

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA
EEL 7074 -ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

PATRIK LOFF PERES
20103830
PEDRO AFONSO V. ROLIM
19100422

Aula 6 - Retificador Trifásico com Ponto Médio a Diodos

FLORIANÓPOLIS
2023

1. Introdução

Neste relatório serão apresentados os resultados teóricos, práticos e simulados da experiência de um retificador trifásico com ponto médio a diodos com cargas R e RL. Será feita explanação da parte experimental e análise dos resultados obtidos.

2. Retificador Trifásico com Ponto Médio a Diodos

A figura 1 mostra o circuito retificador trifásico com ponto médio a diodos. O funcionamento do retificador pode ser dividido em 3 etapas de funcionamento, na primeira etapa o diodo D1 conduz a partir da metade do valor de pico da fonte, durante a condução no D1 todos os demais diodos se encontram bloqueando a passagem de corrente, essa etapa ocorre entre $\frac{\pi}{6}$ e $\frac{5\pi}{6}$. A segunda etapa ocorre quando o diodo D2 começa a conduzir ao invés do D1, o qual passa a bloquear a passagem de corrente assim como o D3 durante as duas primeiras etapas. Para a terceira etapa o diodo D3 está conduzindo e os demais bloqueando a corrente. Todos conduzem pelo mesmo período de tempo.

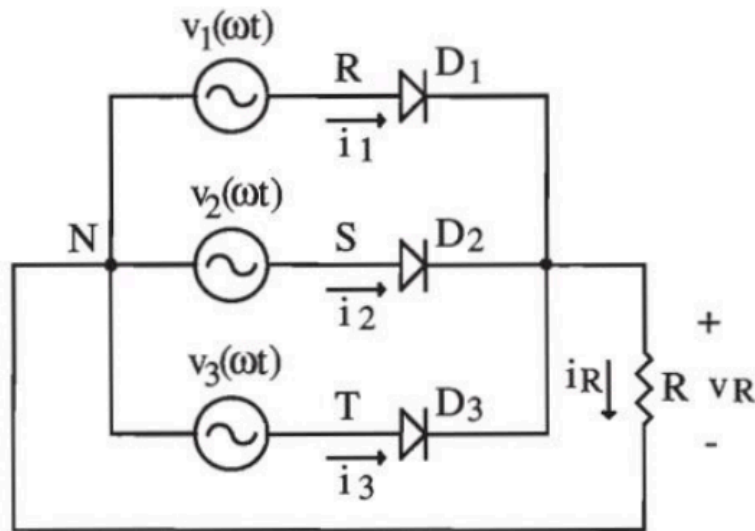


Figura 1. Retificador trifásico com ponto médio a diodo

Para os cálculos teóricos será considerado:

$$V_{sef} = 110V$$

$$V_{sp} = \sqrt{2}V_{sef}$$

$$V_{Lef} = V_{sef}$$

$$V_{Lp} = V_{sp}$$

$$P_L = V_{Lef}I_{Lef}$$

3. Carga R

Para a carga R pura foi utilizado um resistor de $40,8\Omega$, segundo o circuito da figura 2, e os resultados estão na formas de onda e na tabela 1.

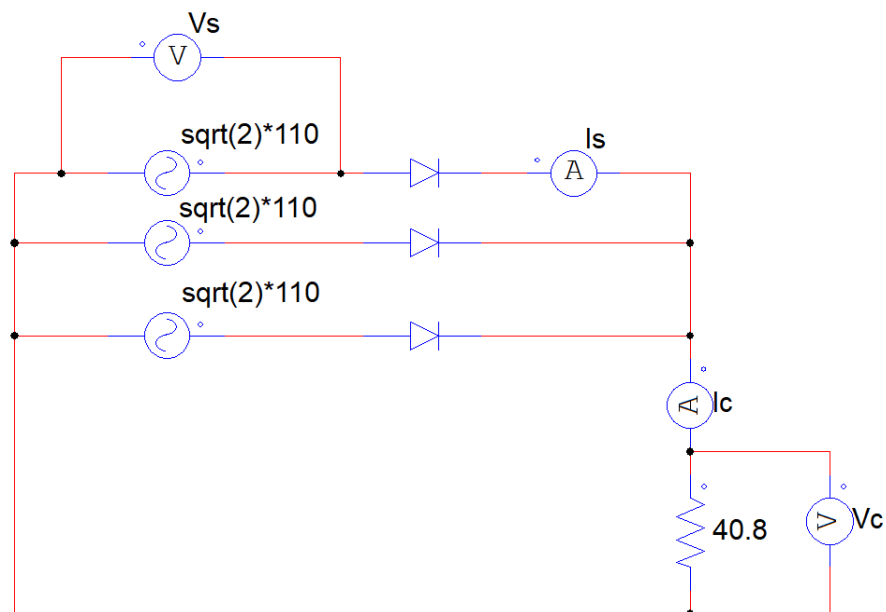


Figura 2. Retificador trifásico com ponto médio a diodo carga resistiva.

