



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE
COMPUTADORES

ELECTRÓNICA DE POTÊNCIA

Conversor CA/CC Monofásico Comandado de Onda Completa

Rectificador de onda completa totalmente comandado e semi-comandado

João Bernardo Sequeira de Sá	n.º 68254
Maria Margarida Dias dos Reis	n.º 73099
Rafael Augusto Maleno Charrama Gonçalves	n.º 73786
Nuno Miguel Rodrigues Machado	n.º 74236

Turno de Segunda-feira das 17h00 - 20h00

Lisboa, de Novembro de 2015

Índice

1	Introdução	2
2	Condução do Trabalho	3
2.1	Retificador de onda completa totalmente comandado	3
2.1.1	Carga resistiva pura (R)	3
2.1.2	Carga indutiva RL	4
2.2	Retificador de onda completa semi-comandado	5
2.2.1	Carga indutiva RL	5
3	Simulação	7
3.1	Circuitos de Potência usados	7
3.1.1	Retificador de onda completa com comando total e carga resistica, R . . .	8
3.1.2	Retificador de onda completa com comando total e carga RL	9
3.1.3	Retificador de onda completa com comando parcial e carga RL	10

1 Introdução

Este trabalho laboratorial é uma continuação do trabalho 2A em que se estudou o conversor CA/CC (retificador) de meia onda comandado e semi-comandado monofásico. Desta vez o objetivo é compreender o funcionamento do retificador monofásico comandado de onda completa.

Este trabalho está separado em duas partes; na primeira estuda-se o funcionamento do conversor totalmente comandado e na segunda o semi-comandado.

Aquilo que distingue o retificador de onda completa do de meia onda é a presença de 4 tiristores, tal como pode ser observado na Figura 1, em oposição a apenas 1 tiristor como se tinha no retificador de meia onda.

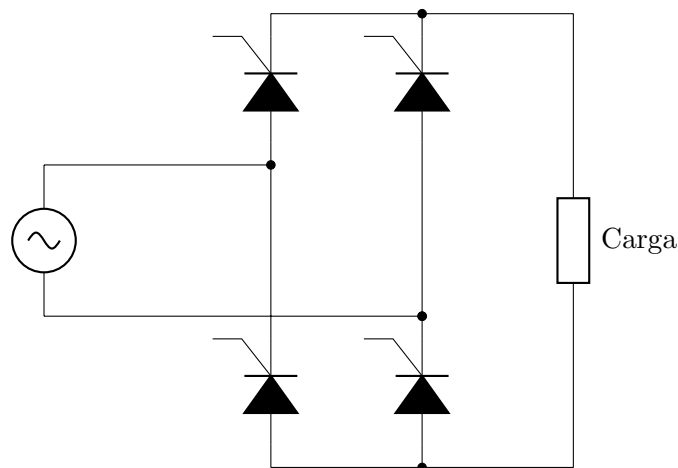


Figura 1: Esquema do retificador de onda completa monofásico comandado.

O funcionamento desta topologia depende de qual o par de tiristores que está a conduzir a uma dada altura. Fazendo uso da nomenclatura da Figura 1 observa-se que T1 e T2 podem ser disparados durante a alternância positiva da tensão de entrada, sendo que T4 e T3 podem ser disparados durante a alternância negativa [1]. Para o primeiro caso tem-se que o ângulo de disparo, α , pode variar entre 0 e π onde para o segundo caso se faz uso de $\alpha + \pi$. Tal como já foi visto no trabalho anterior a altura em que um tiristor entra ao corte depende do momento em que a corrente aos terminais deste passa por zero, pelo que o funcionamento para uma carga puramente resistiva difere do de uma carga indutiva.

Espera-se assim que as formas de onda para a tensão e corrente numa carga indutiva seja tal como se vê na Figura 2.

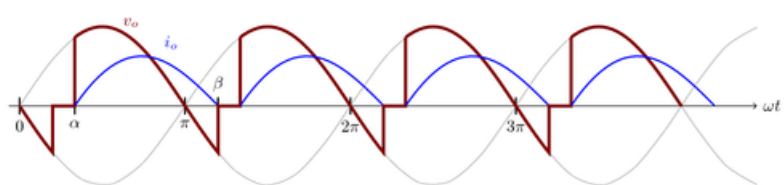


Figura 2: Formas de onda para carga indutiva.

O resultado é que, ao contrário do retificador de meia onda, tanto para a alternância positiva da tensão de entrada, como para a negativa, se irá ter corrente na carga; obtém-se um

comportamento desta corrente muito mais próximo do contínuo e um conteúdo harmónico substancialmente inferior. Observa-se também que devido a isto, o valor médio da corrente na entrada será zero.

