

Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Eletrónica de Potência em Acionamentos



2021/2022 – 1º Semestre

Relatório

Retificador em ponte

Professor: Pedro Pereira

Turno: P1

Data: 14/11/2022

Identificação

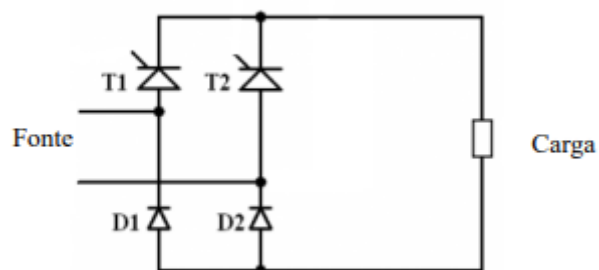
Nome	Número
Joaquim Lopes	58182
Simão Costa	56810
Matheus Brito	57003
Diogo Delgado	64062

Índice

1- Introdução.....	3
2- Dimensionamento	4
3- Simulação	6
4- Escolha dos componentes	8
5- Conclusões.....	8
6- Anexos.....	8

1- Introdução

Este trabalho tem como objetivos o estudo, dimensionamento e a avaliação experimental de um retificador AC-DC controlado, monofásico em ponte, como representado na figura abaixo



O retificador será alimentado através de uma fonte alternada sinusoidal de valor eficaz 12 V, à frequência de 50 Hz. A carga a considerar deverá ser puramente resistiva de valor 10 Ω .

Especificações de dimensionamento:

- ângulo de disparo: 30 graus
- valor máximo de pico-a-pico para a tensão de saída: 10%
- valor máximo de pico-a-pico para a corrente de saída: 10%

Após a montagem no Simulink:

Ramo RLC esquerda $R=0$; $L=0$; $C=$

Ramo RLC direita $R=10\Omega$; $L=3\text{mH}$; $C=0$;

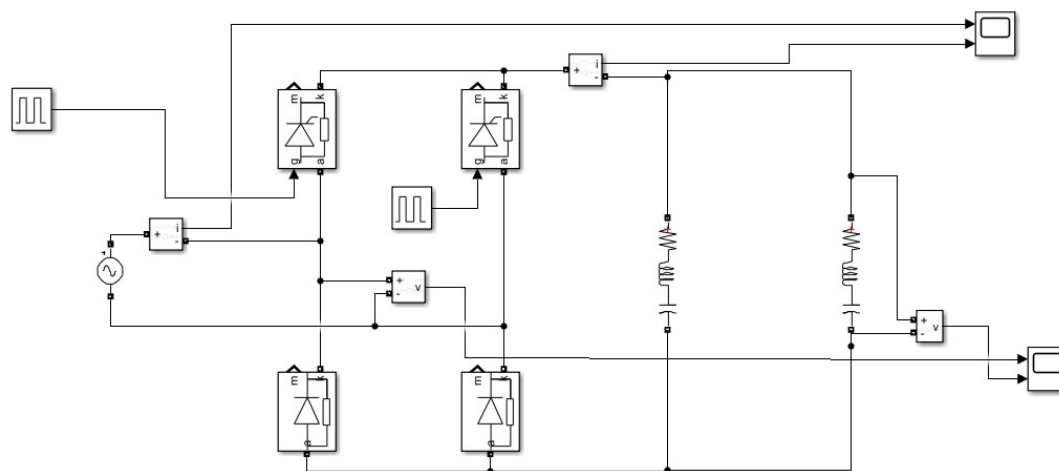


Figura1- Montagem Simulink do Circuito

2- Dimensionamento

Nesta seção apresenta-se o dimensionamento dos elementos que constituem o retificador, onde será considerado que os tirístores e díodos são ideais, ou seja, não têm nenhuma queda de tensão aos seus terminais.