Medidas práticas:

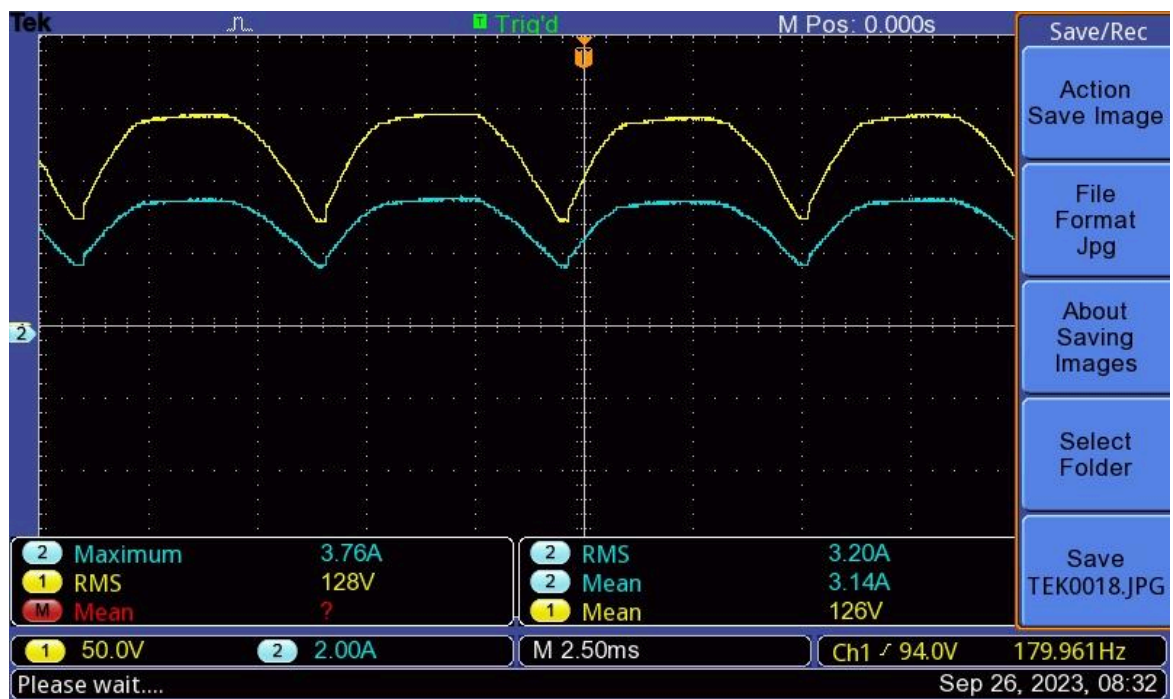


Figura 3. Tensão e corrente medidas na carga.

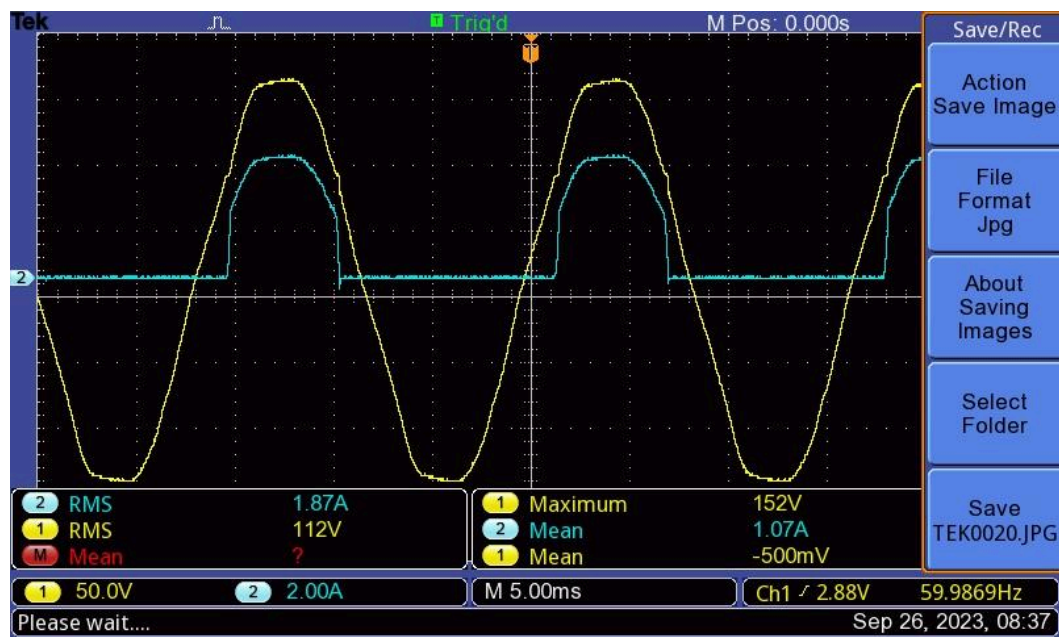


Figura 4. Tensão e corrente medidas na fonte.

Simulação PSIM:

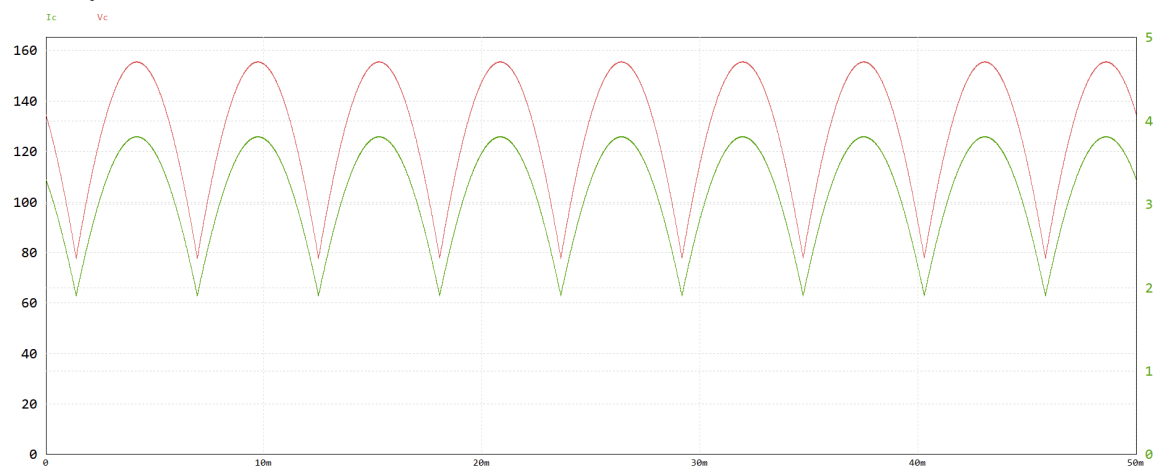


Figura 5. Tensão e corrente medidas na carga.

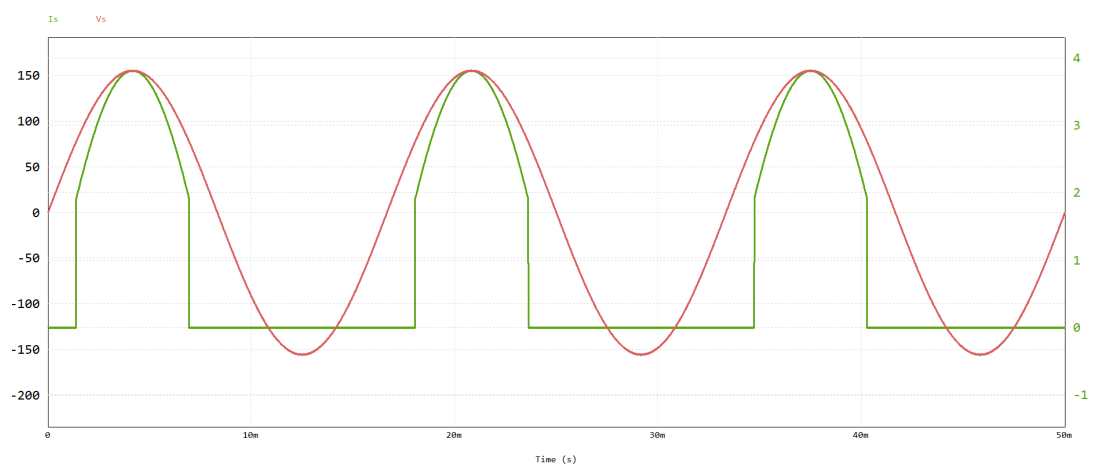


Figura 6. Tensão e corrente medidas na fonte.

Podemos notar no gráfico da figura 3 e 4 que a corrente está em fase com a tensão, em decorrência de termos apenas uma carga resistiva. Podemos notar na figura 3 que a tensão nunca chega a ser nula, sempre uma das fontes tem a tensão superior a ~80V e conduz corrente pela carga, fazendo uma retificação completa.

Para as previsões teóricas foi considerado que:

$$V_{sef} = 110V$$

$$V_{sp} = \sqrt{2} * V_{sef}$$

$$V_{Lmed} = 1,17 * V_{sef}$$

$$I_{Lmed} = \frac{1,17 * V_{sef}}{R} = \frac{V_{Lmed}}{R}$$

$$V_{Lef} = 1,19 * V_{sef}$$

$$I_{Lef} = \frac{1,19 * V_{sef}}{R}$$

$$I_{Def} = 0,59 * I_{Lmed}$$

$$P = R * I_{Lef}^2$$

$$S = 3 * V_{sef} * I_{Def}$$

Tabela de dados carga resistiva:

	Teórico	Simulação	Experimental
V_{sef}	110V	110,18V	111V
V_{sp}	155,53V	155,56V	152V
V_{Lef}	130,9V	130,7V	129V
V_{Lp}	155,53V	155,56V	150V
V_{Lmed}	128,7V	128,63V	126V
I_{Lef}	3,21A	3,2A	3,2A
I_{Lmed}	3,15A	3,15A	3,15A
I_{Def}	1,86A	1,85A	1,84A
S	613,8VA	610,5VA	612,72VA
P_L	420,41W	411,17W	408W
FP	0,685	0,673	0,666

4. Carga RL

Para a carga RL foi utilizado o mesmo resistor de $40,8\Omega$, mas acoplado um indutor de 100mH e posteriormente um indutor de 500mH , segundo o circuito da figura 7, e os resultados estão na formas de onda abaixo e também na tabela

