



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

ES664 - Laboratório de Eletrônica para Automação Industrial

Relatório - Simulação 3 Conversores DC-DC

Nome:

Daniel Dello Russo Oliveira
Marcelli Tiemi Kian

RA

101918
117892

7 de outubro de 2016

1 Objetivos

Essa simulação tem como objetivo o estudo dos conversores step-down (buck), step-up (boost) e seus modos de condução contínua e descontínua.

2 Conversor Buck

Através do Simulink implementamos o conversor step-down detalhado na figura 1.

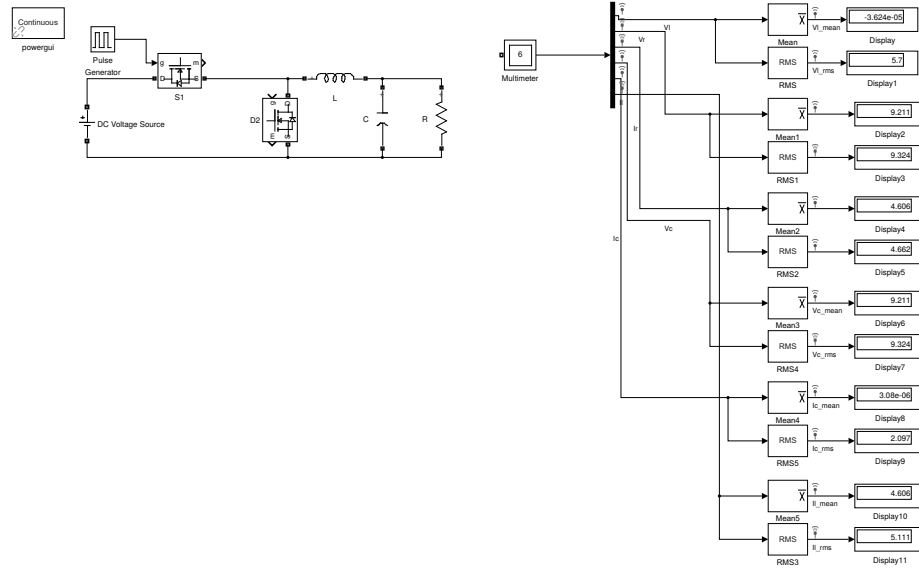


Figura 1: Esquema para simulação do conversor buck

Conforme detalhados no roteiro, setamos os parâmetros $R = 2\Omega$, $C = 220\mu F$, $L = 330\mu H$ e simulamos o sistema com uma frequência $f = 1kHz$ e duty-cycle de 80% na chave S1. Extraímos dessa simulação as curvas de tensão e corrente na carga (figura 2), no indutor (figura 3), no capacitor (figura 4), na chave S1 (figura 5) e no diodo D2 (figura 6).

