



kroton
paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
1º semestre- 2016

Eletrônica e Instrumentação
Eng^a Mecânica– 6º/ 7ºsemestres

Prof. Ms.Cristiano Malheiro

cmalheiro@anhanguera.com
cmalheiro@aedu.com

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

1



Aula 5

Bibliografia Básica

Link Biblioteca:

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

10.	Instrumentação Industrial conceitos, aplicações e análises - 7 / 2010 - (E-book)
online	FIALHO, Arivelto Bustamante. Instrumentação industrial : conceitos, aplicações e análises. 7. São Paulo Érica 2010 1 recurso online ISBN 9788536505190.
	Exemplares Marc

1. FIALHO, Arivelto B. **Instrumentação Industrial: conceitos, aplicações e análises**. 3ª edição. São Paulo: Érica, 2010. (E-Book)
2. CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Eletrônica Aplicada**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Érica, 2013. (11 exemplares)
3. BOYLESTAD, Robert L. NASHESKY, L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 12ª edição. São Paulo: Pearson, 2013. (17 exemplares)



2

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores (Capítulo 2- pág. 35)

Definição:

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

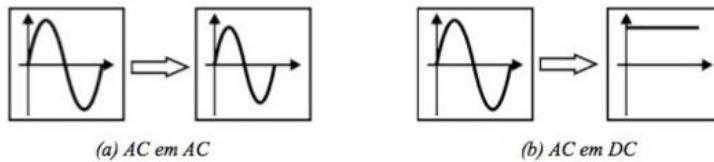


Figura 2.1 - Tipos de conversão de energia elétrica.

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

3



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador

Transformador: responsável pelo aumento ou redução do valor da tensão para adequação de necessidades à um projeto

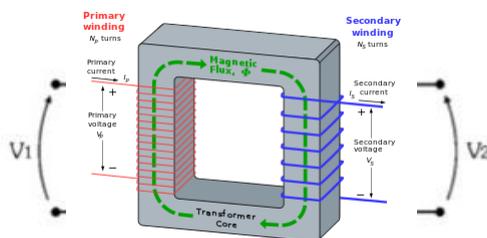


Figura 2.12 - Transformador.

- V1- tensão eficaz de alimentação
- V2- tensão eficaz desejada
- N1- numero de espiras do primário
- N2- número de espiras do secundário
- I1-corrente eficaz no primário
- I2- corrente eficaz no secundário
- P1- potência no primário
- P2- potência no secundário

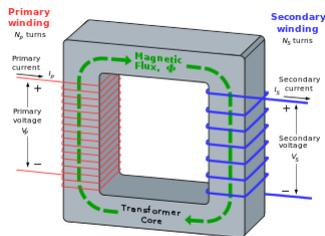
4



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador

Ao aplicar ao primário do transformador uma tensão variável no tempo, produz-se uma corrente variável e um fluxo magnético variável. Esse fluxo induz uma tensão no secundário. Cujas amplitude pode ser maior, menor ou igual à amplitude da tensão do primário, dependendo unicamente da relação de espiras



- Obedece as seguintes leis:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$P_2 = V_2 \cdot I_2$$

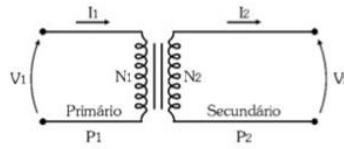


Figura 2.12 - Transformador.

5

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador

No transformador ideal, como a potência do primário é igual à do secundário, se a tensão no primário for maior que a do secundário, a corrente no primário será menor que a do secundário.

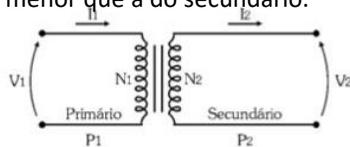


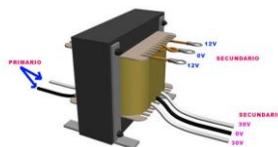
Figura 2.12 - Transformador.

- Obedece as seguintes leis:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$P_2 = V_2 \cdot I_2$$



6

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador

Nos reais, a potência que o primário transfere ao secundário é menor, devido a diversos tipos de perdas que ocorrem nos enrolamentos e no núcleo do transformador.

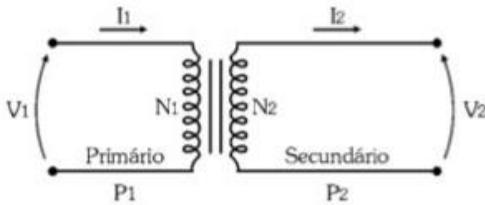


Figura 2.12 - Transformador.