$$U_{ripple}(máxima) = 1,69705 V$$

$$I_{ripple}(máxima) = 0,169705 A$$

$$U_{in}(t) = \sqrt{2} \times 12 \times \text{sen}(wt) = 16,971 \text{ sen}(314,159t)$$

$$U_{in}(t_1) = 15,2735 \quad (=) \quad t_1 = 3,5643 \text{ ms}$$

$$\sigma = RC = 10C$$

Para obter o valor de C, fizemos o seguinte cálculo:

$$U_c(t) = 16,971 \times e^{-\frac{t-5*10^{-3}}{RC}}$$

$$U_c(10 * 10^{-3} + t_1) = 16,971 \times e^{-\frac{13,5643*10^{-3}-5*10^{-3}}{10C}} \quad <=> \quad C = 8,13mF$$

$$U_{out} = 16,971 \text{sen}(314.159t) , 3.5643 \leq t \leq 5 \text{ (ms)}$$

$$U_{out} = 16,971 e^{-\left(\frac{t-5*10^{-3}}{0,0813}\right)} , 5 \leq t \leq 13.5643 \text{ (ms)}$$

$$I_{out} = \frac{U_{out}}{R} = \frac{16,971}{10} = 1,6971A$$

Esta função terá de ser aproximada por serie de fourrier:

$$U_{out}(t)=a_0+a_1\cos(1\omega t)+\dots+a_n\cos(n\omega t)+b_1\sin(1\omega t)+\dots+b_n\sin(n\omega t)$$

Em que $\omega=2\pi f$

E os coeficientes são dados por:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_a^b f(x) dx$$

$$a_n = \frac{1}{T/2} \int_a^b f(x) \times \cos\left(\frac{n\pi x}{T/2}\right) dx$$

$$b_n = \frac{1}{T/2} \int_a^b f(x) \times \sin\left(\frac{n\pi x}{T/2}\right) dx$$

Cáculamos até os coeficientes de ordem 4 e obtemos:

$a_0=16,1499$; $a_1=-0,3464$; $a_2=0,2624$; $a_3=-0,1629$; $a_4=0,07$;

$b_1=-0,5094$; $b_2=0,1108$; $b_3=0,0323$; $b_4=0,0750$;

Temos também que:

$$V_{out} = L \frac{di_{out}}{dt} + 10i_{out} \Leftrightarrow \frac{di_{out}}{dt} = \frac{V_{out} - 10i_{out}}{L}$$

Os coeficientes de Fourier, foram introduzidos num script de Matlab, código nos anexos de onde foi retirado o valor da bobina, 3mH.

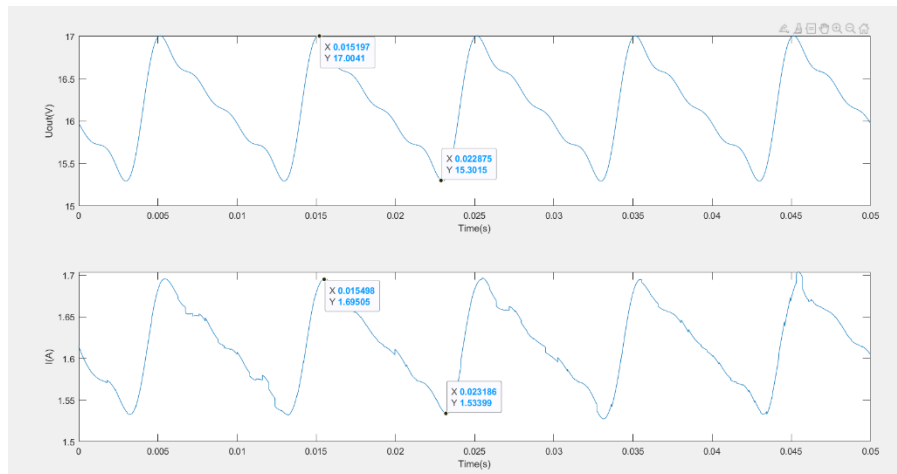


Figura 4- Simulação no Matlab

O controlo dos tirístores será feito com um circuito auxiliar, provavelmente recorrendo a uma placa Arduino que lê o sinal da fonte e dispara os tirístores com um train de impulsos a começar em 30° e a acabar em cerca de 70° (isto pois aos 64° temos os 15,2735V na saída da fonte)