Para a segunda parte do trabalho tem-se um retificador semi-comandado, onde se substitui dois dos retificadores por dois díodos. Isto pode ser feito caso a carga não exija inversão da tensão aos seus terminais, sendo neste caso imposição da topologia que a tensão de saída tenha sempre o mesmo sinal, devido à presença dos díodos.

2 Condução do Trabalho

2.1 Retificador de onda completa totalmente comandado

2.1.1 Carga resistiva pura (R)

2.1.1.1 Formas de onda da tensão e corrente na entrada

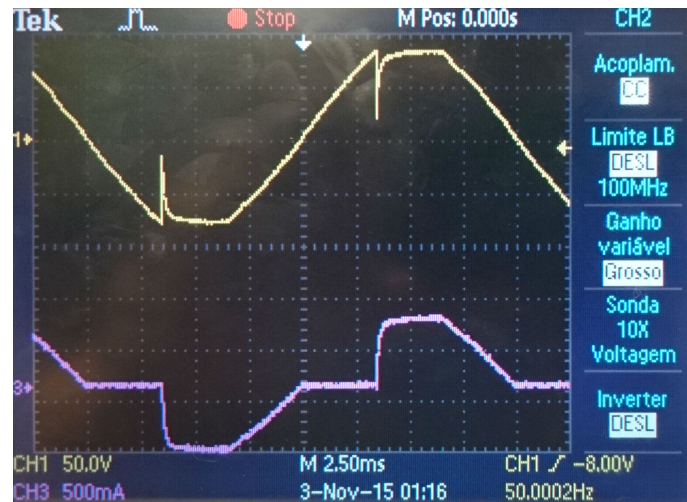


Figura 3: Tensão (a amarelo) e corrente (a rosa) na entrada.

2.1.1.2 Formas de onda da tensão e corrente na carga



Figura 4: Tensão (a azul) e corrente (a rosa) na carga.

2.1.1.3 Formas de onda da tensão e corrente no tiristor

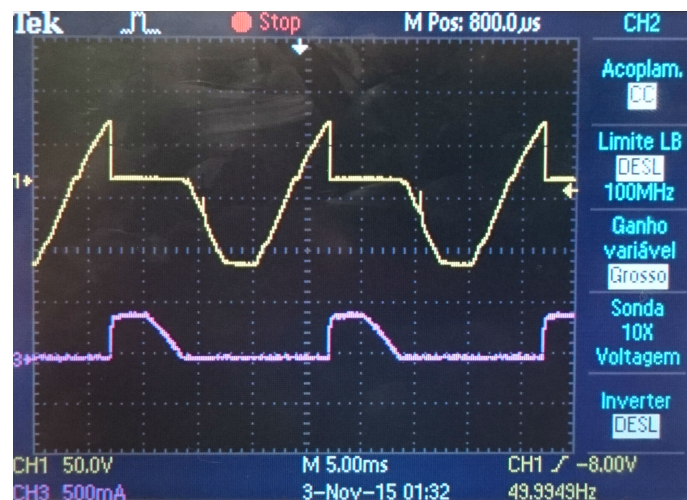


Figura 5: Tensão (a amarelo) e corrente (a rosa) no tiristor.

2.1.1.4 Característica de comando do conversor

2.1.2 Carga indutiva RL

2.1.2.1 Formas de onda da tensão e corrente na carga para funcionamento lacunar

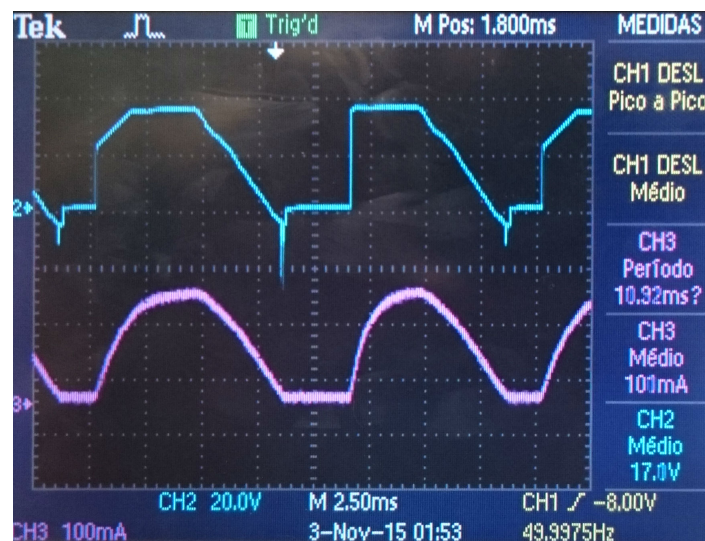


Figura 6: Tensão (a azul) e corrente (a rosa) na carga.