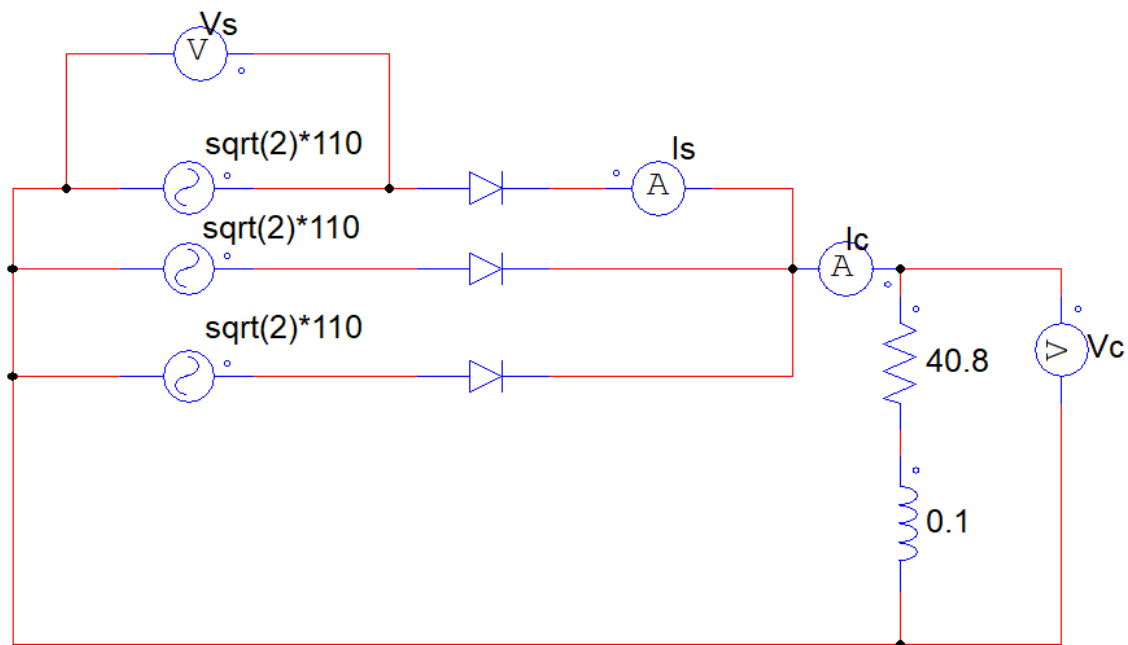


Figura 7. Retificador trifásico com ponto médio a diodo carga RL ($L=100\text{mH}$)

Simulação PSIM:

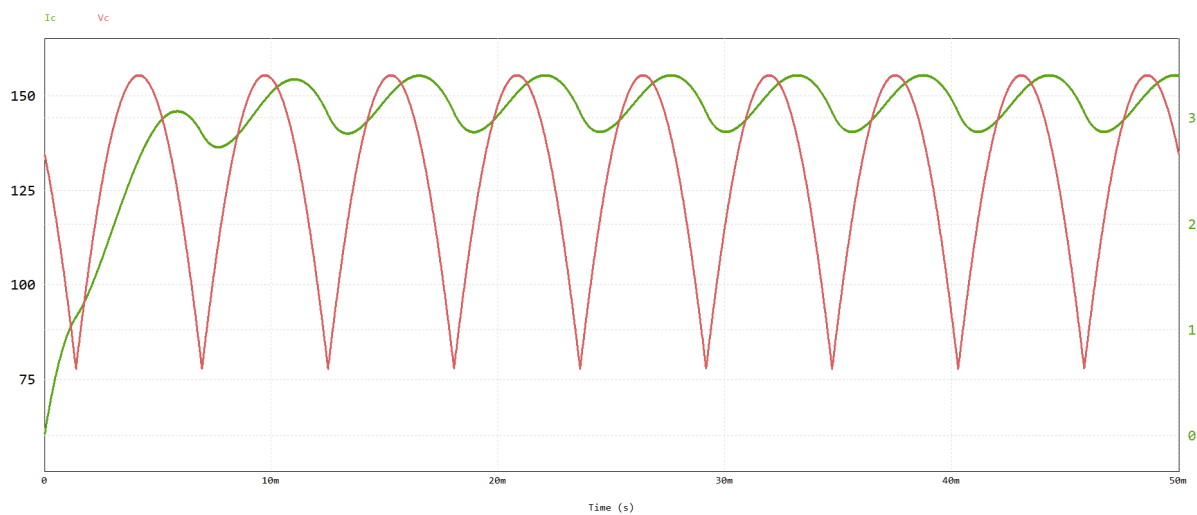


Figura 8. Tensão e corrente medidas na carga ($L=100\text{mH}$).

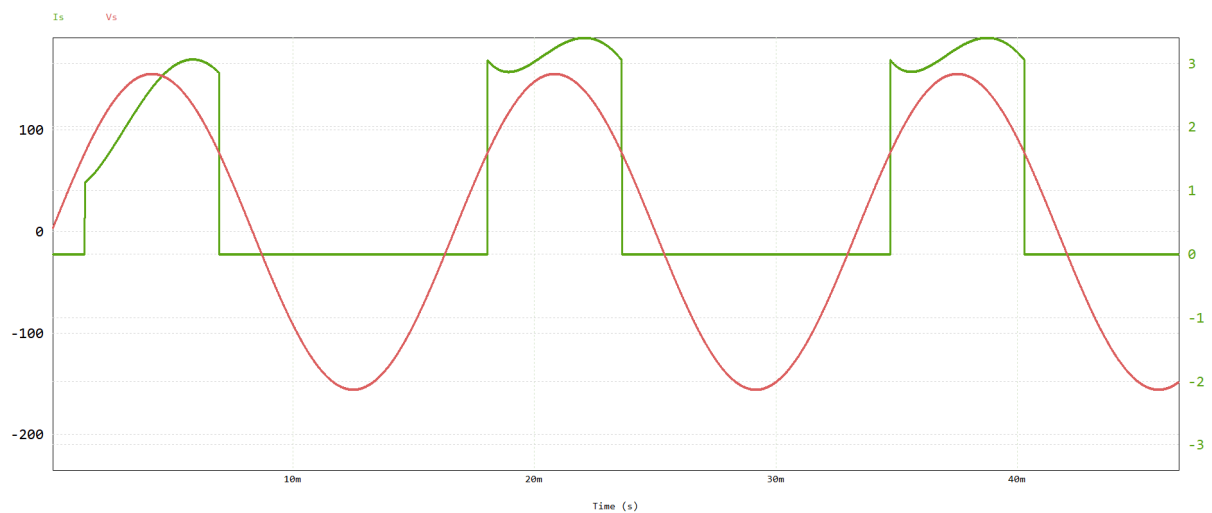


Figura 9. Tensão e corrente medidas na fonte ($L=100\text{mH}$).