3- Simulação

Nesta secção realizamos simulação do circuito em simulink de forma a verificar o funcionamento no regime forçado

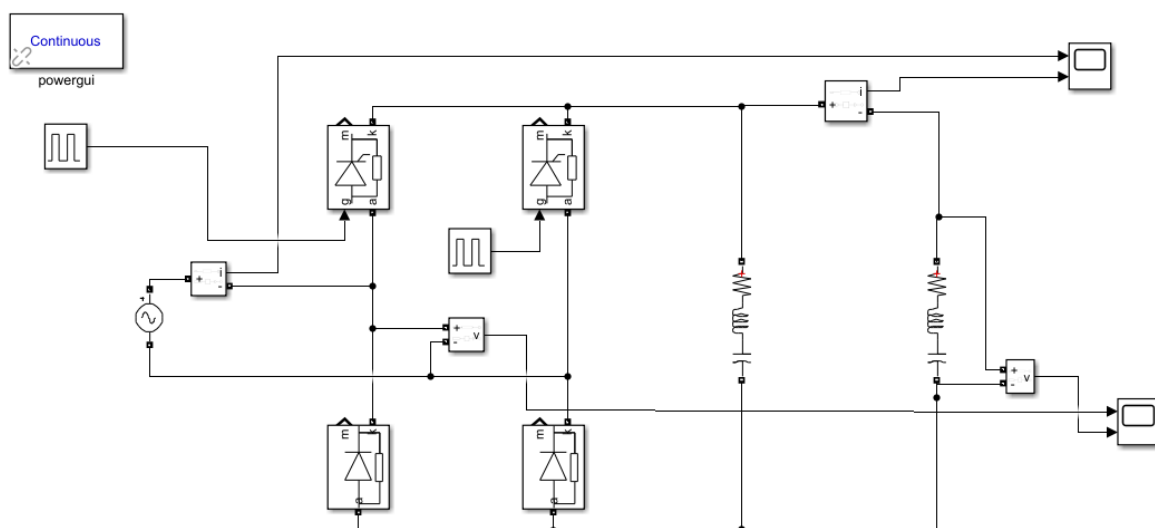


Figura 5- Simulação Simulink

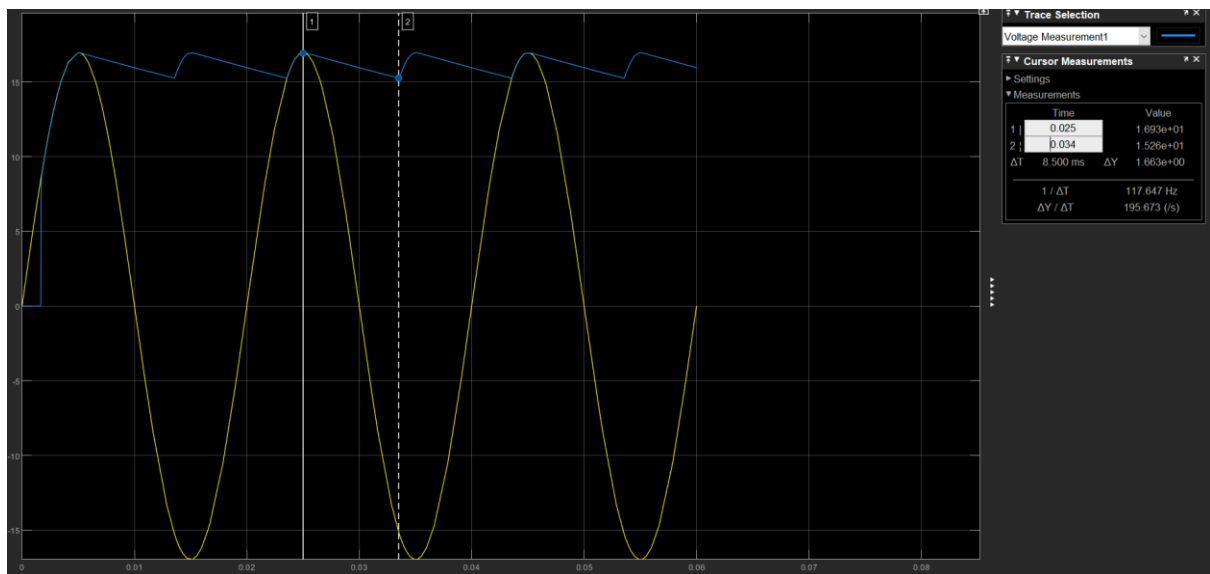


Figura 5 - tensão pico a pico (1,663V)

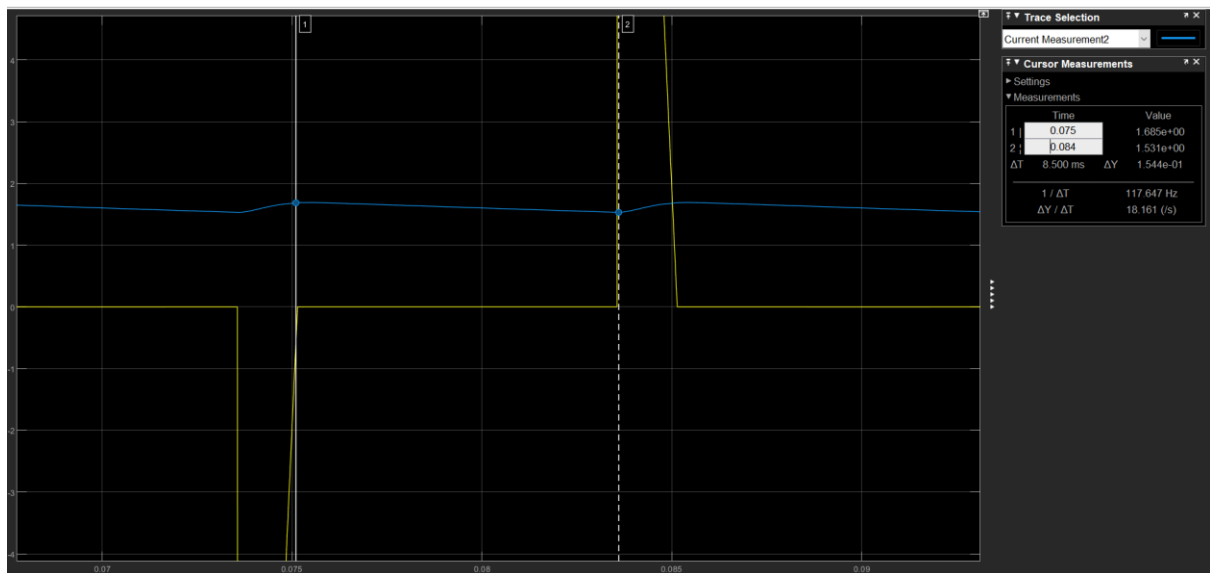


Figura 6 - corrente pico a pico (0,1544A)

4- Escolha dos componentes

Para os díodos vamos optar pelo diodo 1N5821 isto pois este cumpre as especificações, $I_{\text{max}}=3\text{A}$; $V_{\text{pico inversa}}=30\text{V}$; $V_{\text{rms inversa}}=21\text{V}$

Para os tirístores optamos pelos TO-220L da Littelfuse pois tem $I=10\text{A}$; $V_{\text{drms}}=400\text{V}$; $V_{\text{reverseRMS}}=1000\text{V}$;

5- Conclusões

De notar que quando ligamos o sistema, na primeira acorda temos um pico de corrente na fonte que chega aos 4kA e para podermos regular isto podemos colocar uma bobina em serie com a saída regulando este pico, no entanto esta bobina cria um pico de tensão inicial na saída, o qual pode ser reduzido com um condensador em paralelo com esta bobina.