2.1.2.2 Formas de onda da tensão e corrente no tiristor

dizer por-
que razão
a tensão
na carga
é negativa
por algum
tempo

tensão me-
dida na
carga

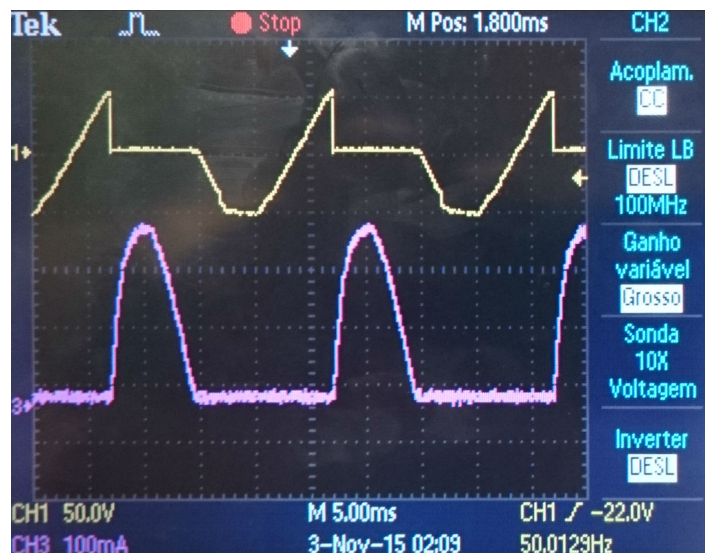


Figura 7: Tensão (a amarelo) e corrente (a rosa) no tiristor.

2.1.2.3 Formas de onda da tensão e corrente para funcionamento não lacunar

2.1.2.4 Característica de comando do conversor

2.2 Retificador de onda completa semi-comandado

2.2.1 Carga indutiva RL

2.2.1.1 Formas de onda da tensão e corrente na entrada

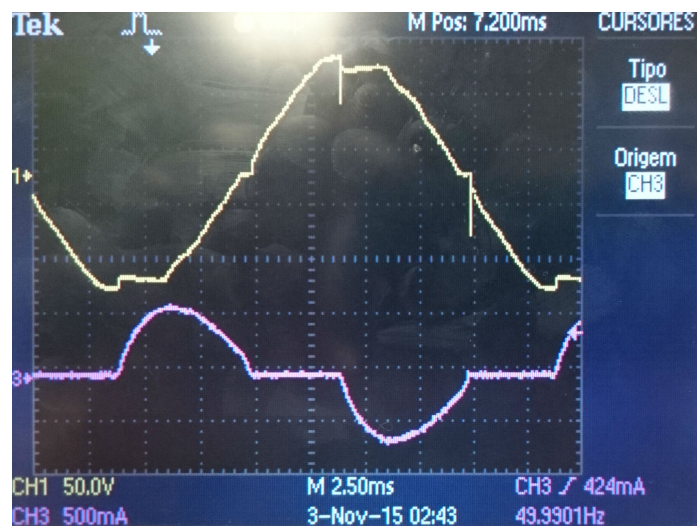


Figura 8: Tensão (a amarelo) e corrente (a rosa) na entrada.

2.2.1.2 Formas de onda da tensão e corrente na carga

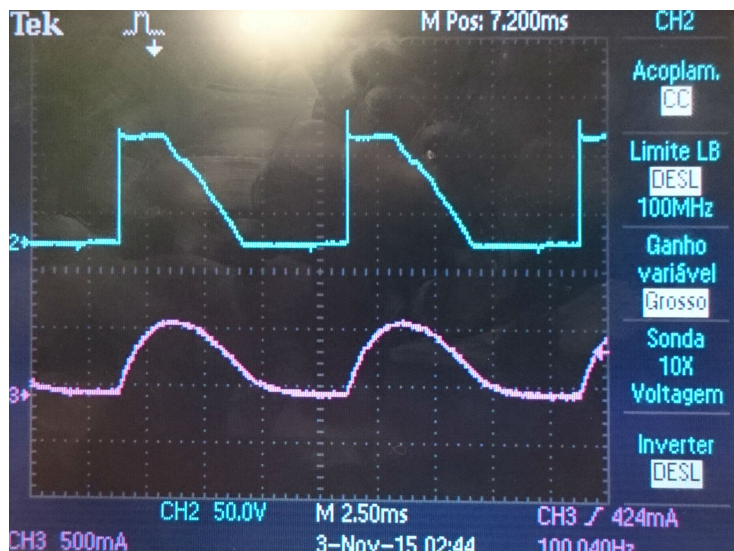


Figura 9: Tensão (a azul) e corrente (a rosa) na carga.