Medidas práticas:

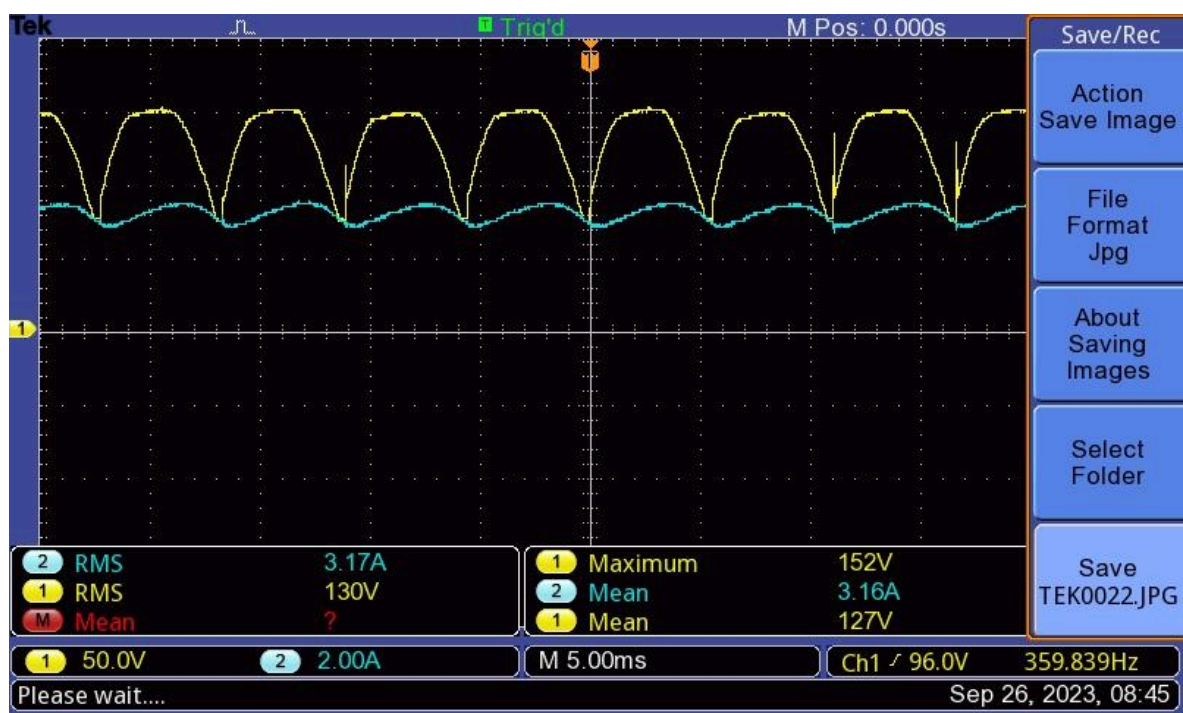


Figura 10. Tensão e corrente medidas na carga RL ($L=100\text{mH}$).

