



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



David Maykon Krepsky Silva
Barbara Sfeir
Caio Julio K. Campos

Conversor Buck

Data de realização do experimento:

13 de julho de 2015

Série/Turma:

1000/1011

Prof. Dr. Carlos Henrique Gonçalves Treviso

27 de julho de 2015

Resumo

Neste trabalho foi realizado o a análise da eficiência de um conversor buck. Para um ganho constante de 0.5 [V/V], foi verificado o rendimento do conversor para as tensões de entrada de 30V e 20V. Observou-se que a eficiência varia de acordo com a carga, atingindo seu máximo para uma potência próxima da potência projetada. Foi analisado também a forma de onda na chave do conversor buck, onde foi possível observar a existência de transientes de alta frequência devido as componentes parasitas dos componentes utilizados.

Sumário

Resumo	1
1 Introdução	3
2 Revisão Teórica	4
2.1 Conversor Buck	4
2.2 Chave fechada	4
2.3 Chave aberta	5
3 Metodologia Experimental	6
3.1 Materiais	6
4 Resultados	8
4.1 Resultados para tensão de entrada a 30V	8
4.2 Resultados para tensão de entrada a 30V	8
4.3 Tensão de chaveamento	9
5 Discussão e Conclusão	11
6 Referências	12

1 Introdução

Os conversores cc/cc do tipo buck tem uma elevada eficiência (maior que 70%). Neste tipo de circuito, um elemento funciona como chave, o ideal é que ele opere ora em corte (quando então a corrente é quase nula), ora em saturação (quando a tensão entre os terminais é quase nula) assim ligando e desligando rapidamente, de forma a manter uma tensão de saída estabilizada, o produto $V.I$ que corresponde à potência dissipada pelo transistor em condução permanece sempre baixo aumentando a eficiência da fonte. Evidentemente, na prática a potência no elemento série não é totalmente nula, mas através de técnicas de circuito adequada e a escolha de componentes melhores, esta potência pode ser reduzida a valores relativamente baixos em comparação com a dissipada nas fontes lineares, assim tendo uma maior eficiência, menor tamanho e maior leveza, entretanto, são complexos e mais caros, e o chaveamento da corrente pode causar problemas de ruído se não forem cuidadosamente suprimidos, também é importante destacar, entretanto, que a ondulação de saída em fontes chaveadas é muito maior em relação às fontes lineares (quase uma ordem de grandeza). Outro fator importante é que a eficiência de tais fontes varia de acordo com a potência de saída, tendo uma menor eficácia na conversão de energia para uma carga maior do que a projetada.

2 Revisão Teórica

2.1 Conversor Buck

Os conversores cc/cc controlam o fluxo de energia entre dois sistemas de corrente contínua, sendo que, a topologia Buck pode ser utilizada para diminuir a tensão de entrada do circuito. Este conversor, Buck, representado na figura 1, onde a fonte de tensão contínua é representada por V_e , S representa a chave (geralmente do tipo MOSFET), o indutor é representado por L, D um diodo de roda-livre, um capacitor C e a carga representado por um resistor R com tensão V_s . O circuito em questão é, então, analisado em 2 estados, quando a chave está aberta e quando a chave está fechada.

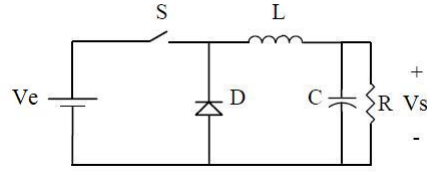


Figura 1: Esquemático de um conversor cc/cc do tipo Buck.

2.2 Chave fechada

Em um primeiro momento a chave S está fechada e o diodo D está inversamente polarizado e pode ser desconsiderado, C está sendo carregado, como mostra a figura 2.