2.2.1.3 Formas de onda da tensão e corrente no tiristor



Figura 10: Tensão (a amarelo) e corrente (a rosa) no tiristor.

2.2.1.4 Característica de comando do conversor

porque
razão a cor-
rente na
carga nunca
é negativa

valor médio
da tensão na
carga para
ângulo de
disparo de
60°

dizer se é
possível uti-
lizar este
circuito para
controlar a
velocidade
de um mo-
tor CC com
travagem
regenerativa

que tipo de
filtro utili-
zaria para
exigências

3 Simulação

3.1 Circuitos de Potência usados

Neste projeto foi utilizado três circuitos de potência, retificador de onda completa total comandado com carga resistiva e com carga RL . E um retificador de onda completa semi-comandado com carga RL .

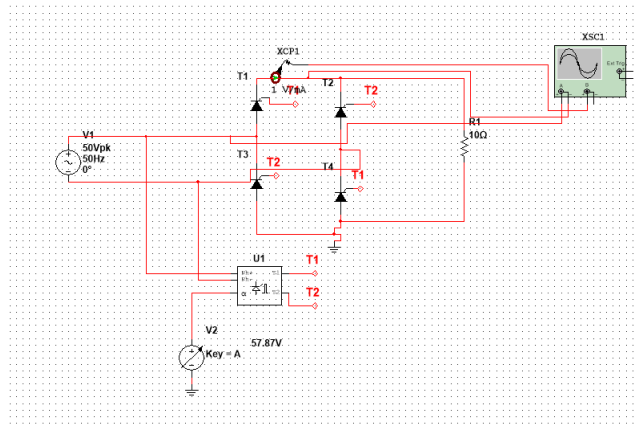


Figura 11: Retificador de onda completa com comando total e carga resistiva, R .

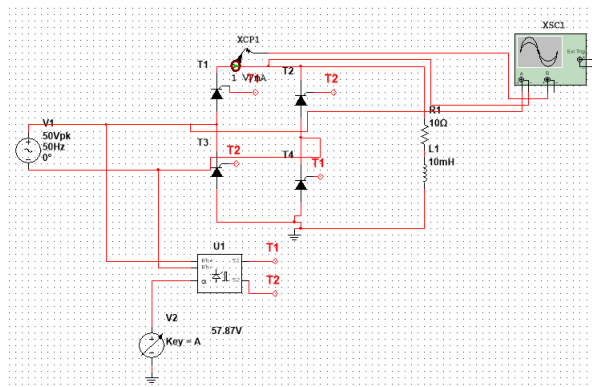


Figura 12: Retificador de onda completa com comando total e carga RL .

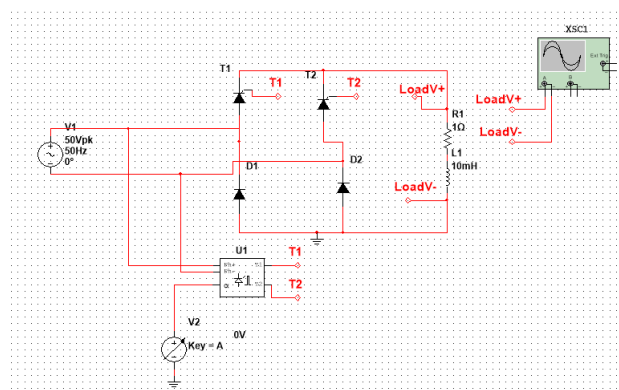


Figura 13: Retificador onda completa com comando parcial e carga RL .

É importante referir que para simulação do circuito de disparos definiu-se que iria ser utilizado um *drive* que impulsos com uma frequência de $50Hz$, pode-se controlar o ângulo de disparo com uma fonte DC interativa. Na figura 14 esta representado o sinal do gerador de impulsos com a tensão de entrada.