- Obedece as seguintes leis:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$P_2 = V_2 \cdot I_2$$

7

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Configurações Simples dos Transformadores

Transformador Simples

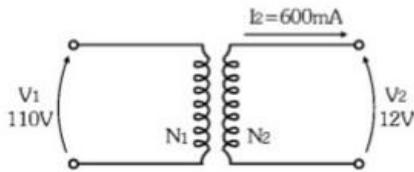


Figura 2.13 - Transformador simples.

- Obedece as seguintes leis:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$P_2 = V_2 \cdot I_2$$

8

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Configurações Simples dos Transformadores

A partir do transformador construído, conforme especificações abaixo, determine:

- A potência máxima que pode fornecer a uma carga;
- Menor resistência que pode ser ligada no secundário;
- A corrente no primário na condição de máxima potência.

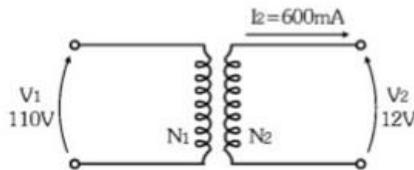


Figura 2.13 - Transformador simples.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = V_1 \cdot I_1$$

$$P_2 = V_2 \cdot I_2$$

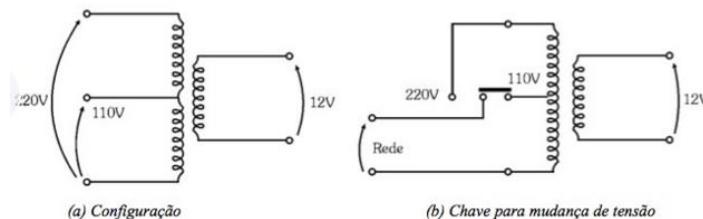
kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador com Derivação no Primário

Com a derivação podem ser aplicadas as tensões 110V ou 220V. A tensão de saída é sempre 12V.



(a) Configuração

(b) Chave para mudança de tensão

Figura 2.14 - Transformador com derivação no primário.

kroton
paixão por educar



Aula 5

Circuitos Retificadores Transformador com Derivação no Primário

Principal objetivo é converter a tensão AC proveniente do transformador em tensão DC.

Retificador de Meia Onda

Circuito retificador de meia onda com carga resistiva. Polarização direta.

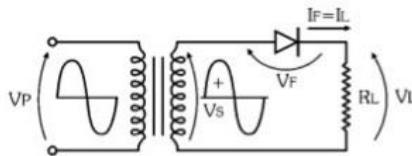


Figura 2.18 - Retificador de meia onda.

11



Aula 5

Circuitos Retificadores Retificador de Meia Onda

Circuito retificador de meia onda com carga resistiva. Polarização direta.

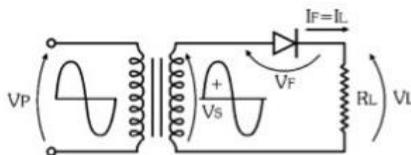


Figura 2.18 - Retificador de meia onda.

- Durante o semiciclo, a corrente que circula pelo diodo (I_F) é a mesma que circula pela carga (I_L).
- O semiciclo positivo da tensão do secundário do transformador (V_s) transfere-se para a carga (V_L) nos intervalos de t_0 , t_1 , t_2 a t_3 etc.

Enquanto o diodo conduz, a queda de tensão sobre ele é da ordem de 0,6V. Assim, a tensão real na carga é:

$$V_L = V_s - 0,6$$

12



Aula 5

Circuitos Retificadores Retificador de Meia Onda

Formas de Onda

- Neste caso foi desprezada a queda de tensão no diodo (0,6V).
- No semiciclo negativo, o diodo não conduz por estar reversamente polarizado, pois o seu anodo encontra-se com potencial negativo em relação ao do catodo.
- A partir disso, não há tensão na carga nem corrente circulando por ela, de modo que a tensão do secundário do transformador fica aplicada reversamente aos demais terminais do diodo.

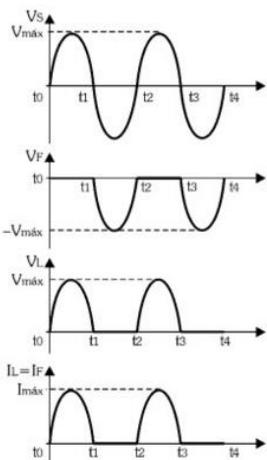


Figura 2.19 - Formas de onda no retificador de meia onda.



