

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
 Conversores Estáticos (ELP - 20306)

AULA LAB 07
LABORATÓRIO DE CONVERSORES CC-CC NÃO-ISOLADOS

1 INTRODUