

**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
ESCOLA DO MAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

RELATÓRIO 05

Retificadores

por

Stephen Michael Apolinário

Relatório 05 referente a M1 de eletrônica básica.
Professor(a): Walter Gontijo

Itajaí (SC), agosto de 2022

RESUMO

APOLINÁRIO, Stephen Michael. RELATÓRIO REFERENTE A M1 DE ELETRÔNICA BÁSICA. Itajaí, 2022. 22 f. Engenharia De Computação, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2022.

Neste relatório, será tratado os conteúdos vistos na aula de dia 02 de agosto de 2022, na Univali Itajaí, durante a matéria de Eletrônica Básica, ministrada pelo professor Walter Antonio Gontijo, na qual foi abordado os conceitos sobre os diferentes tipos de retificadores, com meia onda e onda completa.

Palavras-chave: Retificador, Meia Onda, Onda Completa, Eletrônica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Retificador - Meia Onda	8
Figura 2 – Simulação: Circuito retificador de meia onda	9
Figura 3 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda	10
Figura 4 – Simulação: Multímetro circuito retificador de meia onda	10
Figura 5 – Simulação: Multímetro circuito retificador de meia onda	11
Figura 6 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda B	12
Figura 7 – Retificador - Meia Onda	13
Figura 8 – Simulação: Circuito meia onda C	14
Figura 9 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda C	14
Figura 10 – Retificador - Meia Onda D	15
Figura 11 – Simulação: Circuito meia onda D	16
Figura 12 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda D	16
Figura 13 – Retificador - Onda Completa A	17
Figura 14 – Simulação: Circuito onda completa A	18
Figura 15 – Osciloscópio: Circuito retificador de onda completa A	18
Figura 16 – Retificador - Onda Completa B	19
Figura 17 – Simulação: Circuito onda completa B	20
Figura 18 – Osciloscópio: Circuito retificador de onda completa B	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 01	11
Quadro 2 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02	12
Quadro 3 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 03	14
Quadro 4 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02	17
Quadro 5 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito A	19
Quadro 6 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito A	21

SUMÁRIO

1	OBJETIVOS	6
2	INTRODUÇÃO	7
3	DESENVOLVIMENTO	8
3.1	Retificador de meia onda	8
3.1.1	Circuito A	8
3.1.2	Circuito B	11
3.1.3	Circuito C	12
3.1.4	Circuito D	15
3.2	Circuito retificador de onda completa	17
3.2.1	Circuito A	17
3.2.2	Circuito B	19
4	CONCLUSÃO	22

1 OBJETIVOS

Os objetivos deste relatório possuem obter o conhecimento dos seguintes tópicos:

- 1) Funcionamento de retificadores
- 2) Retificador de meia onda
- 3) Retificador de onda completa

2 INTRODUÇÃO

Neste relatório, será abordado o funcionamento de retificadores, retificador de meia onda e retificador de onda completa, e qual é o seu papel nos circuitos. O retificador de meia-onda consiste em um circuito para remover metade de um sinal AC (corrente alternada) de entrada, transformando-o em um sinal CC (corrente contínua). É constituído basicamente de um transformador, um diodo e uma carga. Um retificador de onda completa ou um retificador em ponte é equivalente a dois retificadores de meia onda voltados um de costas pro outro, com um retificador controlando o primeiro semiciclo e o outro o semiciclo alternado. Por causa do enrolamento do secundário com derivação central, cada circuito do diodo recebe apenas metade da tensão do secundário.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 RETIFICADOR DE MEIA ONDA

3.1.1 Circuito A

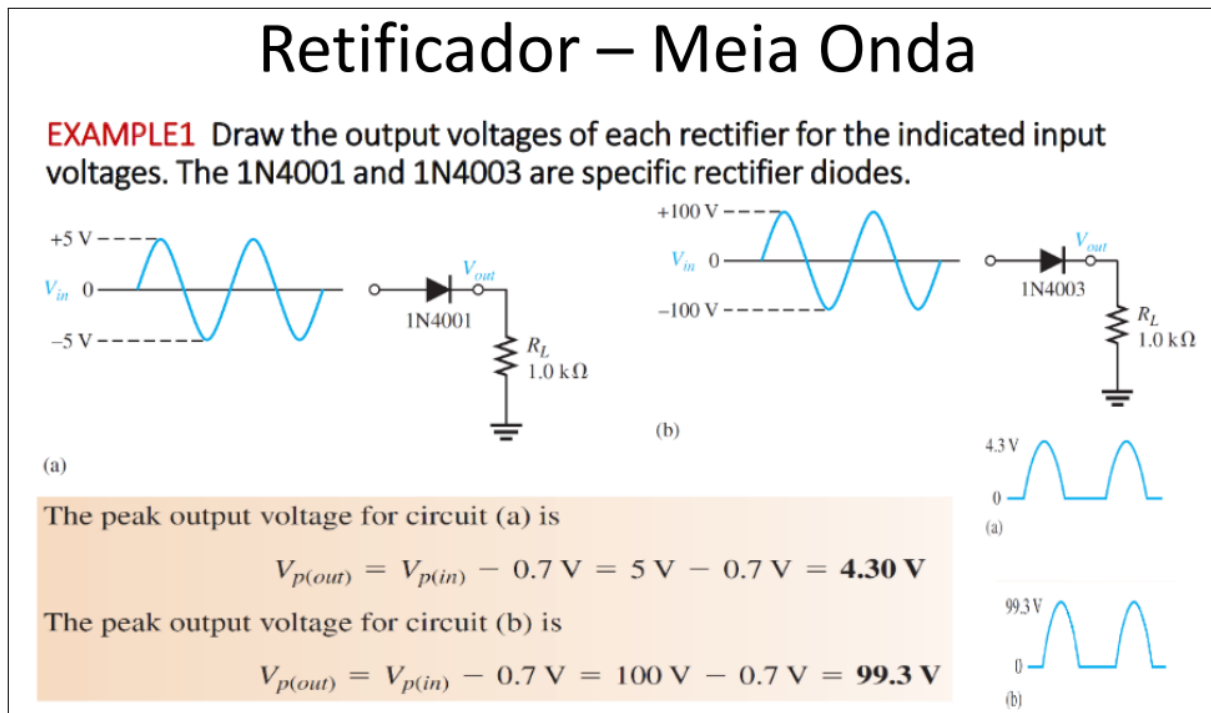


Figura 1 – Retificador - Meia Onda

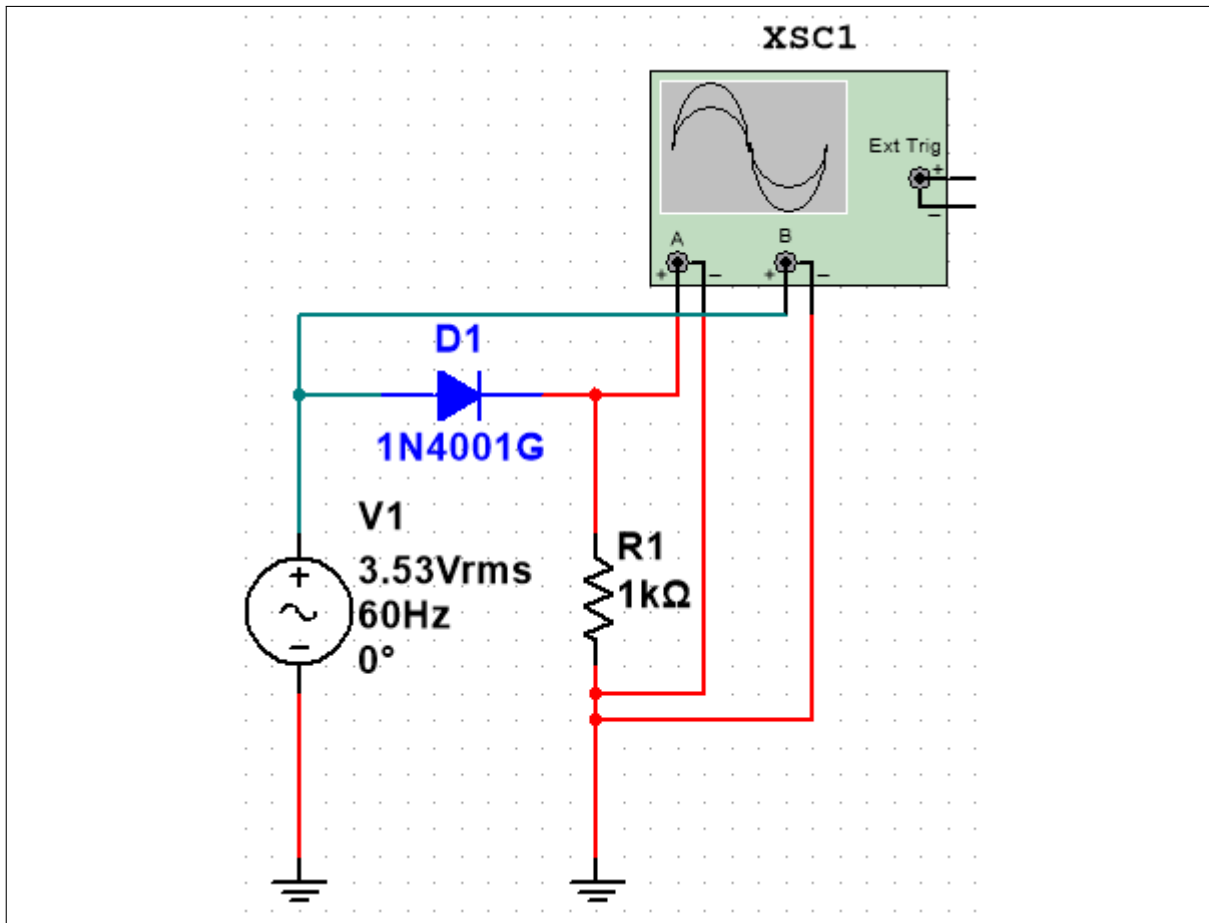


Figura 2 – Simulação: Circuito retificador de meia onda

Resolução

Utilizando um diodo simplificado com queda de tensão de 0.7V...

$$V_{in} = 5v$$

$$V_{pk} \text{ na saída} = 5V - 0.7V = 4.3V$$

$$V_{DC} \text{ na saída} = \frac{4.3V}{\pi} = 1.368V$$

$$\text{Tensão da fonte} = \frac{5}{\sqrt{2}} \simeq 3.53V$$

Resolucao 3.1 – Resolução: Circuito retificador de meia onda

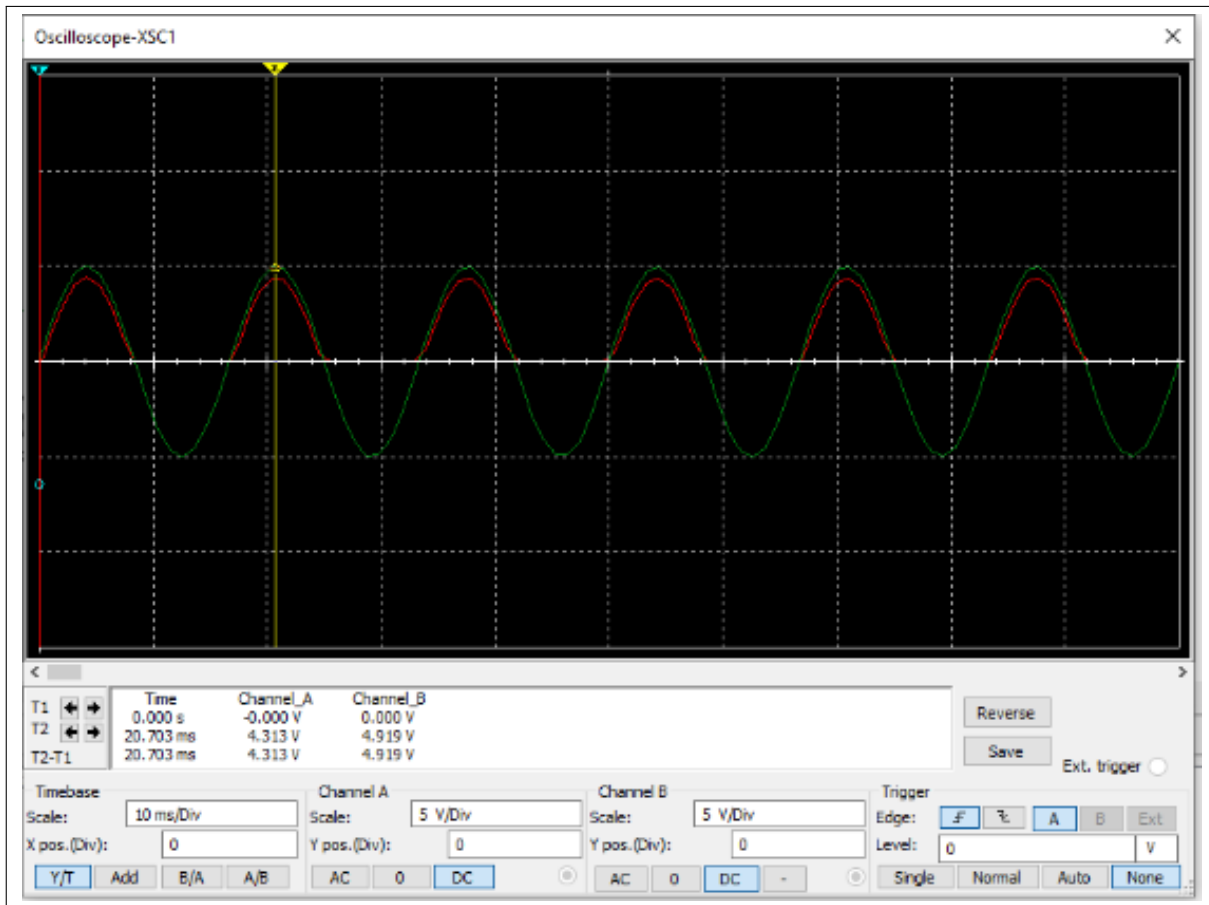


Figura 3 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda

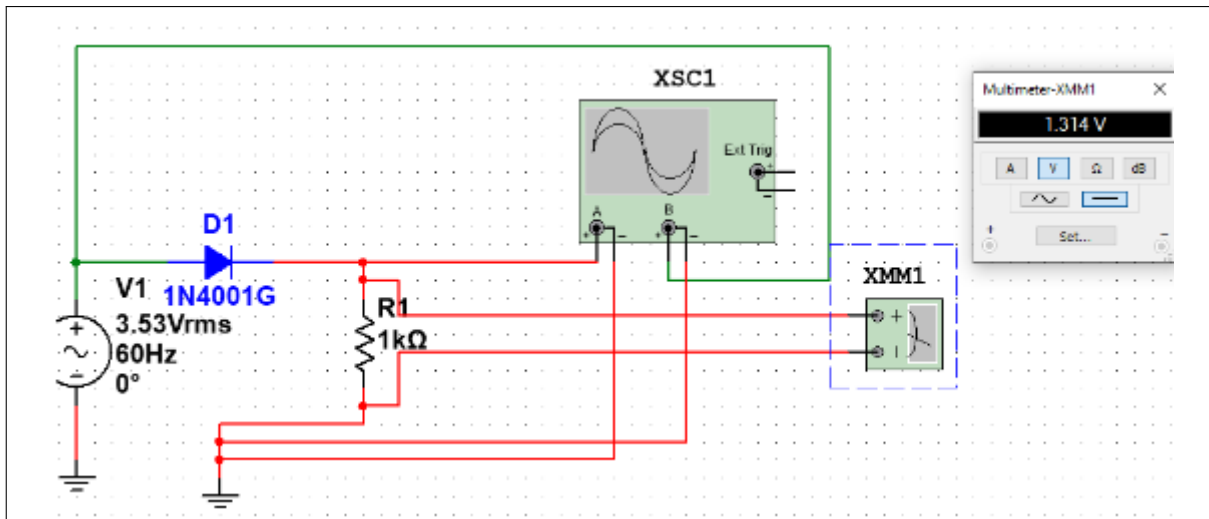


Figura 4 – Simulação: Multímetro circuito retificador de meia onda

Através das imagens acima, é possível comparar nossos resultados com os valores obtidos por cálculos, mas por facilidade, iremos comparar utilizando a tabela 1

Quadro 1 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 01

Modelo\Variáveis	Tensão Pico de entrada	Tensão Pico de saída	Tensão Média de saída
Calculado	5V	4.3V	1.368V
Simulado	4.919V	4.313V	1.314V

3.1.2 Circuito B

Calcule o seguinte circuito, considerando o diodo simplificado com queda de tensão de 0.7V:

Circuito B

$$V_{in} = 100V$$

$$V_{pk} \text{ na saída} = 100V - 0.7V = 99.3V$$

$$VDC \text{ na saída} = \frac{99.3V}{\pi} = 31.5V$$

$$\text{Tensão da fonte} = \frac{100}{\sqrt{2}} \simeq 70.71V$$

Resolução: Circuito Exercício B

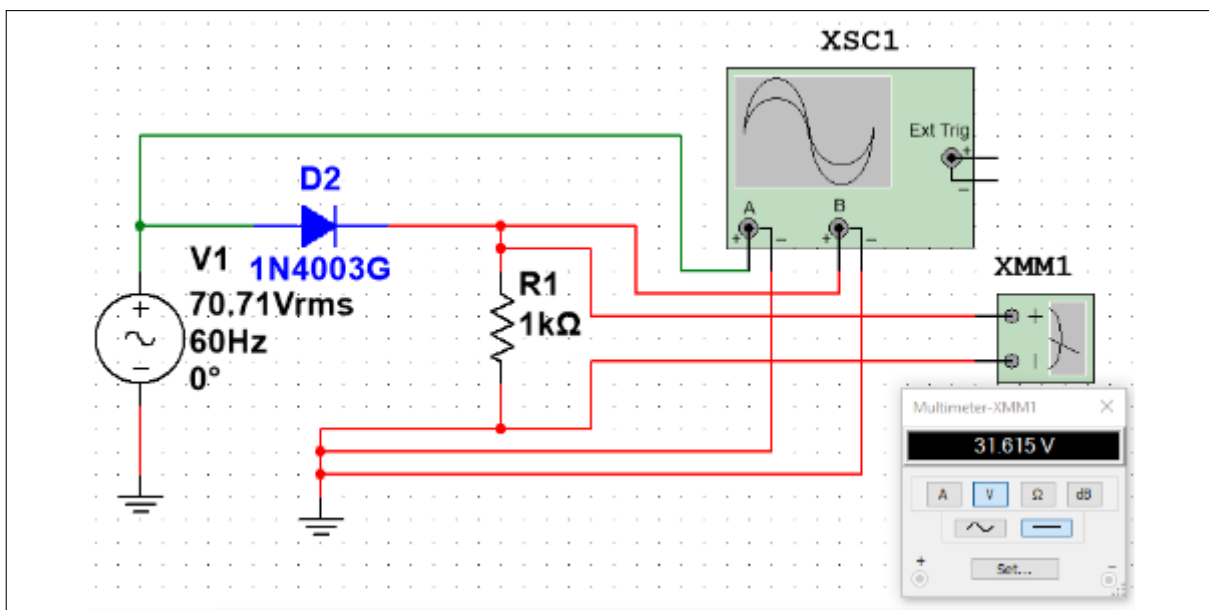


Figura 5 – Simulação: Multímetro circuito retificador de meia onda

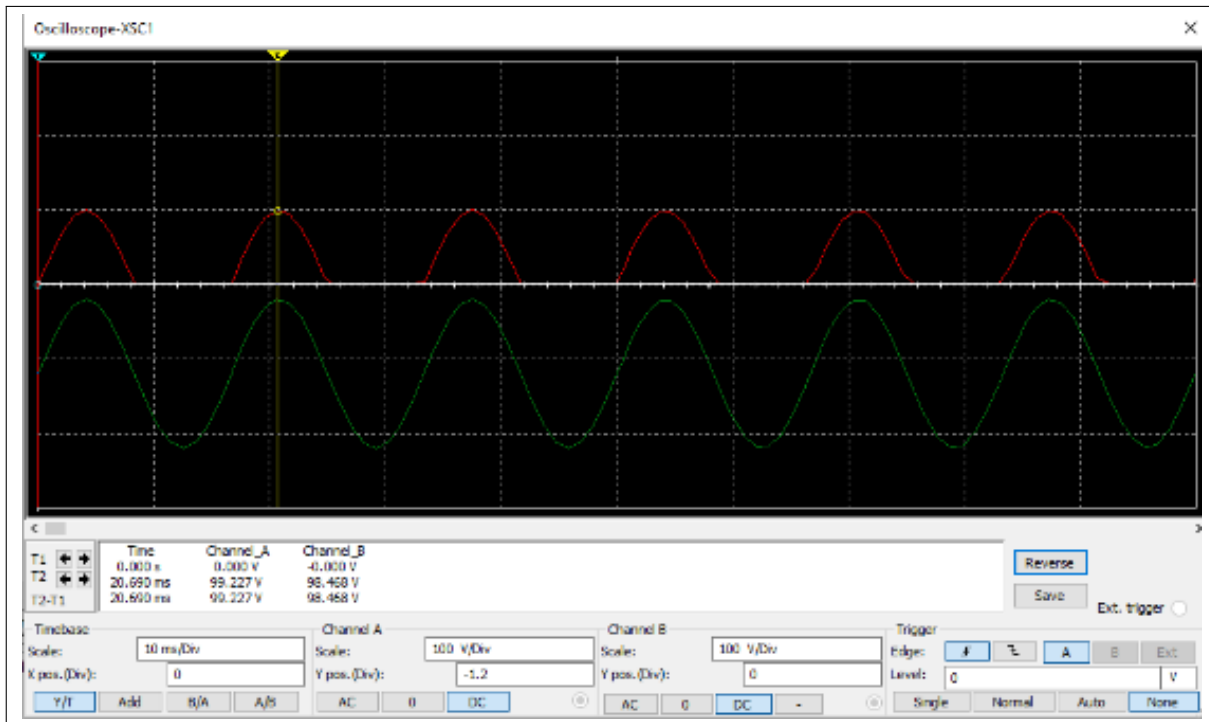


Figura 6 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda B

Através da imagem 5, é possível observar que a tensão média na saída é de 1.314V. E a imagem 9 mostra que a tensão pico na saída é de 99.227V.

Com a tabela 2 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos, com uma pequena diferença devido a aproximação.

Quadro 2 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02

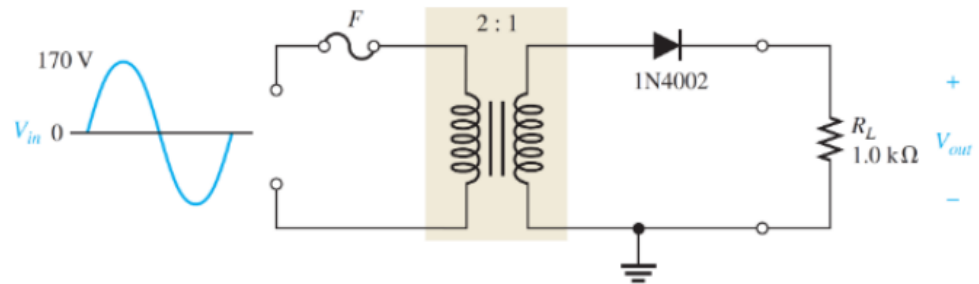
Modelo\Variáveis	Tensão Pico de entrada	Tensão Pico de saída	Tensão Média de saída
Calculado	100V	99.3V	31.68V
Simulado	99.227V	98.468V	31.615V

3.1.3 Circuito C

Calcule o seguinte circuito:

Retificador – Meia Onda

EXAMPLE 3 Determine the peak value of the output voltage.



- $n = \frac{1}{2} = 0.5$
- $V_{p(sec)} = nV_{p(pri)} = 0.5 \times 170 = 85 \text{ V}$
- $V_{p(out)} = V_{p(sec)} - 0.7 = 84.3 \text{ V}$
- $PIV = V_{p(sec)} = 85 \text{ V}$

Figura 7 – Retificador - Meia Onda

Circuito C

$$V_{in} = 170V$$

$$n = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$V_{pk} \text{ de entrada no secundário: } V_{in} * n = 170 * 0.5V = 85V$$

$$V_{pk} \text{ na saída} = 85V - 0.7V = 84.3$$

$$VDC \text{ na entrada} = \frac{170}{\sqrt{2}} \simeq 120.21V$$

$$VDC \text{ na saída} = \frac{84.3}{\pi} \simeq 26.8V$$

Resolução: Circuito Exercício C

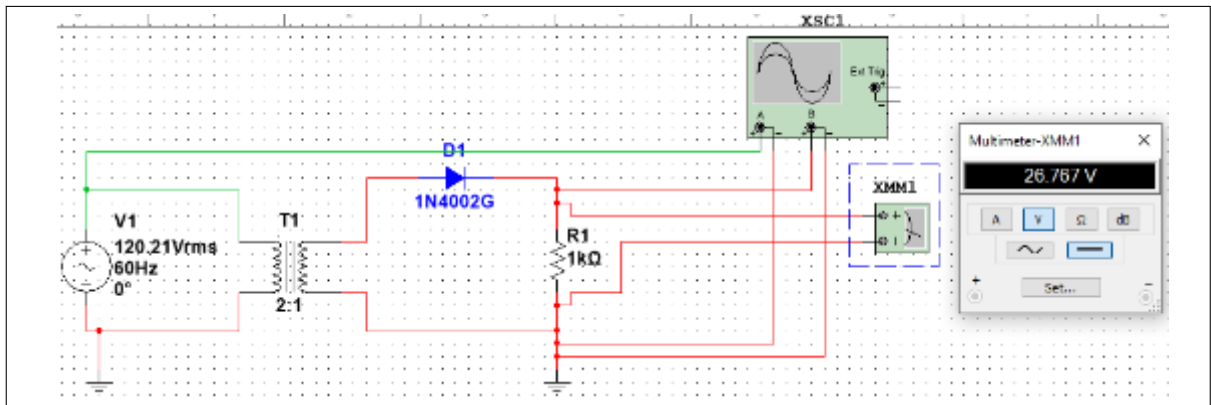


Figura 8 – Simulação: Circuito meia onda C

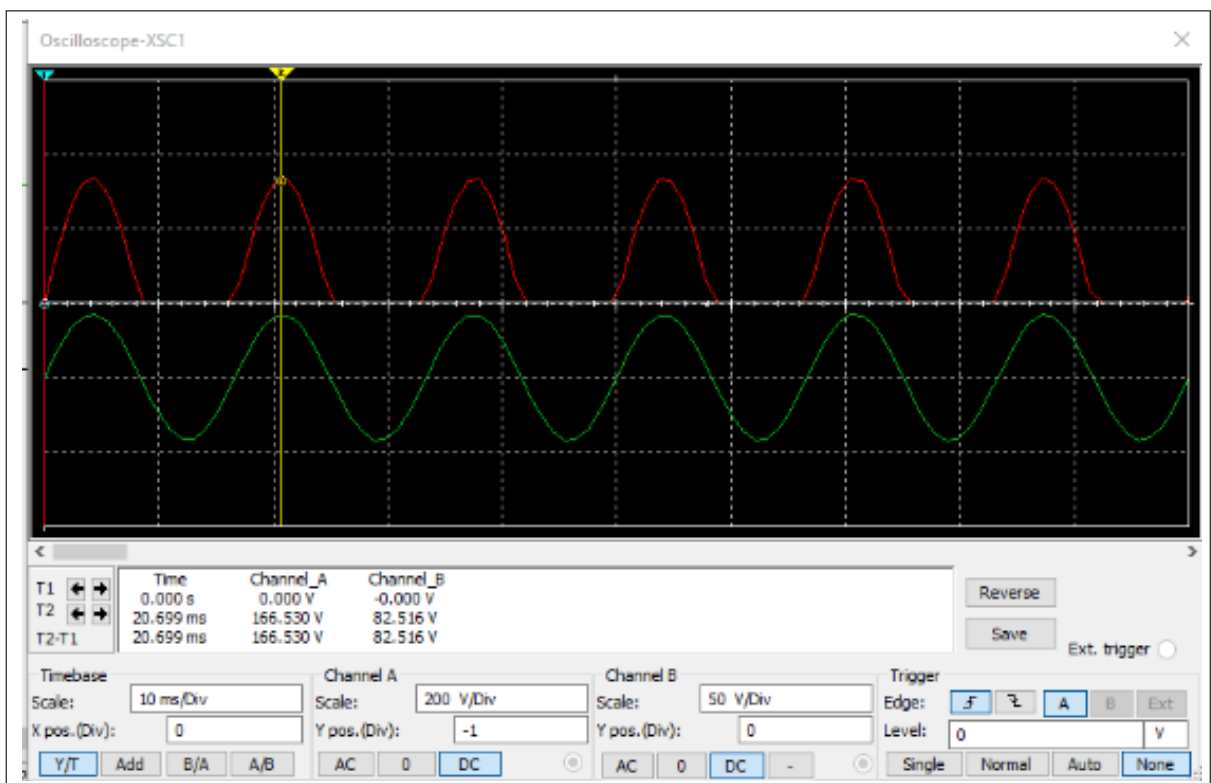


Figura 9 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda C

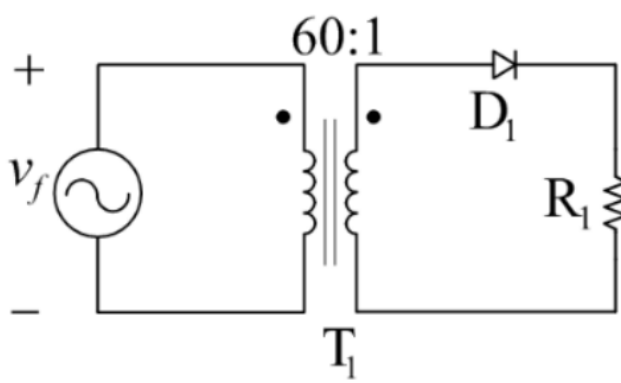
Com a tabela 3 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos, com uma pequena diferença devido a aproximação.

Quadro 3 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 03

Modelo\Variáveis	Tensão Pico de entrada 1 ^o	Tensão Pico de entrada 2 ^o	Tensão de pico de saída 2 ^o	Tensão média (Avg) de saída 2 ^o
Calculado	170.00V	85.000V	84.300V	26.830V
Simulado	166.53V	82.516V	82.516V	26.767V

3.1.4 Circuito D

Meia onda - Exercícios



Considerando os dados ao lado, determine:

- Tensão eficaz no primário de T_1 ;
- Tensão eficaz no secundário de T_1 ;
- Tensão média na saída;
- Tensão de pico na saída;
- Tensão reversa sobre o diodo;
- Corrente média na saída.

$v_f(t) = 311 \cdot \text{sen}(377 \cdot t) V$;
 $R_1 = 5 \Omega$;
 $D_1 = \text{ideal}$;
 $T_1 = 60 : 1$.

Figura 10 – Retificador - Meia Onda D

$$V_p = 311V$$

$$n = \frac{1}{60}$$

$$V_{pico} = V_p * n$$

$$\text{Tensão eficaz no primário de } T_1: \frac{311}{\sqrt{2}} = 220V$$

$$\text{Tensão eficaz no secundário de } T_1: \frac{E_{ficaz1}}{Fator} \rightarrow \frac{220}{60} = 3.66V$$

$$\text{Tensão de pico de entrada no secundário: } V_{pico} \simeq 5.18V$$

$$\text{Tensão média na saída: } \frac{V_{pico} - (0.7 * 1)}{\pi} \simeq 1.43V$$

$$\text{Tensão de pico na saída: } V_{pico} - 0.7 = 4.483V$$

$$\text{Tensão reversa sobre o diodo: } -5.18V$$

$$\text{Corrente média na saída: } \frac{TensaoMdia}{Ressistencia} \rightarrow \frac{1.43}{5} \simeq 0.286A$$

Resolução: Circuito Exercício D

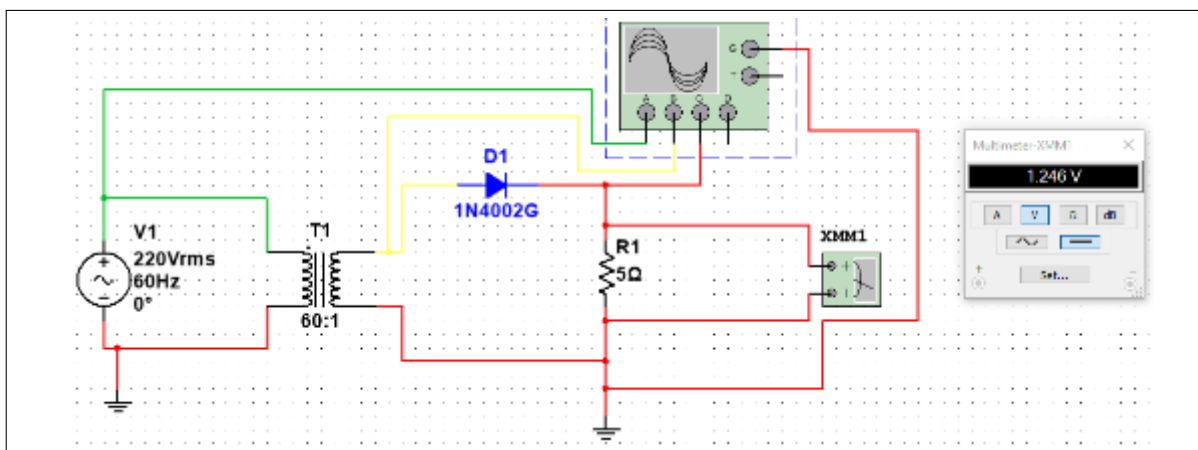


Figura 11 – Simulação: Circuito meia onda D

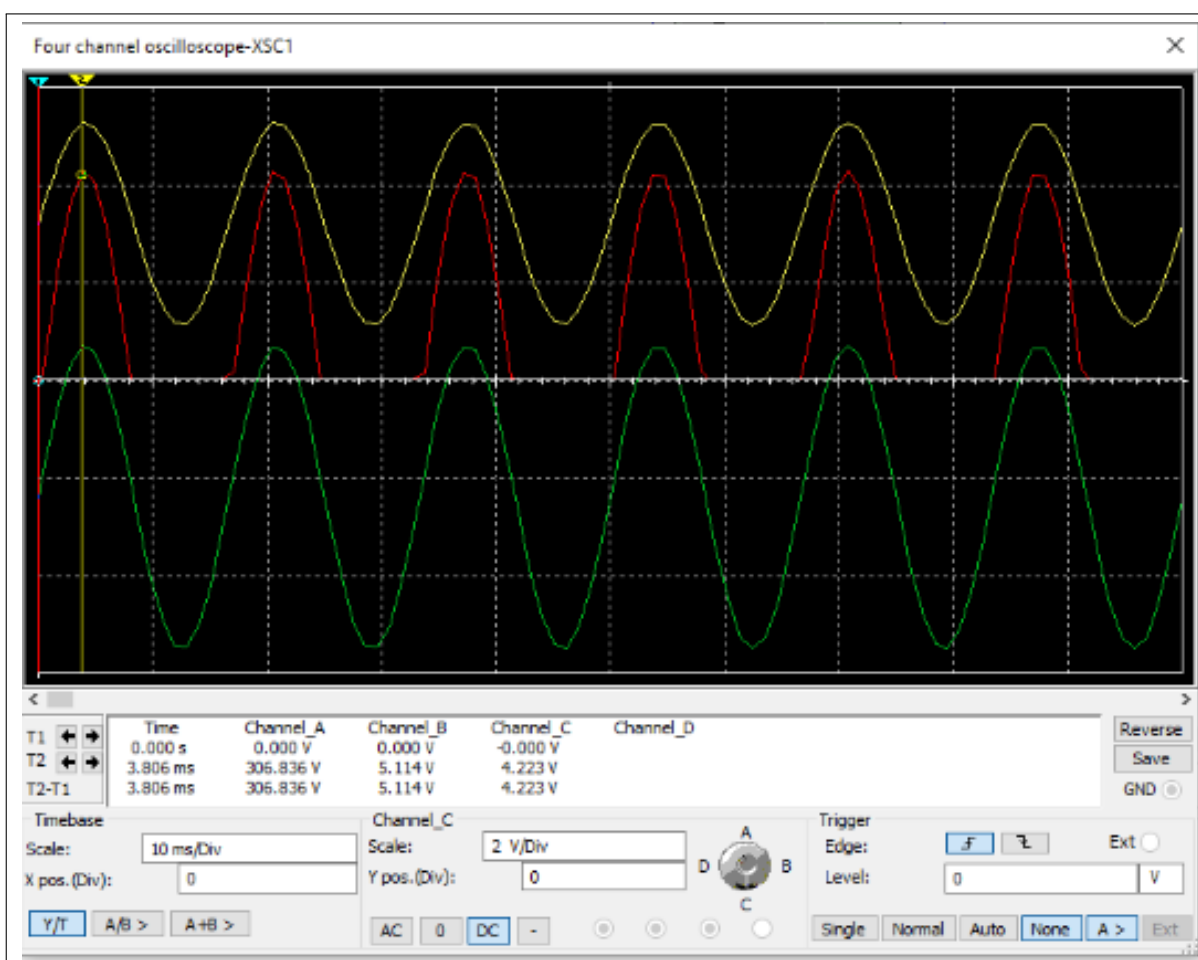


Figura 12 – Osciloscópio: Circuito retificador de meia onda D

Através da imagem 12, é possível observar que a linha em verde representa a onda do sinal de entrada primário, já a linha amarela é o sinal de entrada transformado, ou seja, o sinal secundário. Já a linha em vermelho, representa o sinal de saída do circuito.

Com a tabela 4 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resul-

tados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos, com uma pequena diferença devido a aproximação.

Quadro 4 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02

Modelo\Variáveis	Tensão Pico primária	Tensão Pico secundária	Tensão pico de saída	Tensão pico média
Calculado	311V	5.18V	4.48V	1.426V
Simulado	306.256V	5.104V	4.28V	1.426V

3.2 CIRCUITO RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA

3.2.1 Circuito A

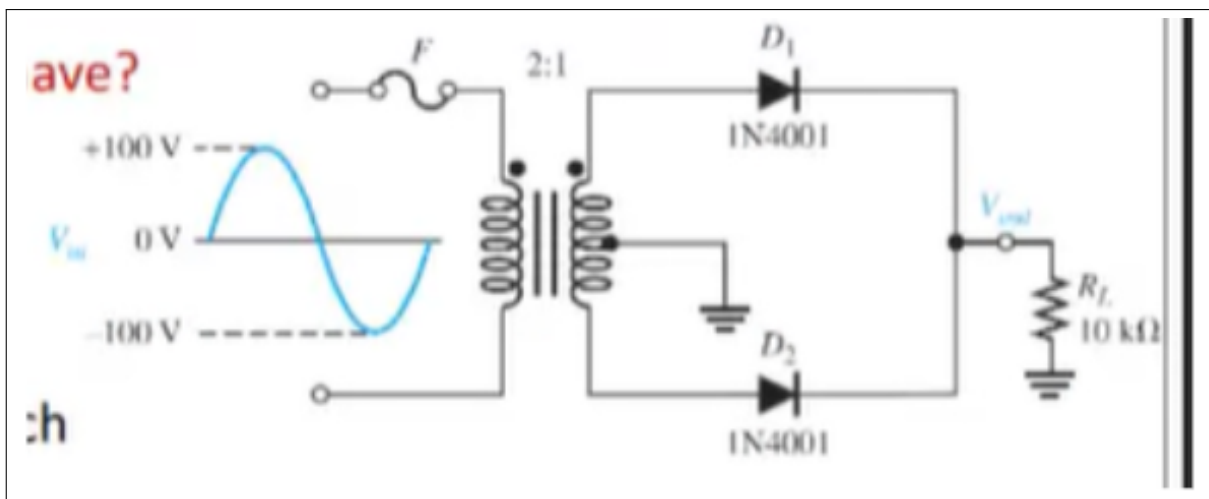


Figura 13 – Retificador - Onda Completa A

Circuito A

$$V_f = 100V$$

$$n = \frac{1}{2}$$

$$\text{Tensão de pico de entrada no } 2^\circ = V_p * 100 * \frac{1}{2} = 50V$$

$$\text{Tensão de pico na saída} = 50V * 0.5 - 0.7V = 24.3V$$

$$\text{Tensão média ou DC de saída} = \frac{2V_p}{\pi} = 15.46V$$

Resolução: Circuito Exercício A

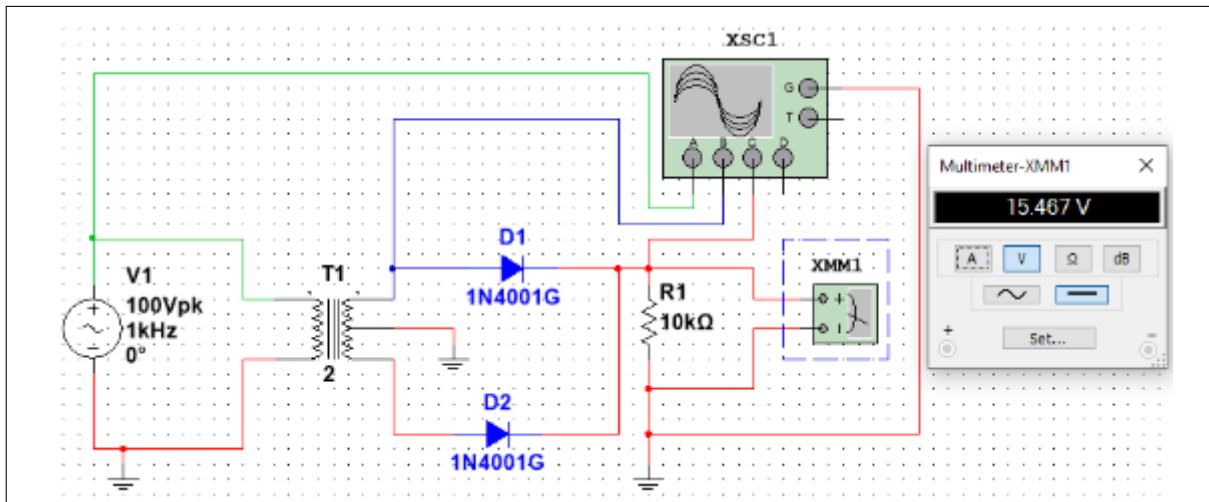


Figura 14 – Simulação: Circuito onda completa A

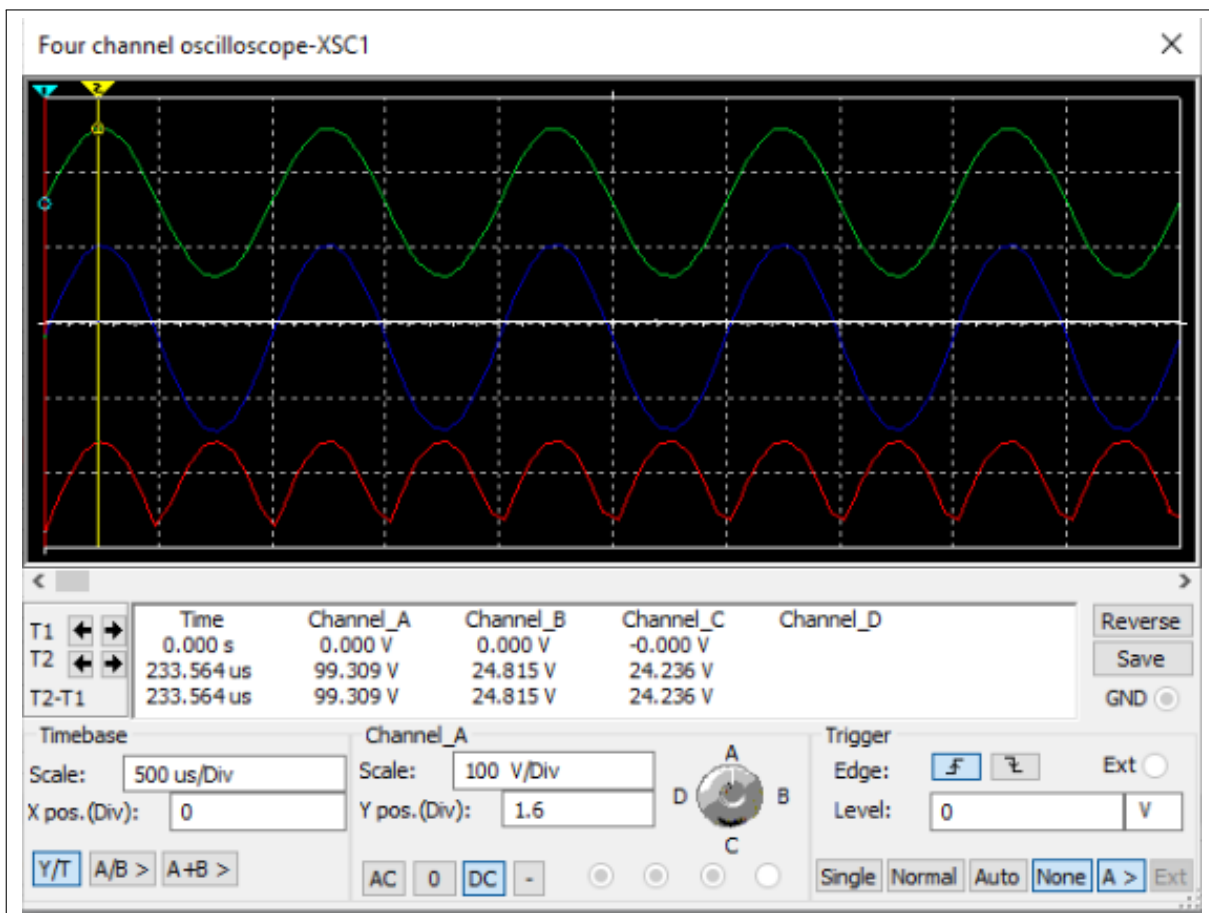


Figura 15 – Osciloscópio: Circuito retificador de onda completa A

Através da imagem 15, podemos observar que as ondas em verdes são a de tensão de entrada, na qual a mesma atinge aproximadamente 100v. A linha azul representa a tensão de entrada na secundária, de aproximadamente 50V, na qual está sendo dividida entre a parte de baixo e a de cima do circuito, sendo aproximadamente 25V para o diodo D1 e 25V para o diodo

D2. A tensão de saída obtida é a tensão sobre o resistor, e o sinal de saída tem o dobro da frequência.

Com a tabela 5 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos, com uma pequena diferença devido a aproximação.

Quadro 5 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito A

Modelo\Variáveis	Tensão Pico primária	Tensão Pico secundária	Tensão pico de saída	Tensão pico média
Calculado	100V	50V	24.38V	15.46V
Simulado	99.309V	49.63V	24.236V	15.46V

3.2.2 Circuito B

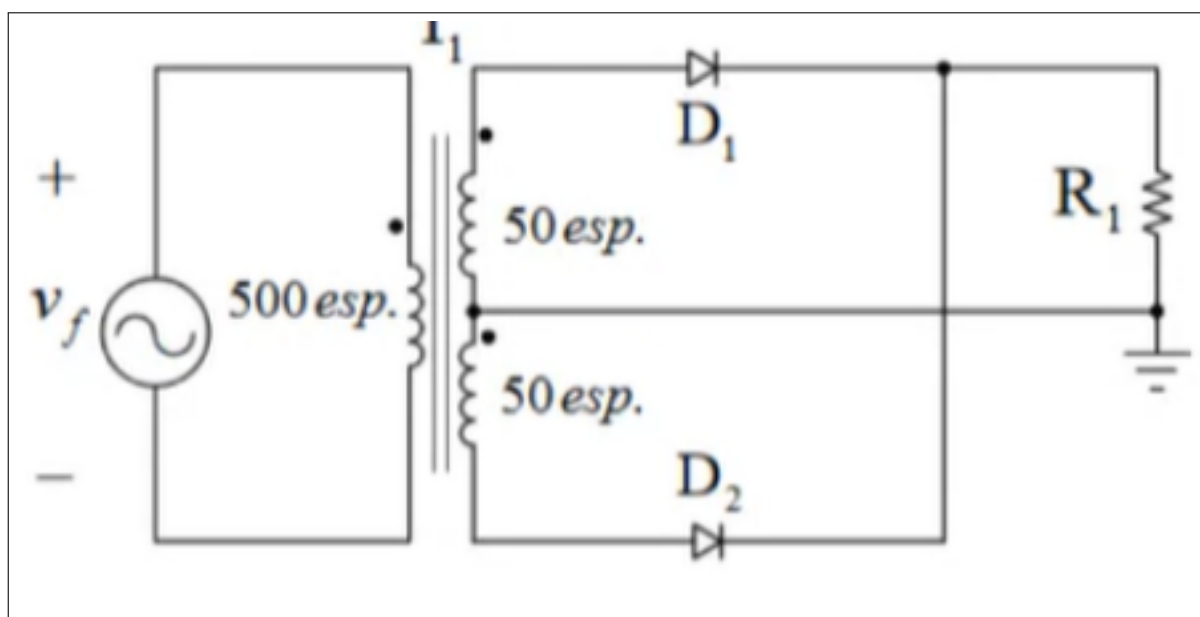


Figura 16 – Retificador - Onda Completa B

Circuito B

$$V_p = 311V$$

$$n = \frac{100}{500} = 0.2$$

$$V_{pico} = V_p * n$$

$$\text{Tensão eficaz no primário de T1: } \frac{311}{\sqrt{2}} = 220V$$

$$\text{Tensão eficaz no secundário de T1: } \frac{E_{ficaz1}}{Fator} \rightarrow 220 * 0.2 = 44V$$

$$\text{Tensão de pico de entrada no secundário: } V_{pico} = 311 * 0.2 \simeq 62.2V$$

$$\text{Tensão média na saída: } \frac{2 * V_{pico}(saída)}{\pi} \simeq 19.35V$$

$$\text{Tensão de pico na saída: } \frac{V_{pico}}{2} - 0.7 = 30.4V$$

$$\text{Tensão reversa sobre o diodo: } -(62.2V - 0,7V) = -61.5V$$

$$\text{Corrente média na saída: } \frac{TensaoMdia}{R_{resistencia}} \rightarrow \frac{19.35}{5} \simeq 3.87A$$

Resolução: Circuito Exercício B

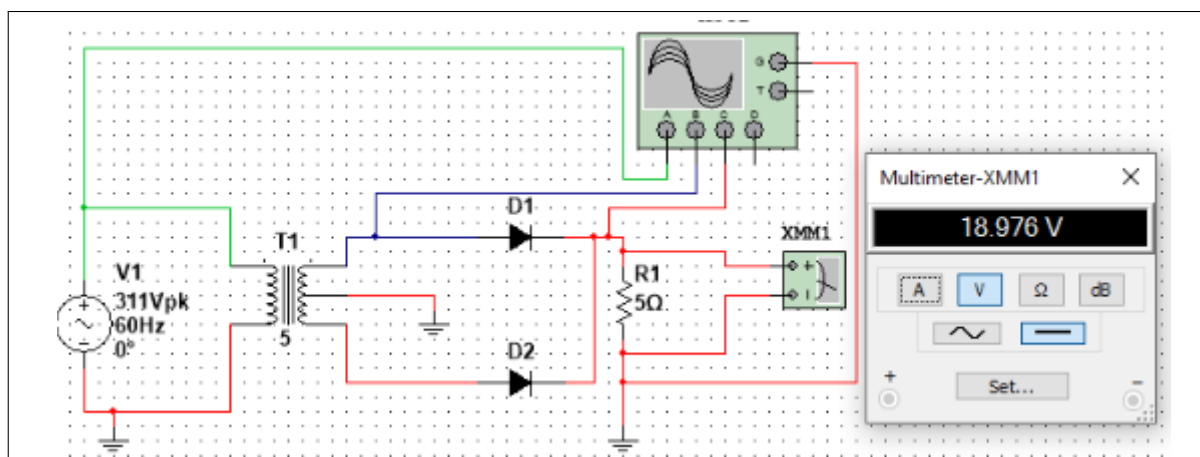


Figura 17 – Simulação: Circuito onda completa B

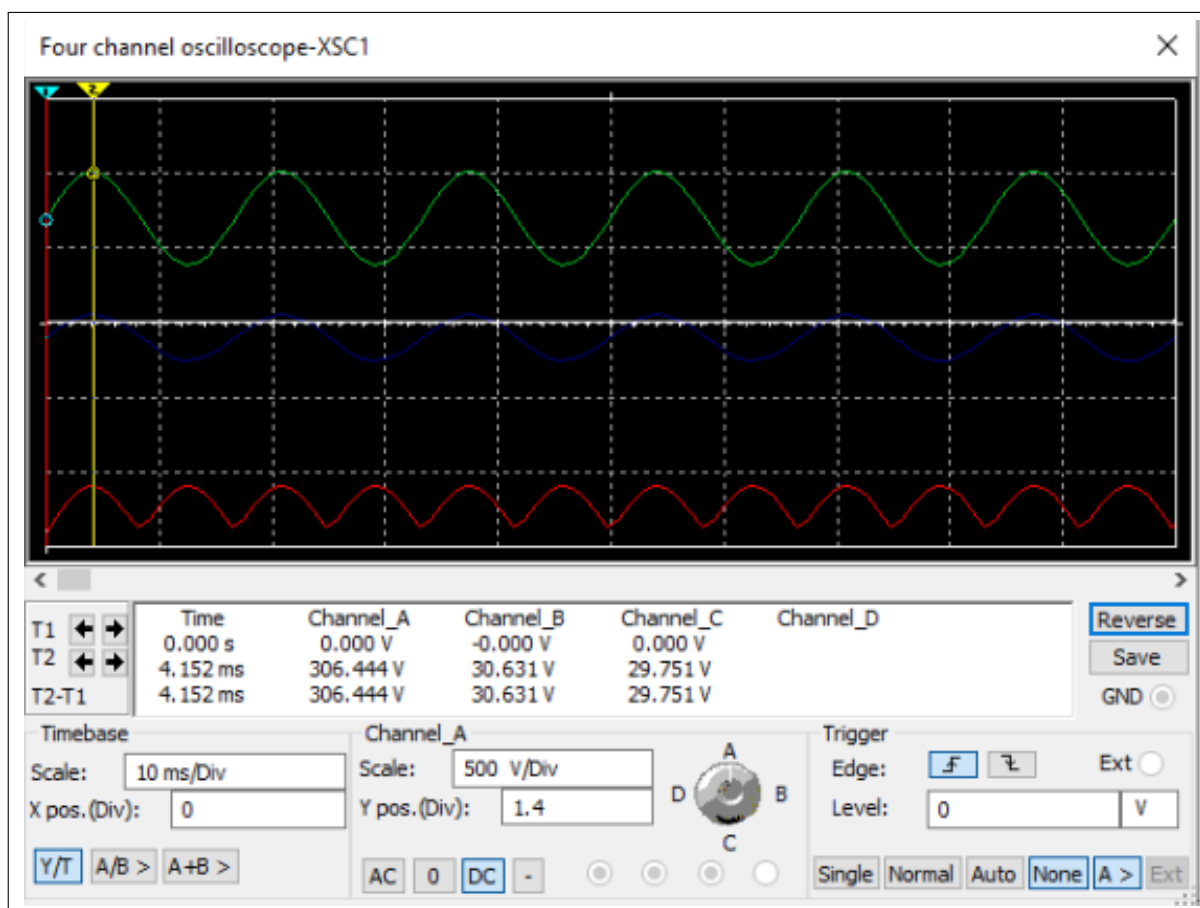


Figura 18 – Osciloscópio: Circuito retificador de onda completa B

Através da imagem 18, podemos concluir que a entrada primária, que é representada pela linha verde, possui aproximadamente 311V, e a linha azul que representa a entrada secundária, possui aproximadamente 62.2V. Essa tensão é apresentada graficamente como sendo 30.631, pois a entrada secundária de 62.2 é dividida entre os dois diodos, sendo aproximadamente 31.1 para cada. A tensão de saída é a tensão sobre o resistor, e o sinal de saída tem o dobro da frequência.

Com a tabela 6 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos, com uma pequena diferença devido a aproximação.

Quadro 6 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito A

Modelo\Variáveis	Tensão Pico primária	Tensão Pico secundária	Tensão pico de saída	Tensão pico média
Calculado	311V	62.2V	30.4V	19.35V
Simulado	306.444V	61.262V	29.751V	18.97V

4 CONCLUSÃO

Neste relatório, foi abordado o funcionamento de circuitos retificadores, na qual fizemos diversas simulações e cálculos para retificadores de meia onda e de ondas completas, além de um com terminal central. Um circuito retificador, ou simplesmente retificador, corresponde aos circuitos elétricos de tensão elaborados para a conversão de corrente alternada em corrente de passagem.

Aprendemos que um retificador de meia onda é um tipo simples de retificador feito com diodo simples que é conectado em série com carga. Para pequenos níveis de potência, este tipo de circuito retificador é comumente usado. Durante a metade positiva da entrada CA, o diodo torna-se polarizado para frente e as correntes começam a fluir através dele. Durante a metade negativa da entrada AC, o diodo torna-se polarizado inversamente e a corrente para de fluir através dele. Devido ao alto conteúdo de ondulação na saída, este modelo de retificador é raramente usado com carga resistiva.

Também podemos concluir que um retificador de onda central com onda completa utiliza dois diodos e um transformador com enrolamento secundário com derivação central. O fluxo de corrente através da carga não muda, mesmo quando a polaridade da tensão muda. Um retificador de onda completa converte toda a forma de onda de entrada em uma polaridade constante (positiva ou negativa) na saída, invertendo as partes negativas (ou positivas) da forma de onda de entrada. As porções negativas ou positivas são então combinadas com o inverso positivo ou negativo para produzir uma forma de onda parcialmente negativa ou positiva. Existem retificadores de onda completa por dois diodos com transformador de ponto médio e o tipo de retificador de onda completa ponte dupla de Graetz. A corrente obtida na saída dos retificadores não é propriamente contínua e está longe de ser constante e aceitável, o que a tornaria inutilizável para a maioria das aplicações eletrônicas. Para evitar essa desvantagem, a filtragem é realizada para eliminar a ondulação do sinal pulsado retificado.