Aula 5

Circuitos Retificadores Retificador de Meia Onda

Circuito retificador de meia onda com carga resistiva. Polarização direta.

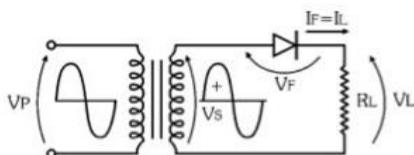


Figura 2.18 - Retificador de meia onda.

$$V_L = V_S - 0,6$$

- Durante o semiciclo, a corrente que circula pelo diodo (I_F) é a mesma que circula pela carga (I_L).
- O semiciclo positivo da tensão do secundário do transformador (V_S) transfere-se para a carga (V_L) nos intervalos de t_0 , t_1 , t_2 a t_3 etc.

Enquanto o diodo conduz, a queda de tensão sobre ele é da ordem de 0,6V. Assim, a tensão real na carga é:





Aula 5

Circuitos Retificadores Retificador de Meia Onda

Circuito retificador de meia onda com carga resistiva. Polarização direta.

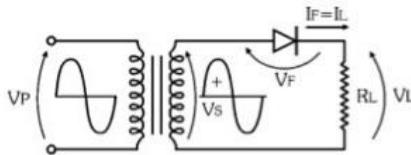


Figura 2.18 - Retificador de meia onda.

$$V_L = V_s - 0,6$$

- Durante o semiciclo, a corrente que circula pelo diodo (I_F) é a mesma que circula pela carga (I_L).
- O semiciclo positivo da tensão do secundário do transformador (V_s) transfere-se para a carga (V_L) nos intervalos de t_0 , t_1 , t_2 a t_3 etc.

Enquanto o diodo conduz, a queda de tensão sobre ele é da ordem de 0,6V. Assim, a tensão real na carga é:

15

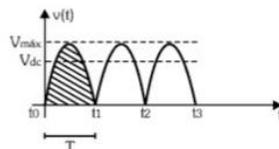
kroton
paixão por educar



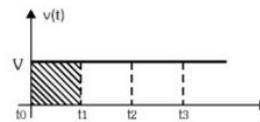
Aula 5

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.



(a) Função periódica



(b) Gráfico do valor médio equivalente

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:

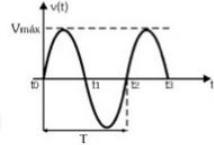
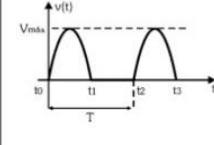
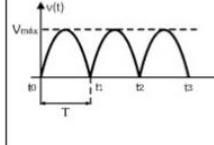
$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt \quad \text{e} \quad I_{dc} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_1} i(t) dt$$

kroton
paixão por educar



Aula 5

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		
$I_{dc} = 0$	$I_{dc} = \frac{I_{máx}}{\pi}$	$I_{dc} = \frac{2 \cdot I_{máx}}{\pi}$

17




Aula 5

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

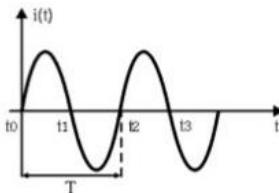


Figura 2.6 - Corrente senoidal.



Figura 2.8 - Potência P na resistência elétrica.

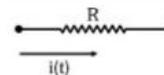


Figura 2.7 - Resistência elétrica.

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

18





Aula 5

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:

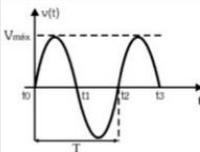
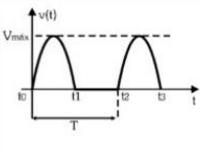
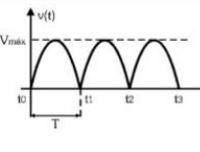
$$V_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_2} v(t)^2 dt} \quad \text{e} \quad I_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_2} i(t)^2 dt}$$

19



Aula 5

Circuitos Retificadores Valor Eficaz de um Sinal Periódico

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

20





kroton 
paixão por educar

Bibliografia desta aula:

1. FIALHO, Arivelto B. **Instrumentação Industrial: conceitos, aplicações e análises**. 3ª edição. São Paulo: Érica, 2010.

21



22