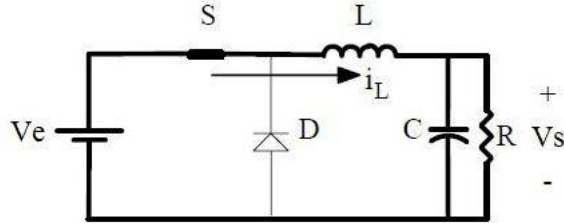


Figura 2: Conversor Buck com a chave fechada.

Para não ocorrer a saturação do indutor L, a tensão V_L deve possuir média zero. Ou seja:

$$V_{Lmed} = 0V.$$

Através da análise de malha, temos que:

$$(V_s - V_e)D.T = V_s(T - D.T). \quad (1)$$

Onde T é o período de chaveamento e D é a razão cíclica.

Expandindo a equação 1, temos:

$$\begin{aligned} V_e.D.T - V_s.D.T &= V_s.T - V_s.D.T \\ V_e.D.T &= V_s.T \\ V_e.D &= V_s \\ \frac{V_s}{V_e} &= D \end{aligned} \quad (2)$$

A equação 2 nos dá o ganho do circuito para um conversor Buck ideal.

2.3 Chave aberta

Para a chave aberta (figura 3), a corrente do indutor é forçada a passar pelo diodo de roda livre. Note que a tensão V_s é mantida pelo capacitor C.

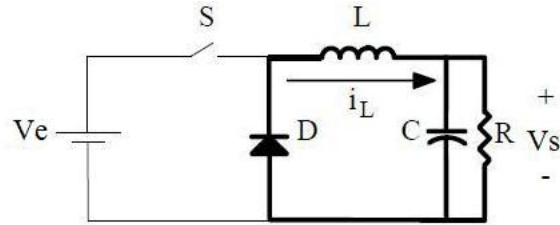


Figura 3: Conversor Buck com a chave aberta.

Sendo assim, podemos encontrar a tensão máxima na chave e no indutor.

$$V_L = V_s \quad (3)$$

$$V_{ch} = V_e \quad (4)$$

3 Metodologia Experimental

3.1 Materiais

O material utilizado foi:

- Placa com conversor buck disponível no laboratório.
- CI 4050.
- Resistor de $10K\ \Omega$.
- Fonte de alimentação.
- Osciloscópio.
- Multímetro.
- Resistor variável de potência ($50\ \Omega$).

Para execução do experimento, faz-se necessário executar os seguintes passos:

1. montar o circuito gerador de onda quadrada conforme a figura 4, alimentando o CI com 12V;
2. ajustar o gerador de funções para 100KHz, com razão cíclica de 50 %;
3. conectar os multímetros à placa do conversor buck como mostrado na figura 5;
4. ajustar a tensão de entrada para 30V;
5. variar a carga de modo a incrementar a corrente de saída em 300mA, mantendo a tensão de saída fixa em 15V;
6. anotar o valor da tensão de entrada e saída e da corrente de entrada e saída;
7. repetir os passos 5 e 6 até que a corrente de saída seja 3A ;
8. ajustar a tensão de entrada para 20V e repetir os passos 5,6 e 7;
9. analisar a forma de onda na chave do conversor.

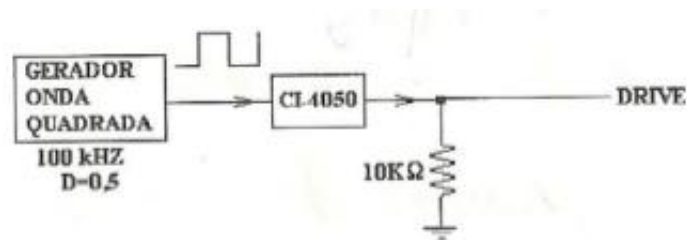


Figura 4: Gerador de onda quadrada.

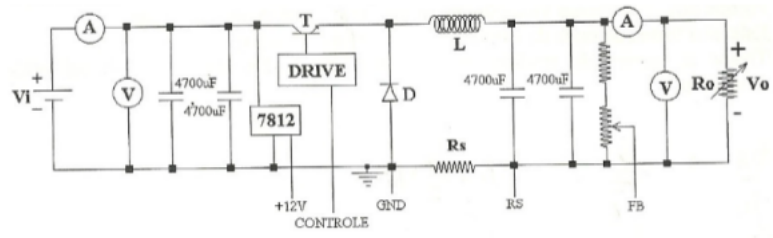


Figura 5: Conversor buck.

4 Resultados

Os resultados obtidos foram os seguintes.

4.1 Resultados para tensão de entrada a 30V

A tabela 1 mostra os dados obtidos durante o experimento e a figura 6 mostra o gráfico da eficiência para o conversor.

Tabela 1: Rendimento para tensão de entrada 30V e tensão de saída 15V

Tensão de entrada [V]	Corrente de entrada [A]	Tensão de saída [V]	Corrente de saída [A]	Rendimento
30.0	0.22	15.0	0.251	0.6705
30.0	0.30	15.0	0.504	0.8400
30.0	0.44	15.0	0.758	0.8614
30.0	0.56	15.0	1.002	0.8946
30.0	0.69	15.0	1.249	0.9051
30.0	0.82	15.0	1.510	0.9207
30.0	0.98	15.0	1.749	0.8923
30.0	1.07	15.0	2.001	0.9350
30.0	1.17	15.0	2.249	0.9611
30.0	1.30	15.0	2.508	0.9646
30.0	1.48	15.0	2.751	0.9294
30.0	1.62	15.0	3.010	0.9290

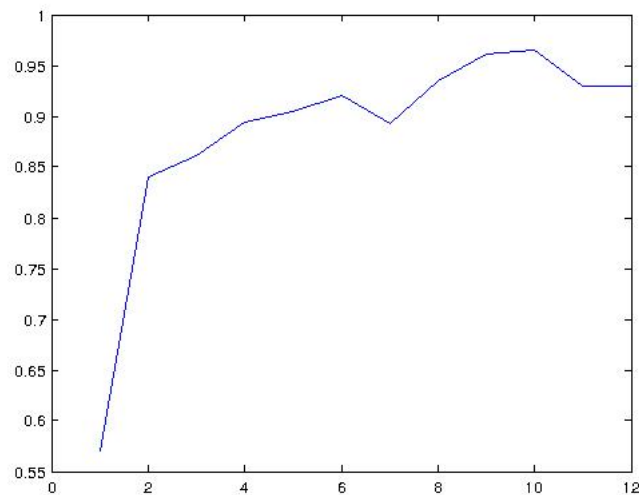


Figura 6: Eficiência do conversor buck para V_e de 30V.

4.2 Resultados para tensão de entrada a 30V

A tabela 2 mostra os dados obtidos durante o experimento e a figura 7 mostra o gráfico da eficiência para o conversor.

Tabela 2: Rendimento para tensão de entrada 20V e tensão de saída 15V

Tensão de entrada [V]	Corrente de entrada [A]	Tensão de saída [V]	Corrente de saída [A]	Rendimento
20.0	0.198	15.0	0.250	0.6313
20.0	0.301	15.0	0.501	0.8322
20.0	0.45	15.0	0.749	0.8322
20.0	0.56	15.0	1.000	0.8929
20.0	0.69	15.0	1.250	0.9058
20.0	0.82	15.0	1.501	0.9381
20.0	0.97	15.0	1.750	0.9021
20.0	1.10	15.0	1.998	0.9082
20.0	1.22	15.0	2.251	0.9225
20.0	1.31	15.0	2.500	0.9542
20.0	1.43	15.0	2.749	0.9612
20.0	1.62	15.0	3.000	0.9259

