na carga e nos diodos.

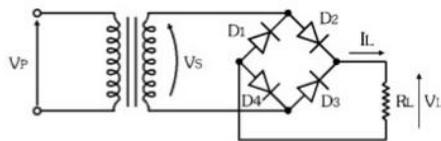


Figura 2.63 - Retificador de onda completa em ponte.

Dados:

- $V_P = 110V$
- $V_S = 15V$
- $R_L = 1k\Omega$

29



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

A quantidade de uma tensão contínua é dada principalmente pela quantidade de *ondulação (ripple)* em relação à componente contínua do sinal. Obviamente, quanto menor o ripple e maior a componente contínua, melhor é o sinal

Fator de Ripple (γ) pág. 51

É o percentual do valor eficaz da tensão de ripple (V_{ac}) presente no nível de tensão contínua do sinal (V_{dc}). Matematicamente:

$$\gamma = \frac{V_{ac}}{V_{dc}} \cdot 100$$

No caso particular da tensão contínua ideal, conforme indica a Figura 2.35, não há *ripple*, apenas a componente contínua. Portanto, o *fator de ripple* é nulo.

Para sinais contínuos reais o *fator de ripple* é, necessariamente, diferente de zero.

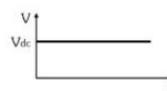


Figura 2.35 - Tensão contínua ideal.





Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Ripple (γ) pág. 51

Retificador de Meia Onda

A forma de onda da tensão na carga é:

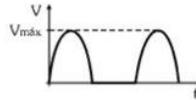


Figura 2.36 - Sinal de meia onda.

A tensão média na carga vale $V_{dc} = \frac{V_{máx}}{\pi} \Rightarrow V_{dc} = 0,3183.V_{máx}$

Demonstra-se que a tensão eficaz do *ripple* vale $V_{ac} = 0,3856.V_{máx}$

Logo, o *fator de ripple* da meia onda vale:

$$\gamma = \frac{V_{ac}}{V_{dc}} \cdot 100 = \frac{0,3856.V_{máx}}{0,3183.V_{máx}} \cdot 100 \Rightarrow \gamma = 120\%$$

31

kroton
passão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Ripple (γ) pág. 51

Retificador de Onda Completa (Ponto Neutro e em Ponte)

A forma de onda da tensão na carga é:

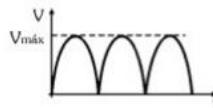


Figura 2.37 - Sinal de onda completa.

A tensão média na carga: $V_{dc} = \frac{2.V_{máx}}{\pi} \Rightarrow V_{dc} = 0,6366.V_{máx}$

Demonstra-se que a tensão eficaz do *ripple* vale $V_{ac} = 0,3078.V_{máx}$

Logo, o *fator de ripple* da onda completa vale:

$$\gamma = \frac{V_{ac}}{V_{dc}} \cdot 100 = \frac{0,3078.V_{máx}}{0,6366.V_{máx}} \cdot 100 \Rightarrow \gamma = 48\%$$

kroton
passão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

É a relação entre a potência do transformador (P_{tr}) e a potência média na carga (P_{dc}), isto é

2.4.3. Fator de Transformação (λ)

O *fator de transformação* dos circuitos retificadores é a relação entre a potência do transformador (P_{tr}) e a potência média na carga (P_{dc}), isto é:

$$\lambda = \frac{P_{tr}}{P_{dc}}$$

Esse fator é útil para o dimensionamento do transformador no projeto de fontes de alimentação.

33



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

Retificador de Meia Onda

O transformador do retificador de meia onda está representado na Figura 2.38.

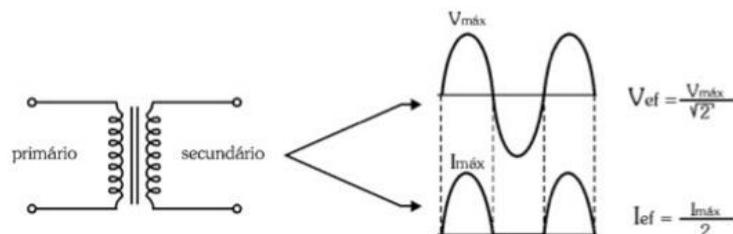


Figura 2.38 - Transformador do retificador de meia onda.