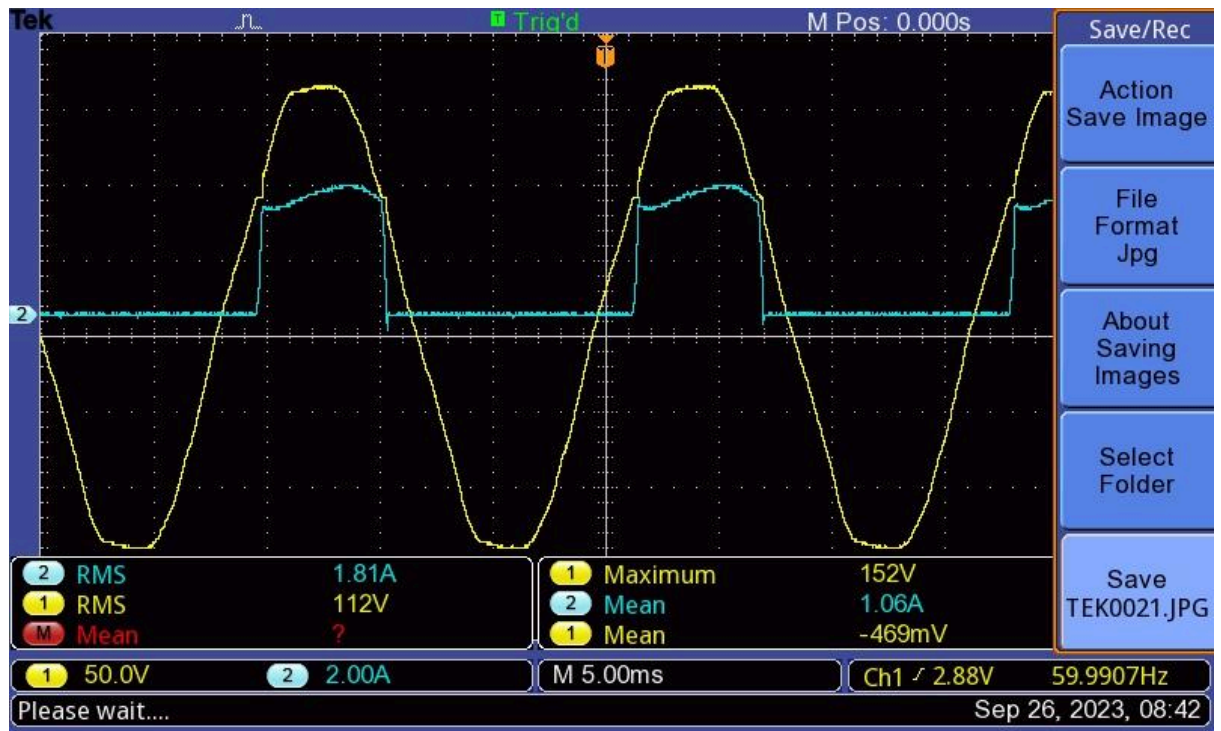


Figura 11. Tensão e corrente medidas na fonte (L=100mH).

Para as previsões teóricas foi considerado que:

$$I_{Lef} = \sqrt{I_{Lmed}^2 + I_{3ef}^2}$$

$$I_{3ef} = \frac{0,3 * V_{Sef}}{\sqrt{2} * \sqrt{R^2 + 9 * \omega^2 * L^2}}$$

$$I_{Def} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}}$$

$$P = R * I_{Lef}^2$$

$$S = 3 * V_{Sef} * I_{Def}$$

Tabela de dados carga RL (L=100mH):

	Teórico	Simulação	Experimental
V_{sef}	110V	114,53V	112V
V_{sp}	155,53V	155,56V	152V
V_{Lef}	130,9V	130,88V	130V
V_{Lmed}	128,7V	128,81V	127V
I_{Lef}	3,16A	3,17A	3,17A
I_{Lmed}	3,15A	3,16A	3,16A
I_{Def}	1,81A	1,9A	1,81A
S	597,3VA	652,82VA	608,16VA
P_L	407,41W	408,77W	402W
FP	0,682	0,626	0,661

Agora vamos trocar o indutor de 100mH por um de 500 mH e refazer o experimentos e calcular e medir os novos valores. O circuito montado se encontra na figura 12.

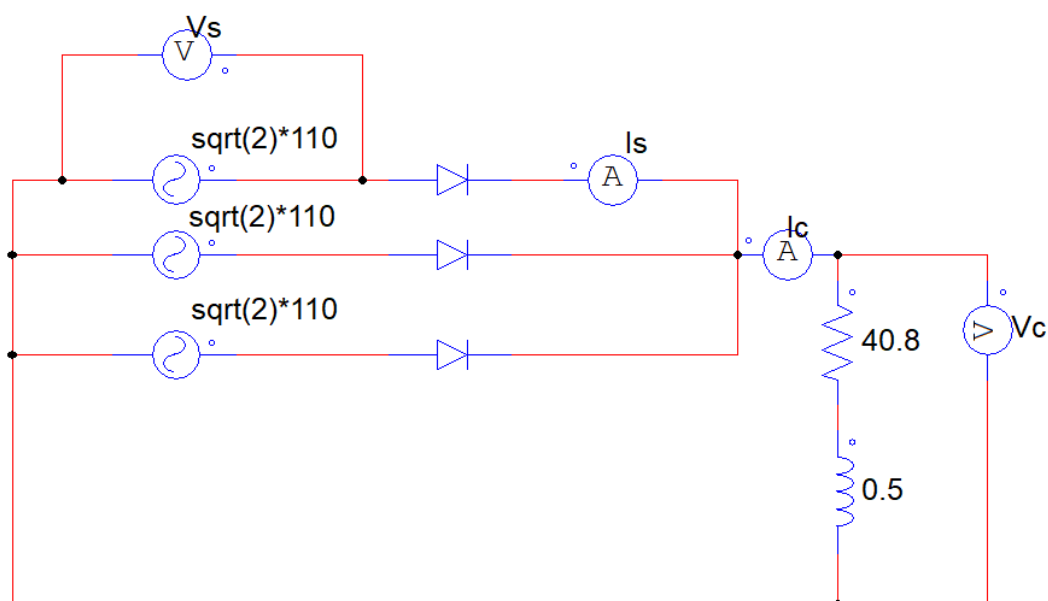


Figura 12. Retificador trifásico com ponto médio a diodo carga RL (L=500mH)

Simulação PSIM:

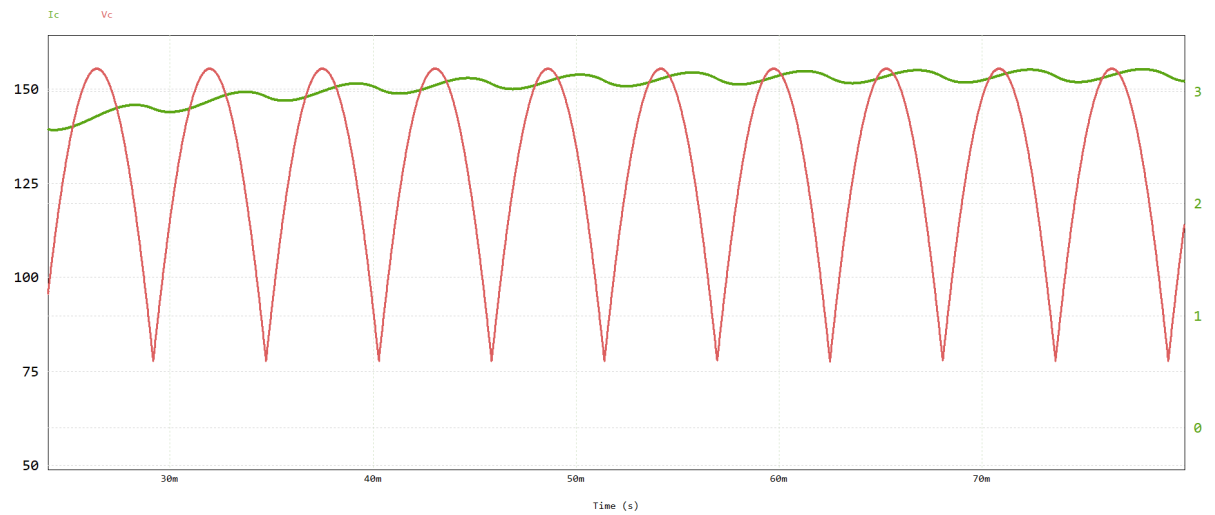


Figura 13. Tensão e corrente medidas na carga ($L=500\text{mH}$).

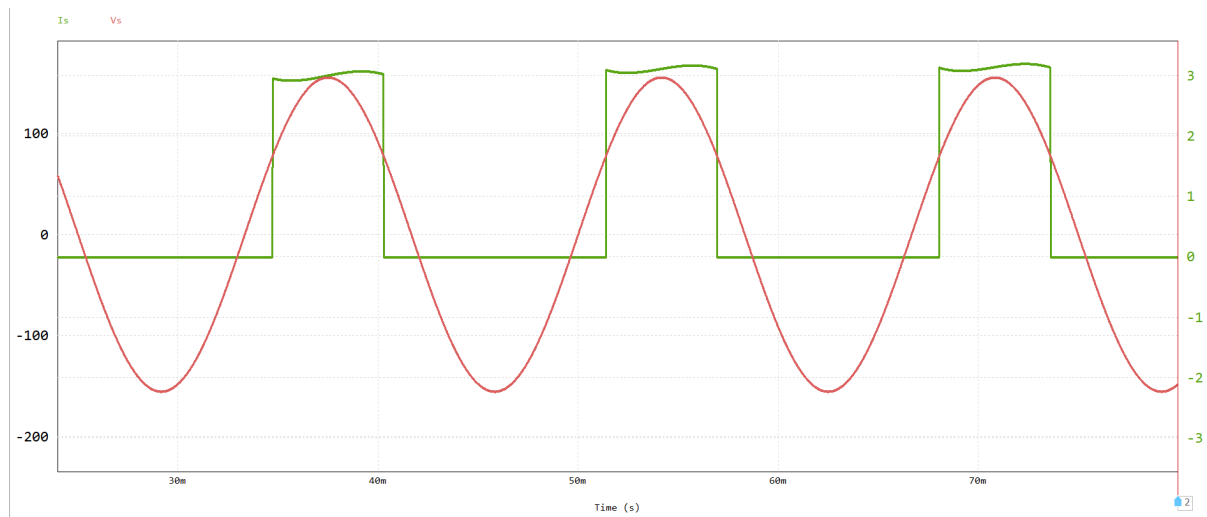


Figura 14. Tensão e corrente medidas na fonte ($L=500\text{mH}$).

Medidas práticas:

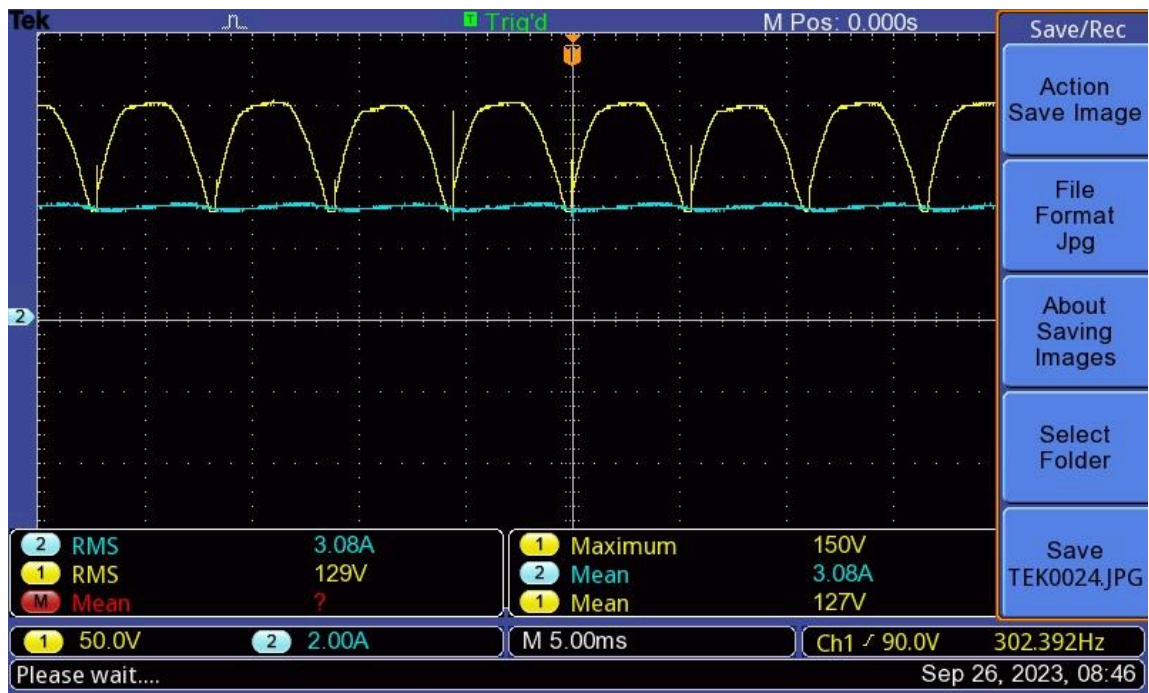


Figura 15. Tensão e corrente medidas na carga ($L=500\text{mH}$).