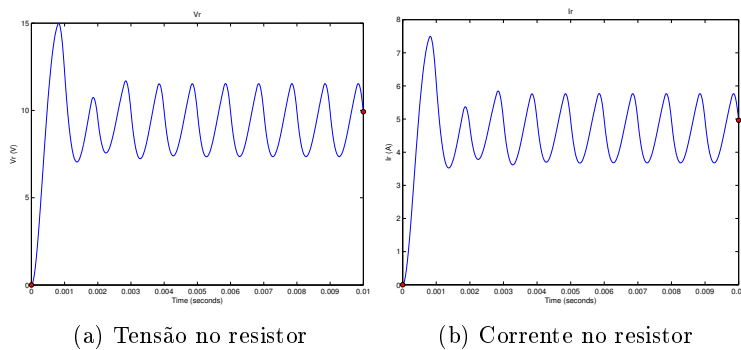


Figura 2: Curvas do resistor para conversor buck

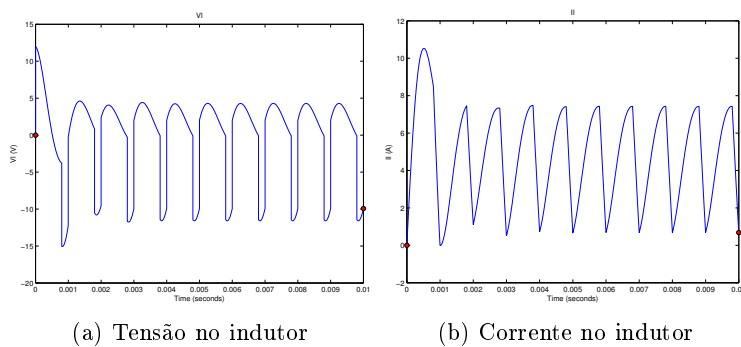


Figura 3: Curvas do indutor para conversor buck

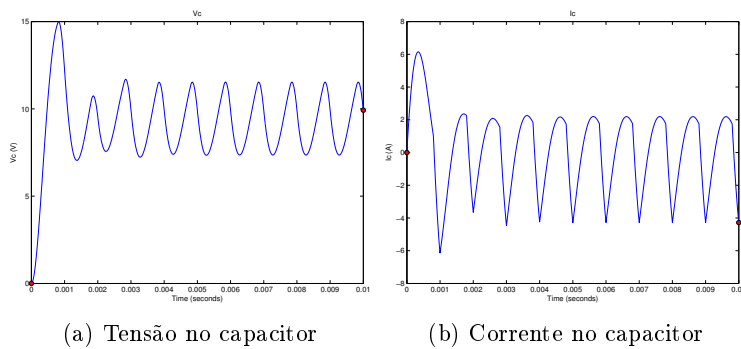
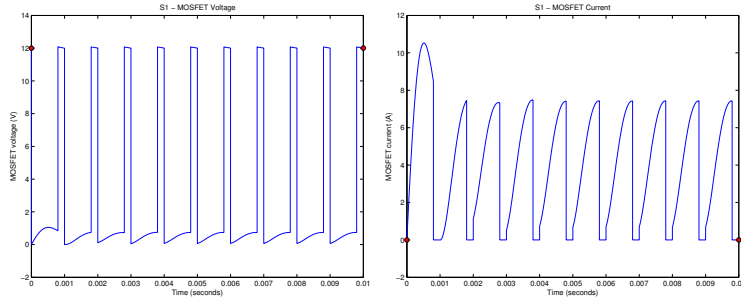


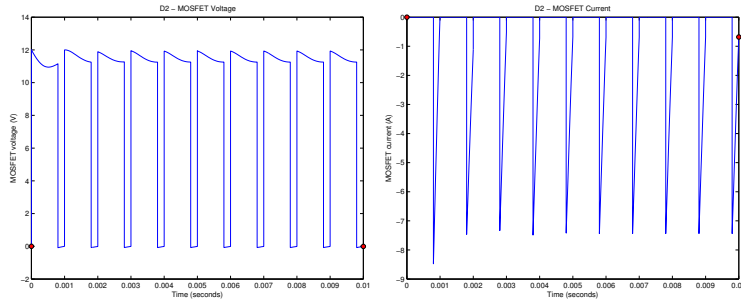
Figura 4: Curvas do capacitor para conversor buck



(a) Tensão na chave S1

(b) Corrente na chave S1

Figura 5: Curvas da chave S1 para conversor buck



(a) Tensão no diodo D2

(b) Corrente no diodo D2

Figura 6: Curvas do diodo D2 para conversor buck

Medimos as tensões média e efetiva no resistor, obtendo os seguintes valores:

$$\overline{Vr} = 9.2111 \text{ V} \quad (1)$$

$$Vr_{rms} = 9.3240 \text{ V} \quad (2)$$

Conforme podemos ver analisando as curvas,

Podemos calcular a tensão média teórica sobre a carga através da equação 3

$$\overline{Vr} = \quad (3)$$

Variamos então o valor do duty-cycle entre 0 e 100% e encontramos a tensão média sobre a carga. Comparamos esse valor com o valor teórico esperado na figura 7

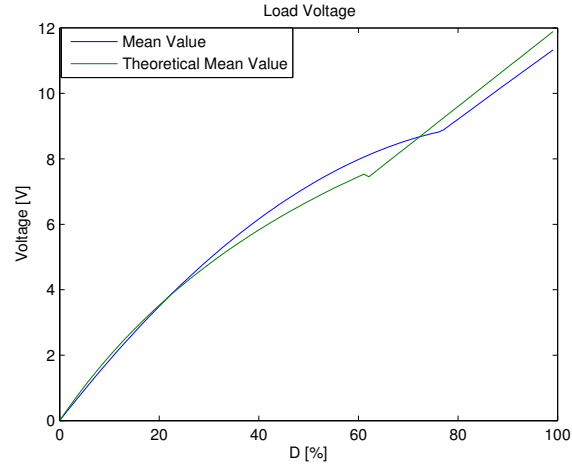


Figura 7: Tensão média no resistor para conversor buck

Como podemos ver os valores obtidos são

Podemos calcular o valor da indutância limite L_b para que o conversor trabalhe em modo de condução contínua utilizando a equação:

$$L_b = \frac{(1 - D)R}{2f_s} \quad (4)$$

Para um duty-cycle $D = 80\%$, temos:

$$L_b = 400\mu H \quad (5)$$

Ajustamos então nosso indutor para $L = \frac{L_b}{2} = 200\mu H$ e rodamos a simulação novamente, obtendo os resultados apresentados nas figuras 8, 9, 10, 11, 12.

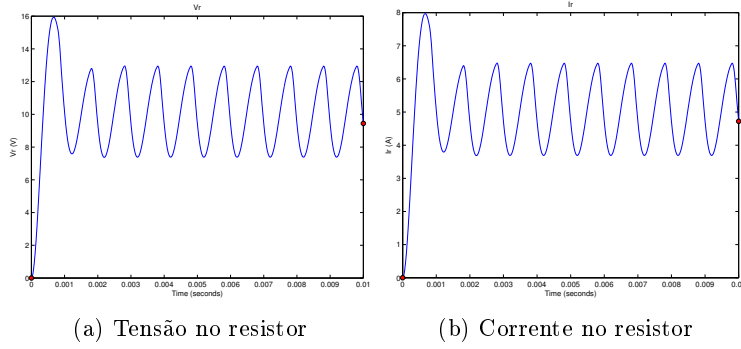


Figura 8: Curvas do resistor para conversor buck com indutância $\frac{L_b}{2}$

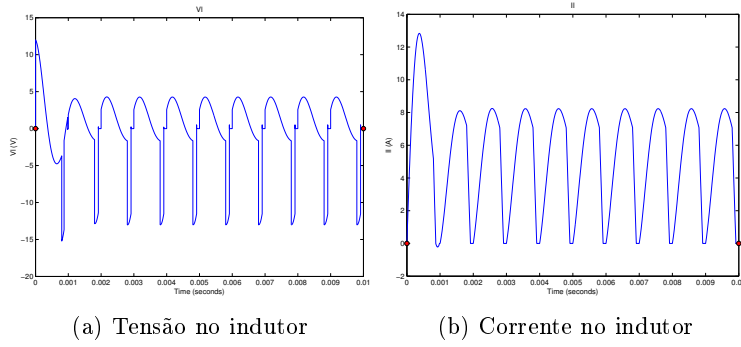


Figura 9: Curvas do indutor para conversor buck com indutância $\frac{L_b}{2}$

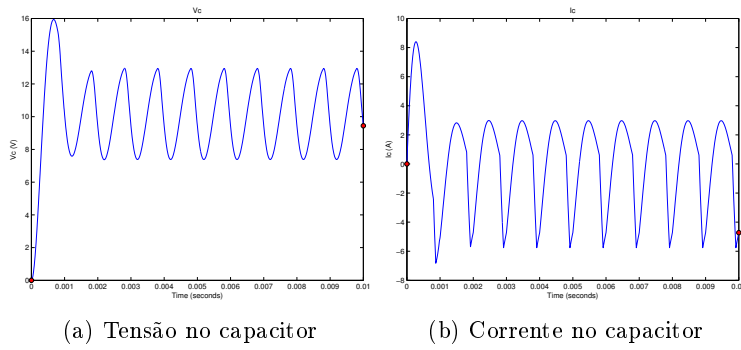


Figura 10: Curvas do capacitor para conversor buck com indutância $\frac{L_b}{2}$