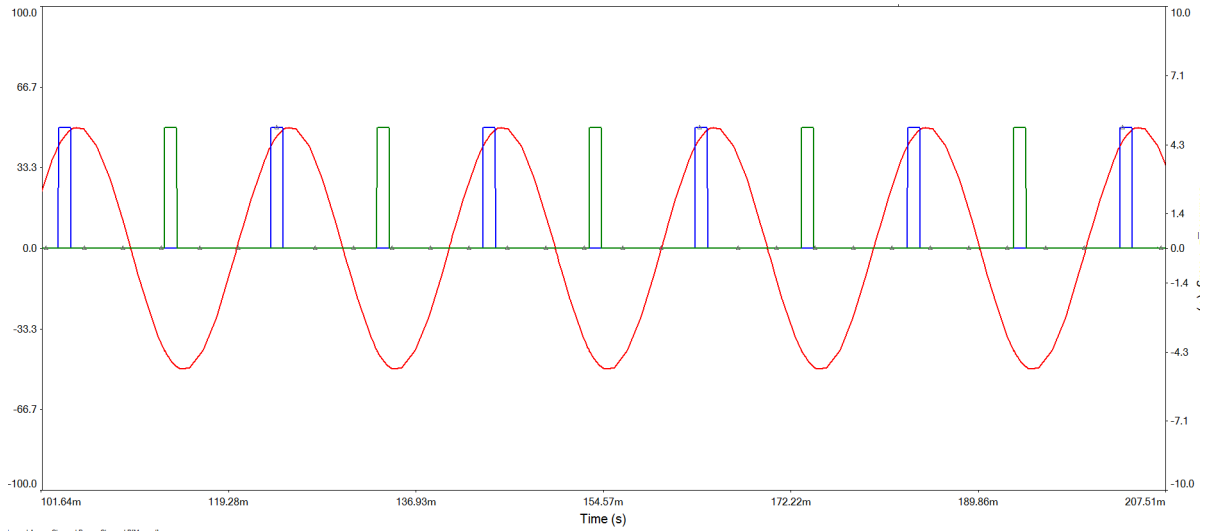


Figura 14: Tensão de entrada (sinal vermelho) e sinal do drive do tiristor (sinal azul) como também o seu complementar (sinal a verde).

3.1.1 Retificador de onda completa com comando total e carga resistiva, R

A figura 15 está representado as formas de onda para a tensão e corrente de entrada.

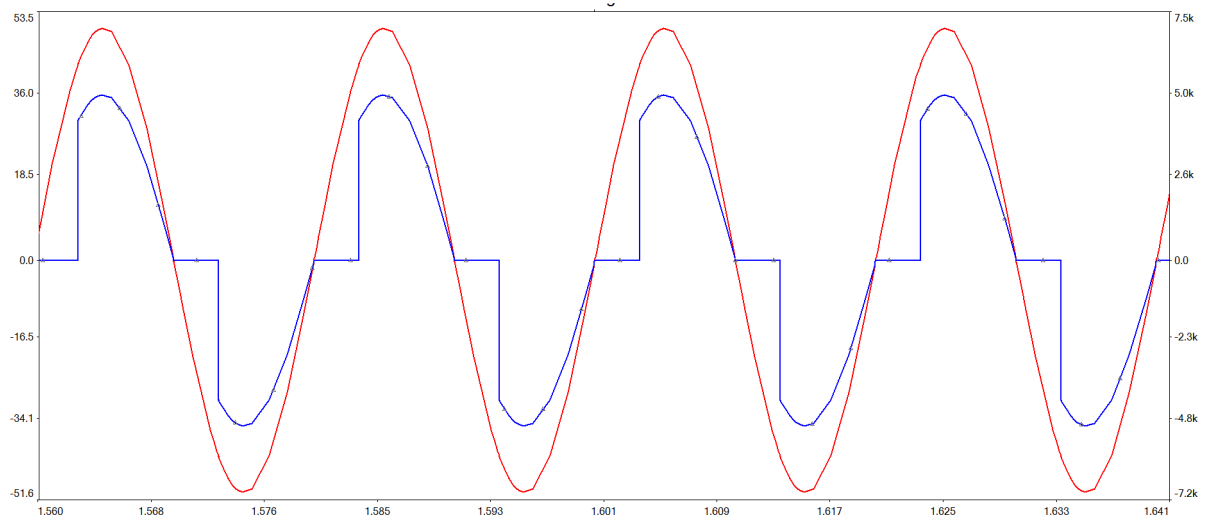


Figura 15: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de entrada.

As formas de onda referente a saída/carga do dispositivo podem ser visualizadas na figura seguinte.