34



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

As tensões no primário e no secundário são senoidais, sendo elas solicitadas ou não. No entanto, a corrente que o transformador fornece depende do circuito; para o retificador de meia onda ela possui somente meio ciclo.

Logo, temos que a potência no secundário do transformador é:

$$P_{tr} = V_{ef} \cdot I_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{m\acute{a}x}}{2} = \frac{V_{m\acute{a}x} I_{m\acute{a}x}}{2\sqrt{2}} \Rightarrow P_{tr} = 0,3536 \cdot V_{m\acute{a}x} I_{m\acute{a}x}$$

O que se deseja na carga é a potência contínua, afinal o circuito deve converter corrente alternada em corrente contínua.

Na carga, temos as seguintes formas de onda:

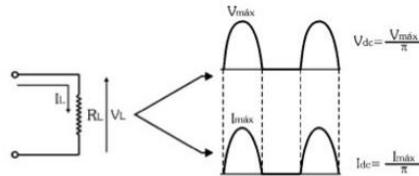


Figura 2.39 - Tensão e corrente na carga no retificador de meia onda.

35

kroton
passão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

A potência contínua na carga vale:

$$P_{dc} = V_{dc} \cdot I_{dc} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\pi} \cdot \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi} \Rightarrow P_{dc} = 0,1013 \cdot V_{m\acute{a}x} I_{m\acute{a}x}$$

Logo, o fator de transformação do retificador de meia onda vale:

$$\lambda = \frac{P_{tr}}{P_{dc}} = \frac{0,3536 \cdot V_{m\acute{a}x} I_{m\acute{a}x}}{0,1013 \cdot V_{m\acute{a}x} I_{m\acute{a}x}} \Rightarrow \lambda = 3,49$$

36

kroton
passão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

Retificador de Onda Completa com Ponto Neutro

O transformador do retificador de onda completa com ponto neutro está representado na Figura 2.40:

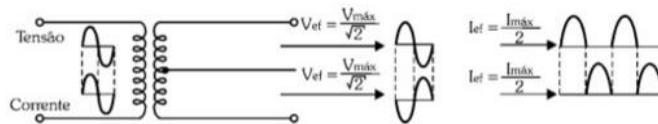


Figura 2.40 - Transformador do retificador de onda completa com ponto neutro.

37

kroton
paixão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

Por facilidade determinamos primeiramente a potência da metade do secundário do transformador e em seguida a multiplicamos por dois para obtermos a sua potência total.

$$\frac{1}{2} \cdot P_{tr} = V_{ef} \cdot I_{ef} = \frac{V_{máx}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{máx}}{2} = \frac{V_{máx} \cdot I_{máx}}{2\sqrt{2}} \Rightarrow P_{tr} = 0,7071 \cdot V_{máx} \cdot I_{máx}$$

Na carga, temos as seguintes formas de onda:

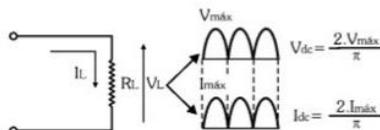


Figura 2.41 - Tensão e corrente na carga no retificador de onda completa com ponto neutro.

38

kroton
paixão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

A potência contínua na carga vale:

$$P_{dc} = V_{dc} \cdot I_{dc} = \frac{2 \cdot V_{m\acute{a}x}}{\pi} \cdot \frac{2 \cdot I_{m\acute{a}x}}{\pi} \Rightarrow P_{dc} = 0,4053 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}$$

Logo, o *fator de transformação* do retificador de onda completa com ponto neutro vale:

$$\lambda = \frac{P_r}{P_{dc}} = \frac{0,7071 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}}{0,4053 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}} \Rightarrow \lambda = 1,74$$

39



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

Retificador de Onda Completa em Ponte

O transformador do retificador de onda completa em ponte está representado na Figura 2.42:

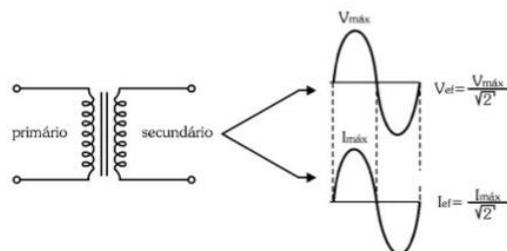


Figura 2.42 - Transformador do retificador de onda completa em ponte.