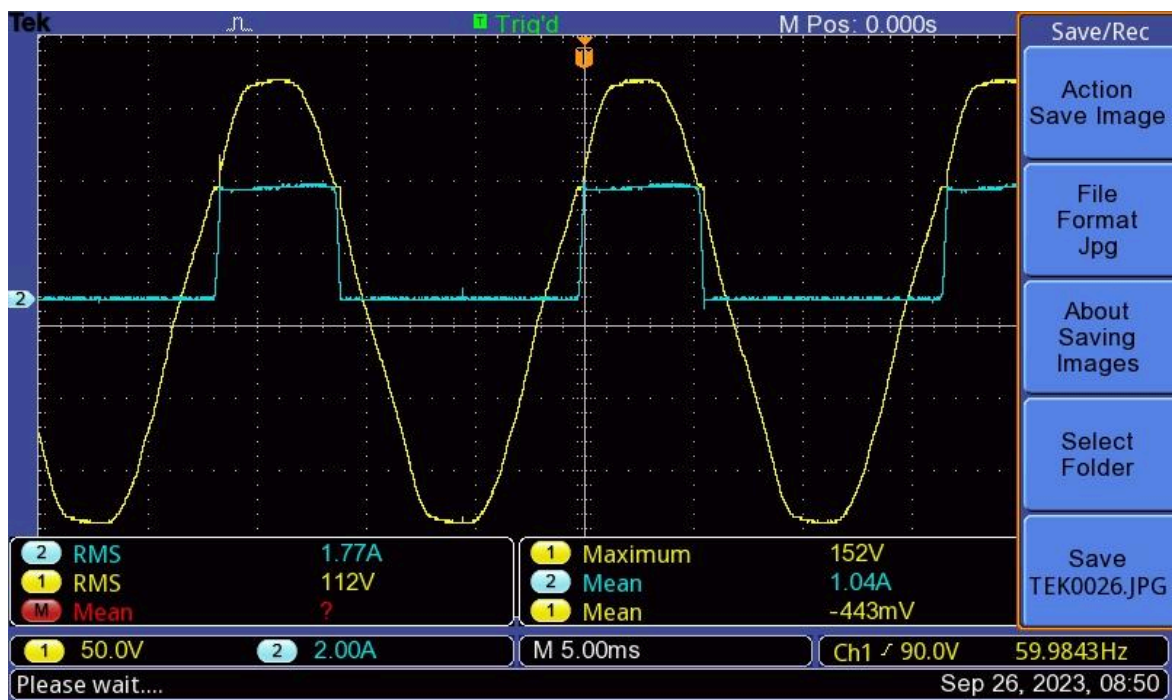


Figura 16. Tensão e corrente medidas na fonte ($L=500\text{mH}$).

Para as previsões teóricas foi considerado que:

$$I_{Lef} = \sqrt{I_{Lmed}^2 + I_{3ef}^2}$$

$$I_{3ef} = \frac{0,3 * V_{Sef}}{\sqrt{2} * \sqrt{R^2 + 9 * \omega^2 * L^2}}$$

$$I_{Def} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}}$$

$$P = R * I_{Lef}^2$$

$$S = 3 * V_{Sef} * I_{Def}$$

Tabela de dados carga RL (L=500mH):

	Teórico	Simulação	Experimental
V_{sef}	110V	109,96V	112V
V_{sp}	155,53V	155,56V	152V
V_{Lef}	130,9V	130,67V	130V
V_{Lmed}	125,7V	128,52V	127V
I_{Lef}	3,15A	3,14A	3,09A
I_{Lmed}	3,15A	3,14A	3,09A
I_{Def}	1,81A	1,78A	1,77A
S	597,3VA	587,19VA	594,72VA
P_L	404,84W	403,38W	390W
FP	0,678	0,687	0,656

5. Conclusão

Neste relatório foi analisado o comportamento da tensão e corrente em um retificador trifásico com ponto médio a diodos entre três cargas distintas, uma carga puramente resistiva, uma carga RL e outra carga RL com um valor superior de indutância. Com isso foi possível analisar os efeitos de um acoplamento de um indutor no circuito, e os efeitos de aumentar a indutância.

Fomos capazes de verificar que ao utilizar uma fonte trifásica obtivemos uma retificação maior que os retificadores trabalhados nos laboratórios anteriores. Devido a defasagem entre as fases, a tensão e consequentemente a corrente nunca se aproximava de zero sobre a carga.

Ao adicionarmos um indutor notamos uma maior capacidade do sistema de manter uma tensão de saída estável, estabilidade representada pelo módulo do nosso ripple de corrente na carga. Quando aumentamos o valor do indutor do nosso circuito o sinal se torna cada vez mais estável, diminuindo a variação se tornando mais parecido com o sinal ideal que esperamos obter na saída.