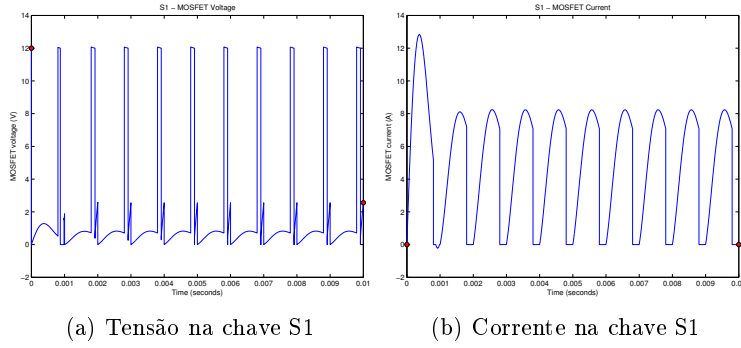


Figura 11: Curvas da chave S1 para conversor buck com indutância $\frac{L_b}{2}$

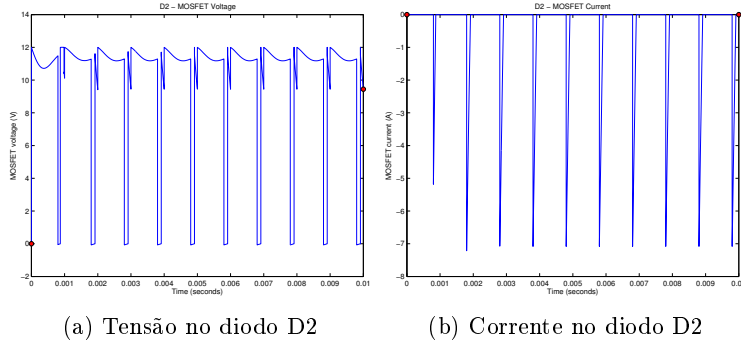


Figura 12: Curvas do diodo D2 para conversor buck com indutância $\frac{L_b}{2}$

Por fim voltamos a nossa indutância original porém retiramos o filtro capacitivo, encontramos então a curva de tensão sobre o resistor apresentada na figura 13.

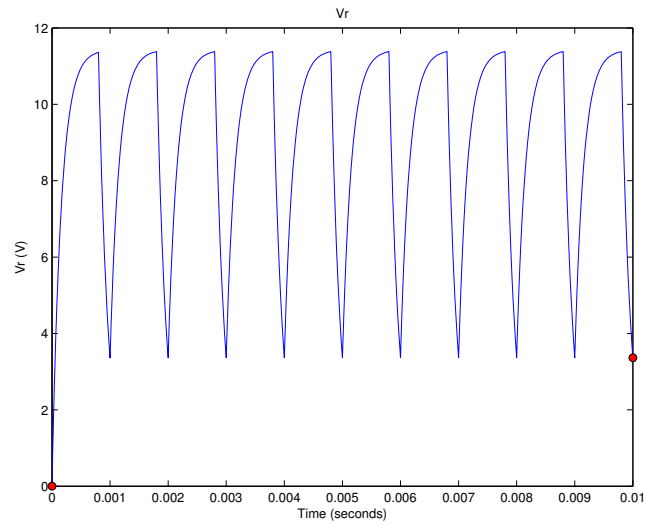


Figura 13: Tensão no resistor para conversor buck sem filtro capacitivo

3 Conversor Boost

Através do Simulink implementamos o conversor step-up detalhado na figura 14.