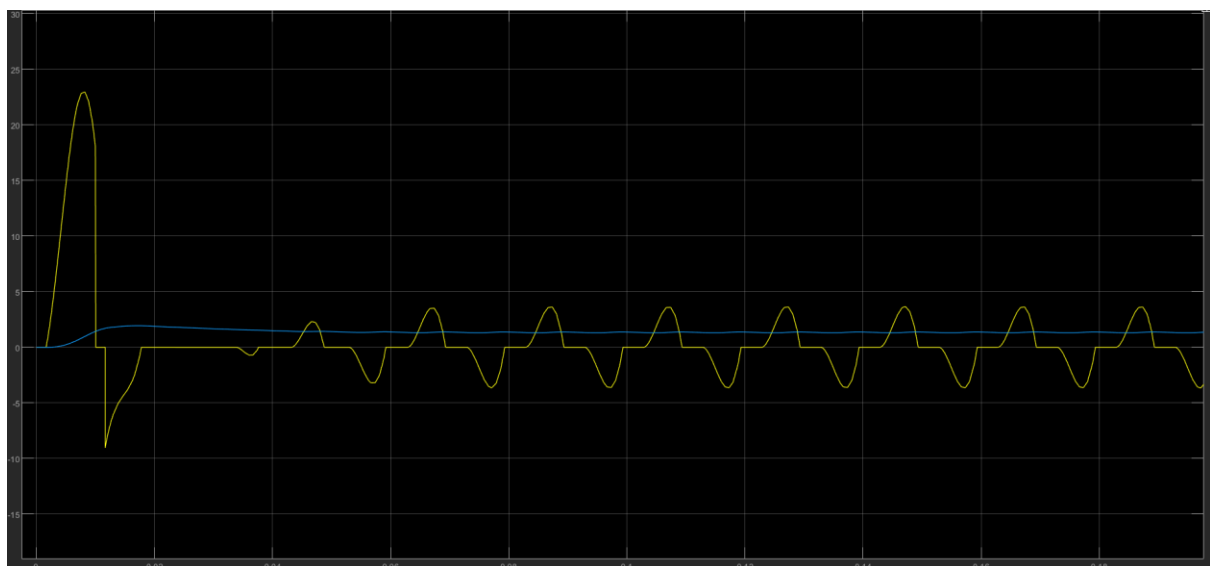
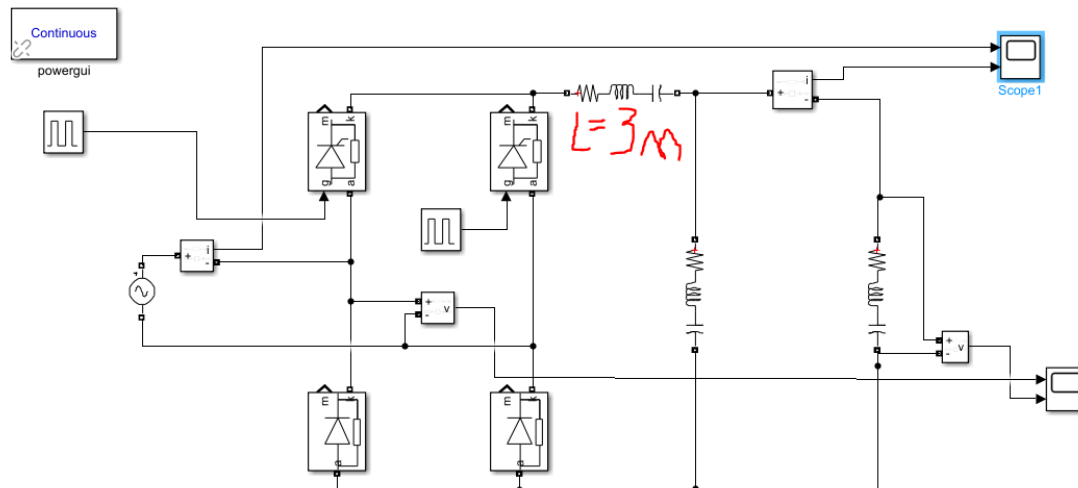
No entanto só conseguimos “livrar-nos” destes picos a custo de uma redução na tensão e correntes médias na carga, como demonstrado nos anexos