40



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

Logo, a potência no secundário do transformador é:

$$P_{Tr} = V_{ef} \cdot I_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}}{2} \Rightarrow P_{Tr} = 0,5 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}$$

Na carga, temos as seguintes formas de onda:

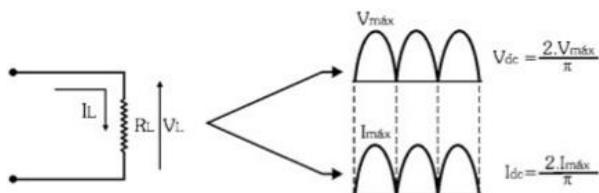


Figura 2.43 - Tensão e corrente na carga no retificador de onda completa em ponte.

41

kroton
paixão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Fator de Transformação (λ)

A potência contínua na carga vale:

$$P_{dc} = V_{dc} \cdot I_{dc} = \frac{2 \cdot V_{m\acute{a}x}}{\pi} \cdot \frac{2 \cdot I_{m\acute{a}x}}{\pi} \Rightarrow P_{dc} = 0,4053 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}$$

Logo, o *fator de transformação* do retificador de onda completa em ponte vale:

$$\lambda = \frac{P_{Tr}}{P_{dc}} = \frac{0,5 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}}{0,4053 \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x}} \Rightarrow \lambda = 1,23$$

Considerando que o retificador ideal seria aquele cuja potência do transformador fosse totalmente transformada em potência contínua na carga ($P_{Tr} = P_{dc}$), concluímos que, dos três retificadores analisados, o que melhor aproveita a capacidade de armazenamento de energia do transformador é o retificador em ponte, pois para uma potência contínua P_{dc} na carga, é necessário que a potência do transformador seja apenas 1,23 vezes maior do que P_{dc} . Já no retificador com ponto neutro, a potência do transformador deve ser 1,74 vezes maior do que P_{dc} e no retificador de meia onda, que possui o menor desempenho, a potência do transformador deve ser 3,49 vezes maior do que P_{dc} .

42

kroton
paixão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Tabela Comparativa

A tabela seguinte resume comparativamente o comportamento dos três tipos de retificador:

	Meia Onda	Onda Completa (Ponto Neutro)	Onda Completa (Ponte)
Tensão média na carga V_{dc}	$\frac{V_{máx}}{\pi}$	$\frac{2 \cdot V_{máx}}{\pi}$	$\frac{2 \cdot V_{máx}}{\pi}$
Tensão eficaz na carga V_{ef}	$\frac{V_{máx}}{2}$	$\frac{V_{máx}}{\sqrt{2}}$	$\frac{V_{máx}}{\sqrt{2}}$
Tensão reversa de pico sobre os diodos - $V_{Rmáx}$	$V_{máx}$	$2 \cdot V_{máx}$	$V_{máx}$
Corrente média nos diodos $I_{Fmáx}$	$\frac{I_{máx}}{\pi}$	$\frac{I_{máx}}{\pi}$	$\frac{I_{máx}}{\pi}$
Fator de ripple γ	120%	48%	48%
Fator de transformação λ	3,49	1,74	1,23

43

kroton
passão por educar



Aula 7

Comparação entre os Circuitos Retificadores

Exercícios Resolvidos.

Estudar 1 e 2 das págs. 56, 57 e 58.

44

kroton
passão por educar



kroton
paixão por educar

Bibliografia desta aula:

1. CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Eletrônica Aplicada**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Erica, 2013.
2. http://professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia_CEFET/Referenciais/2007_1/AuTa_16.pdf

45



kroton
paixão por educar