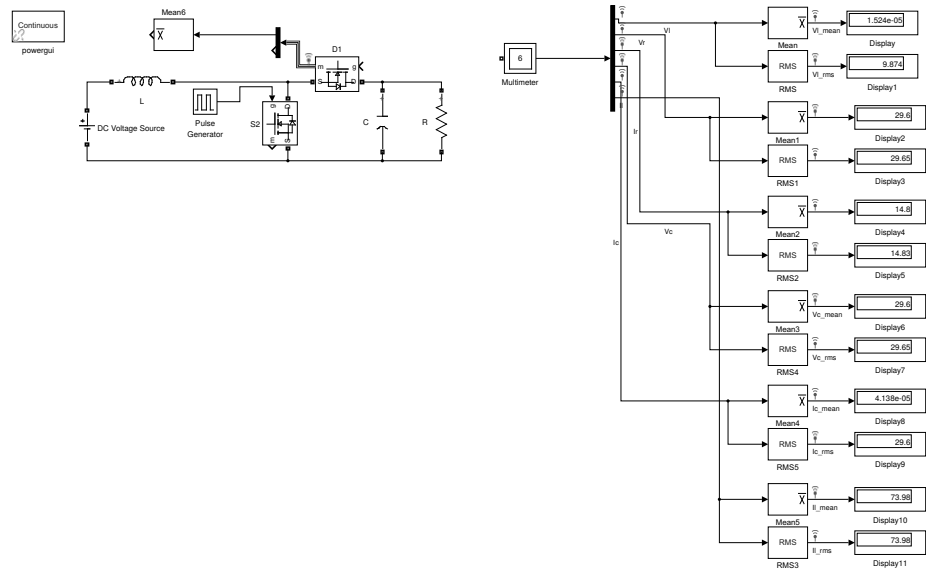


Figura 14: Esquema para simulação do conversor boost

Conforme detalhados no roteiro, setamos os parâmetros $R = 2\Omega$, $C = 220\mu F$, $L = 330\mu H$ e simulamos o sistema com uma frequência $f = 10kHz$ e duty-cycle de 80% na chave S2. Extraímos dessa simulação as curvas de tensão e corrente na carga (figura 15), no indutor (figura 16), no capacitor (figura 17), na chave S2 (figura 18) e no diodo D1 (figura 19).