6- Anexos

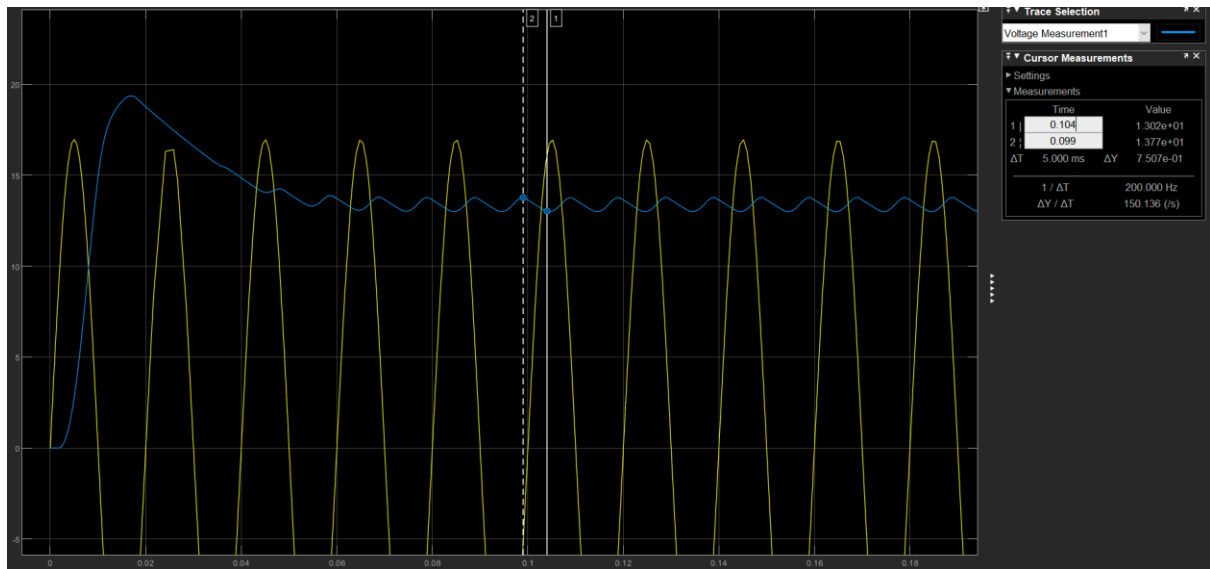
Código Matlab:

```
tspan = 0.0000:0.000001:0.05000;  
Vo = 16.1499;  
R = 10;  
y0 = Vo/R;  
L=0.003;  
  
[t,y] = ode113(@(t,y) 1/L*(16.1499-  
0.3464*cos(628.318*t)+0.2624*cos(2*628.318*t)-  
0.1629*cos(3*628.318*t)+0.07*cos(4*628.318*t)-  
0.5094*sin(628.318*t)+0.1108*sin(2*628.318*t)+0.0323*sin(3*628.318*t)-  
0.0750*sin(4*628.318*t)-10*y), tspan, y0);  
  
Vout=16.1499-0.3464*cos(628.318*t)+0.2624*cos(2*628.318*t)-  
0.1629*cos(3*628.318*t)+0.07*cos(4*628.318*t)-  
0.5094*sin(628.318*t)+0.1108*sin(2*628.318*t)+0.0323*sin(3*628.318*t)-  
0.0750*sin(4*628.318*t);  
figure(1)  
subplot(2,1,1)  
plot(t,Vout),xlabel('Time(s)'),ylabel('Uout(V)')  
subplot(2,1,2)  
plot(t,y),xlabel('Time(s)'),ylabel('I(A)')
```


Limitação dos picos iniciais a custa da corrente e tensão na saída ser menor:



$I_{out} \sim 1.37A$



Vout~13,4V