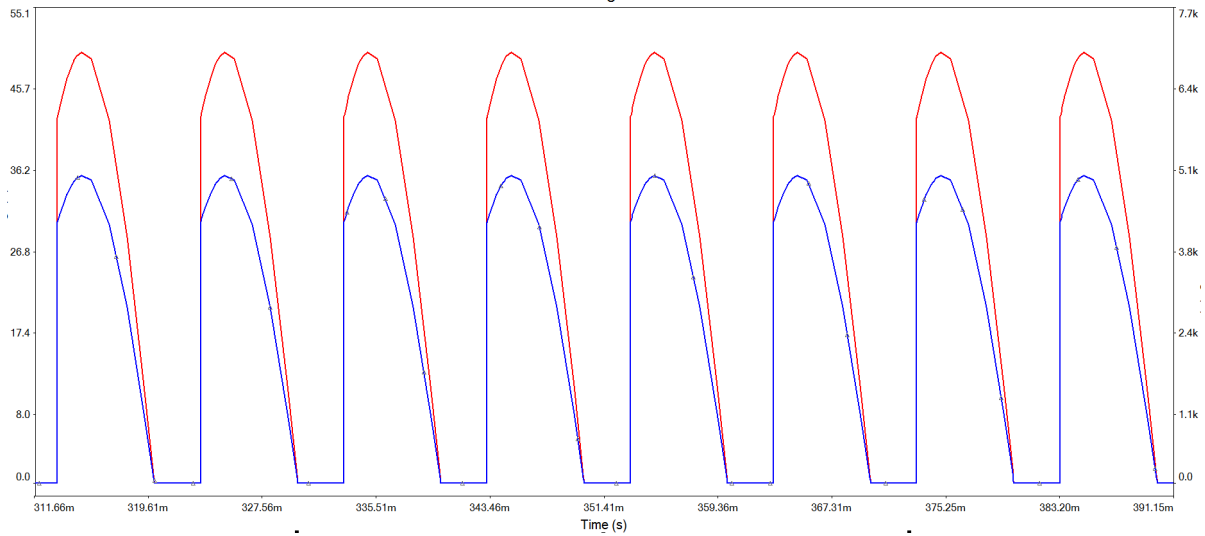


Figura 16: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de saída.

Já as formas de onda da tensão e da corrente podem ser visualizadas na figura 17

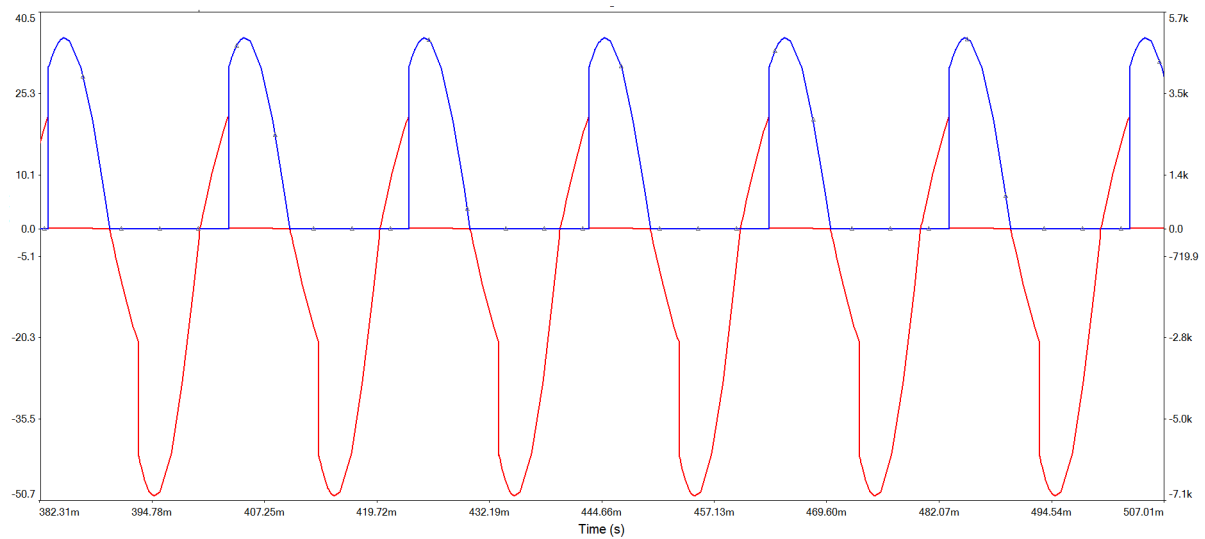


Figura 17: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) do tiristor.

3.1.2 Retificador de onda completa com comando total e carga RL

De igual forma é importante visualizar o comportamento da tensão e da corrente no dispositivo com uma carga RL . É de referir que os sinais à saída estão representados na figura 18 e para o tiristor está representado na figura 19.