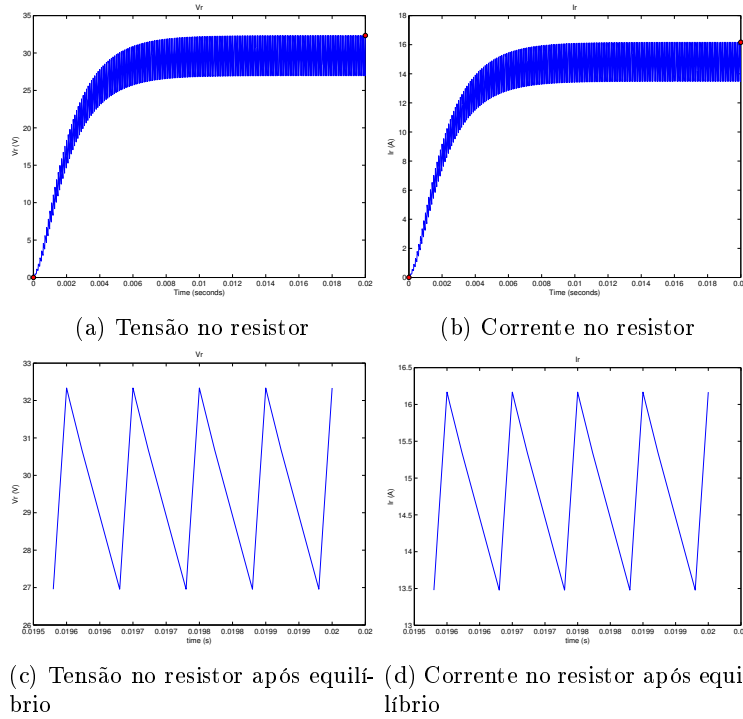


Figura 15: Curvas do resistor para conversor boost

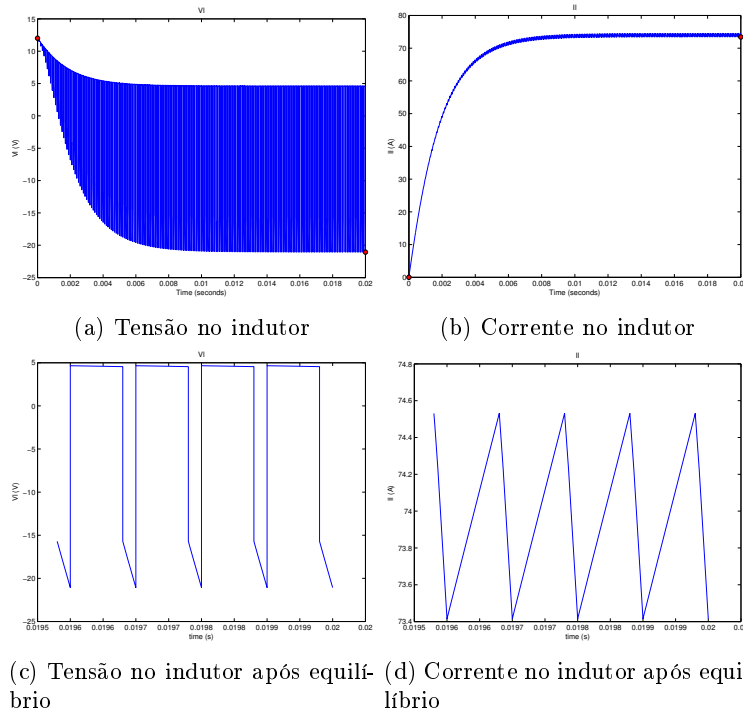
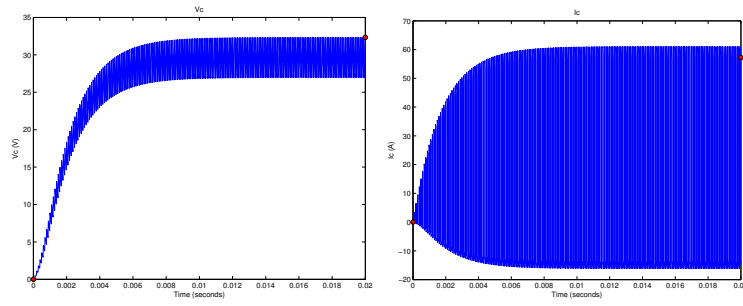
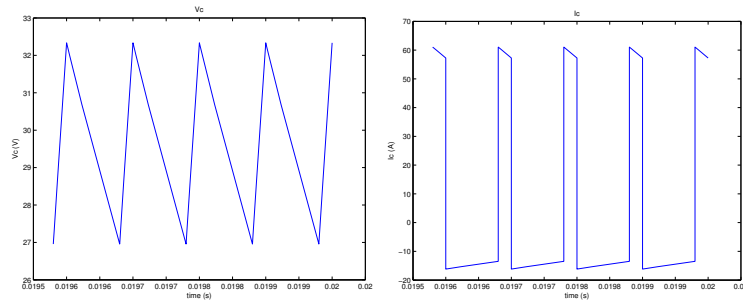


Figura 16: Curvas do indutor para conversor boost



(a) Tensão no capacitor

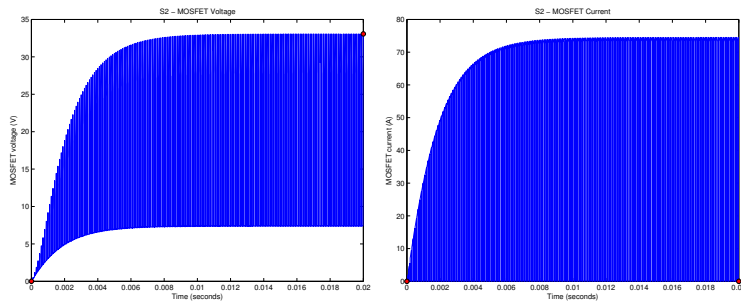
(b) Corrente no capacitor



(c) Tensão no capacitor após equilíbrio

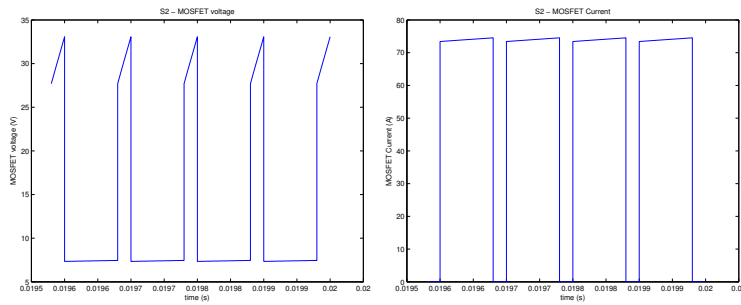
(d) Corrente no capacitor após equilíbrio