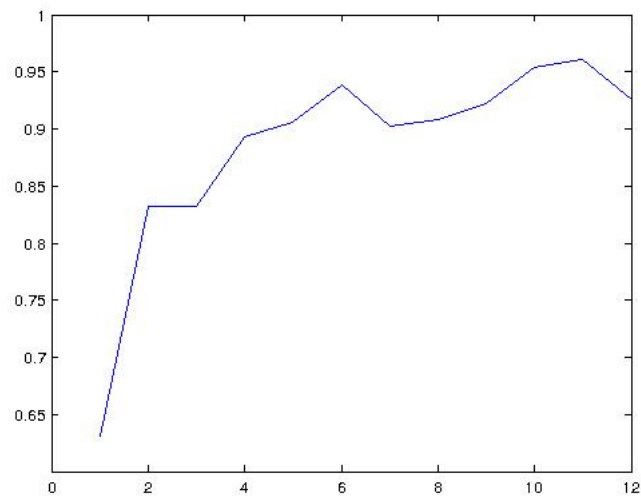


Figura 7: Eficiência do conversor buck para V_e de 20V.

4.3 Tensão de chaveamento

A figura 8 mostra a forma de onda da tensão na chave do conversor. A imagem foi obtida com o osciloscópio.

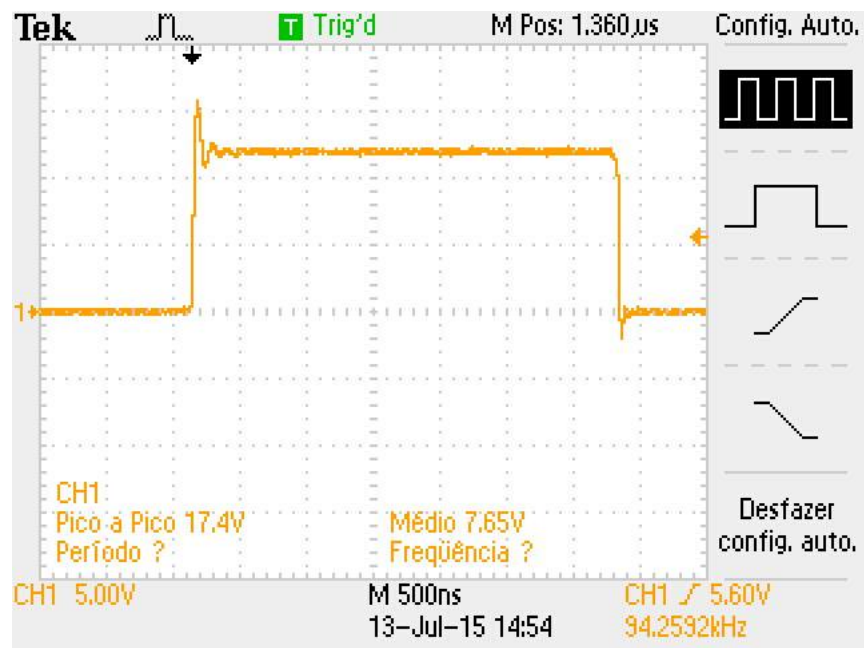


Figura 8: Forma de onda na chave do conversor.

5 Discussão e Conclusão

Com base nos resultados obtidos nas tabelas 1 e 2, podemos concluir que a eficiência com que o circuito converte uma tensão de entrada V_i para uma tensão de saída V_o depende, da potência sendo transferida, onde, a maior eficiência encontra-se quando a potência transferida está um pouco a baixo da potência para qual o conversor foi projetado e que os conversores Buck possuem uma perda, diferente do resultado da equação 2, onde foi calculado o ganho para um circuito ideal. Já na figura 8, notamos que há um pequeno transiente na forma de onda. Isso se deve ao fato de que os componentes utilizados possuem características parasitas, como no caso da e_{sr} e l_{sr} do capacitor de filtro, que provocam oscilações em alta frequência.

6 Referências

- [1] Roteiro da atividade prática.
- [2] Apostila utilizada em sala de aula .
- [3] "Projetos de fontes chaveadas - teoria e prática". De Mello, L. F. P.; Editora Érica.