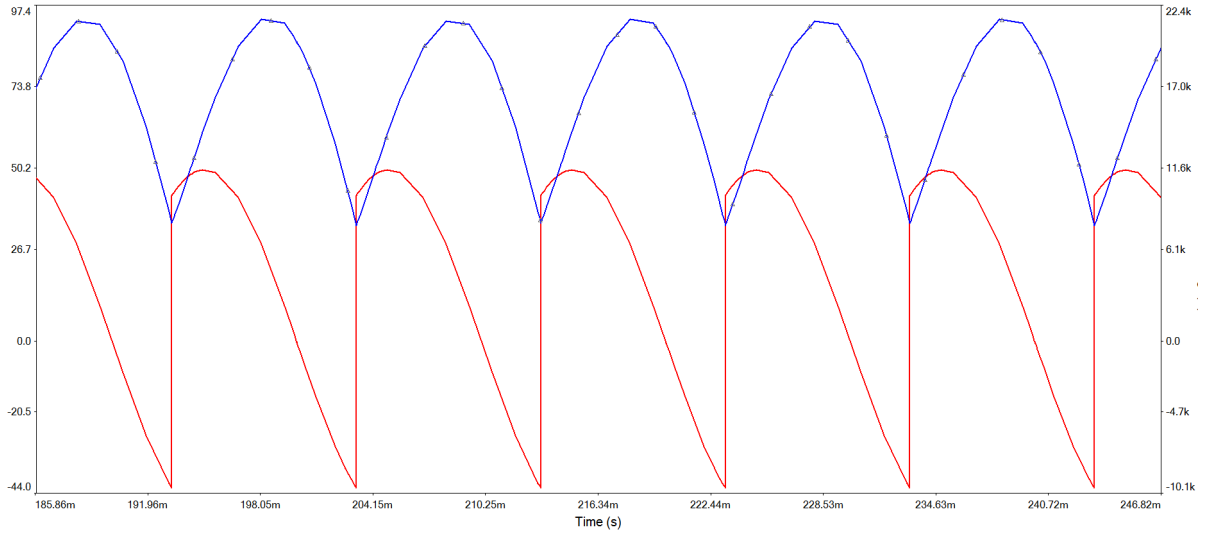


Figura 18: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de saída.

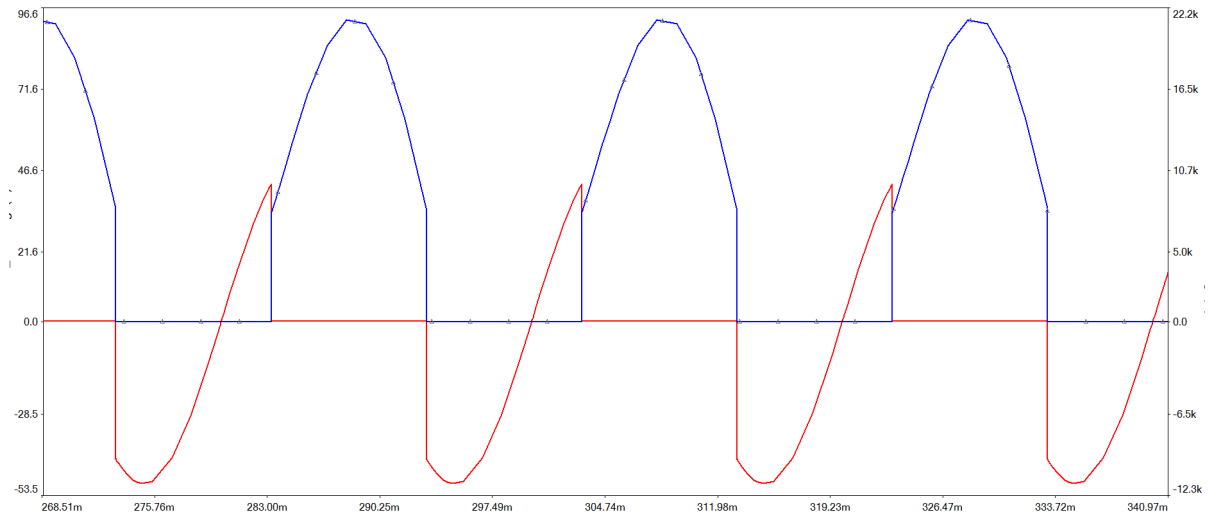


Figura 19: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de tiristor.

3.1.3 Retificador de onda completa com comando parcial e carga RL

De igual forma é importante visualizar o comportamento da tensão e da corrente no dispositivo com uma carga RL e diodo roda livre. É de referir que os sinais à saída estão representados na figura 20 e para o tiristor está representado na figura 21.