Figura 17: Curvas do capacitor para conversor boost



(a) Tensão na chave S2

(b) Corrente na chave S2



(c) Tensão na chave S2 após equi-
líbrio

(d) Corrente na chave S2 após
equilíbrio

Figura 18: Curvas da chave S2 para conversor boost

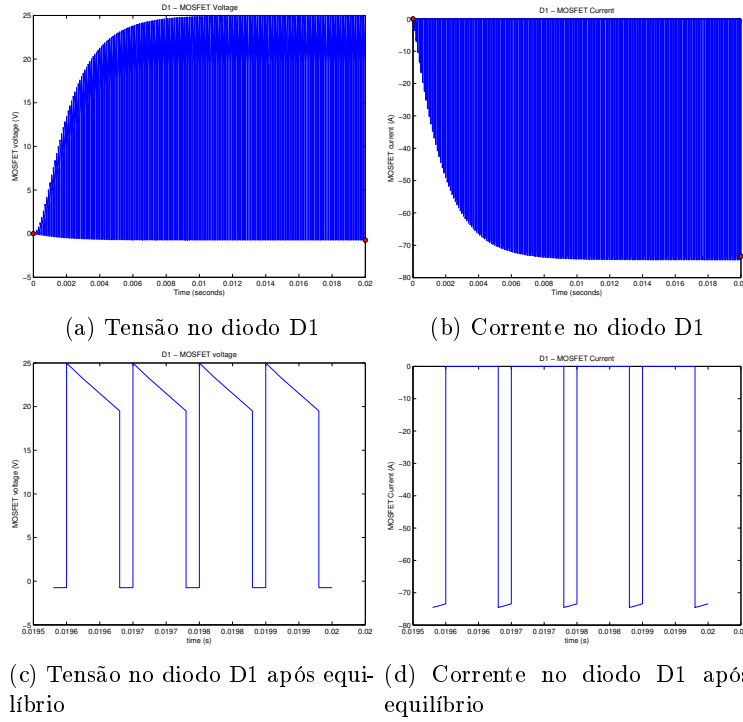


Figura 19: Curvas do diodo D1 para conversor boost

Medimos as tensões média e efetiva no resistor, obtendo os seguintes valores:

$$\overline{V_r} = 29.6 \text{ V} \quad (6)$$

$$V_{r_{rms}} = 29.65 \text{ V} \quad (7)$$

Conforme podemos ver analisando as curvas,

Podemos calcular a tensão média teórica sobre a carga através da equação 8

$$\overline{V_r} = \quad (8)$$

Variamos então o valor do duty-cycle entre 0 e 100% e encontramos a tensão média sobre a carga. Comparamos esse valor com o valor teórico esperado na figura 20

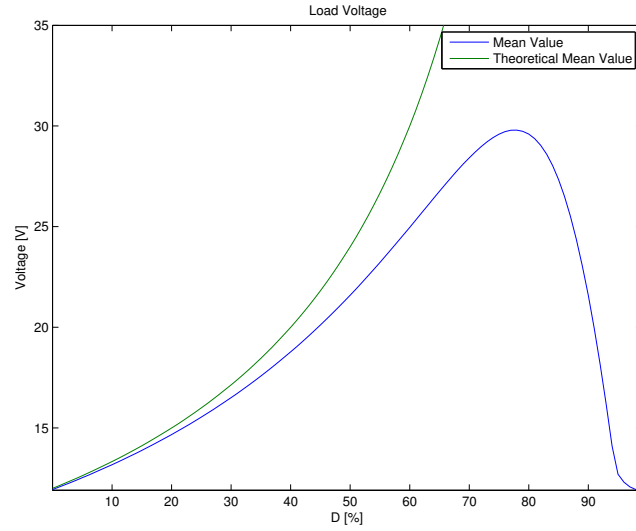


Figura 20: Tensão média no resistor para conversor boost

Como podemos ver os valores obtidos são

Podemos calcular o valor da indutância limite L_b para que o conversor trabalhe em modo de condução contínua utilizando a equação:

$$L_b = \frac{(1 - D)^2 DR}{2f_s} \quad (9)$$

Para um duty-cycle $D = 80\%$, temos:

$$L_b = 3.2\mu H \quad (10)$$

Ajustamos então nosso indutor para $L = \frac{L_b}{2} = 1.6\mu H$ e rodamos a simulação novamente, obtendo os resultados apresentados nas figuras 21, 22, 23, 24, 25.

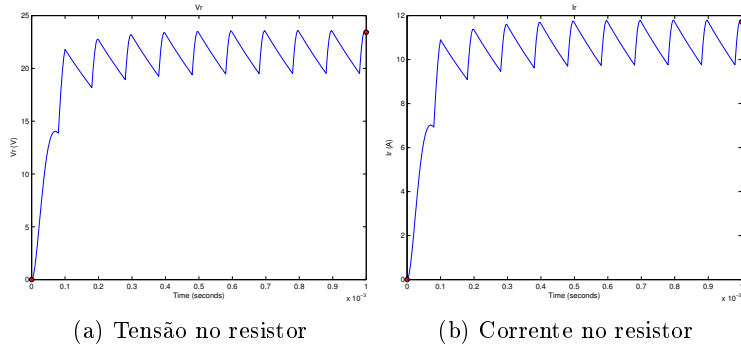


Figura 21: Curvas do resistor para conversor boost com indutância $\frac{L_b}{2}$

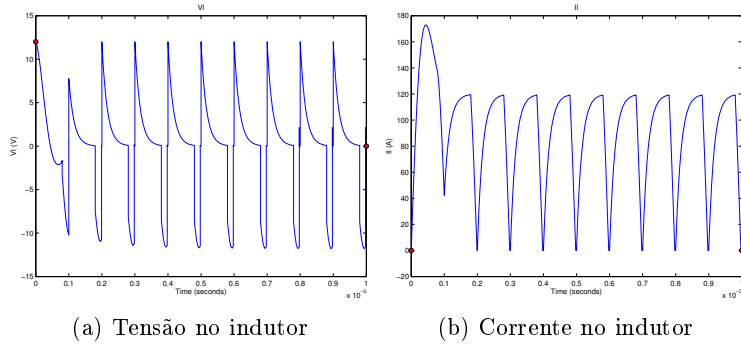


Figura 22: Curvas do indutor para conversor boost com indutância $\frac{L_b}{2}$

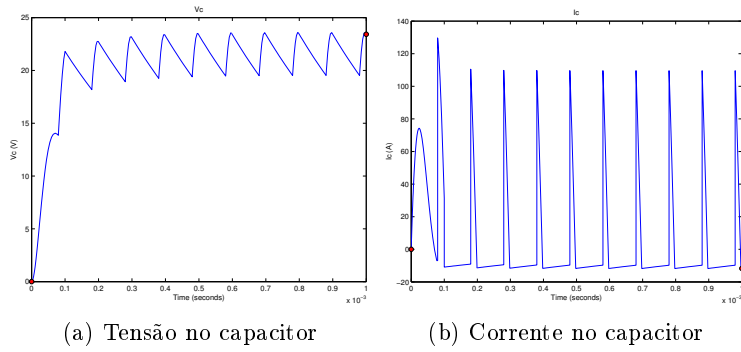


Figura 23: Curvas do capacitor para conversor boost com indutância $\frac{L_b}{2}$

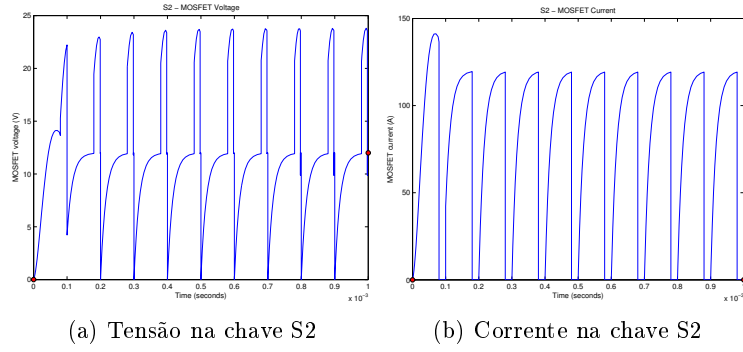


Figura 24: Curvas da chave S2 para conversor boost com indutância $\frac{L_b}{2}$

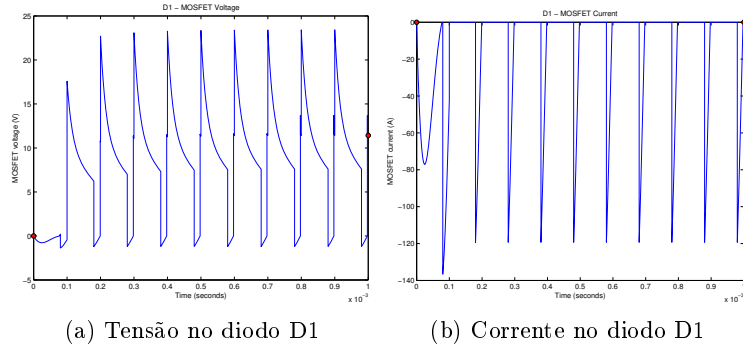


Figura 25: Curvas do diodo D1 para conversor boost com indutância $\frac{L_b}{2}$