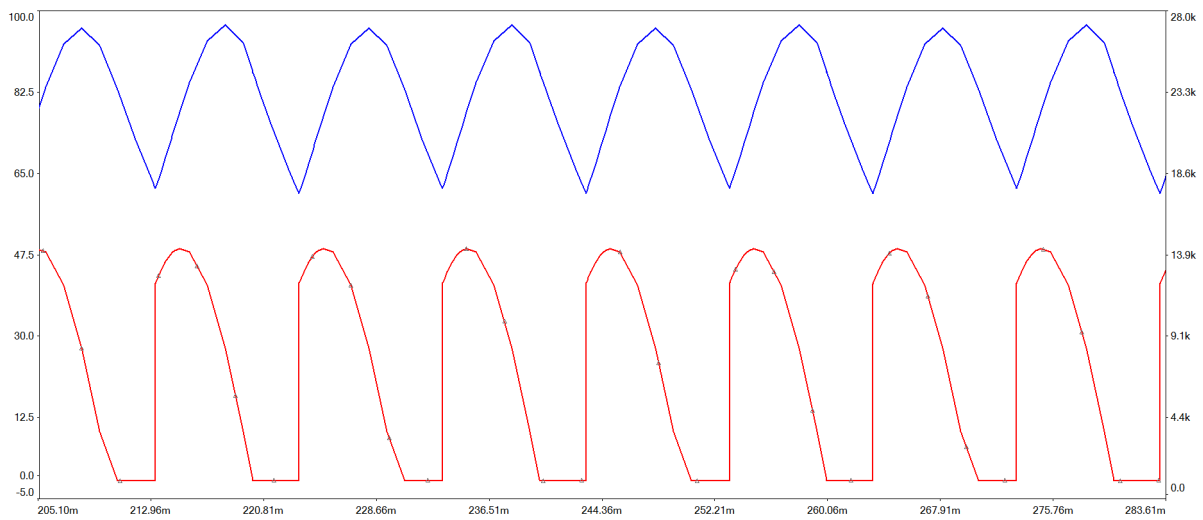


Figura 20: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de saída.

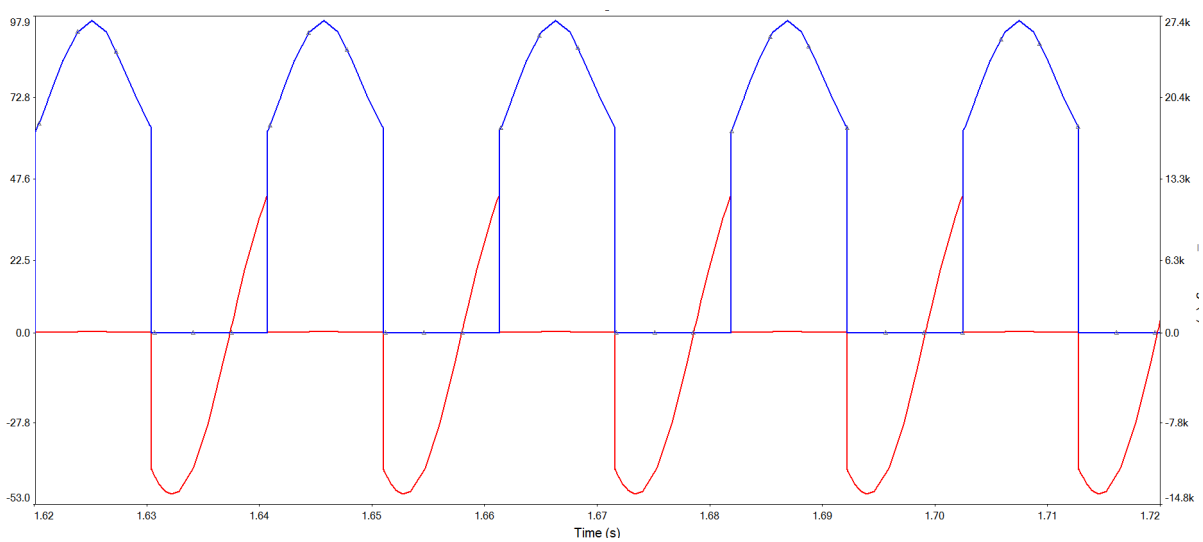


Figura 21: Tensão (sinal vermelho) e corrente (sinal azul) de tiristor.

Referências

- [1] Silva, Fernando (1998), Eletrônica Industrial, Fundação Calouste Gulbenkian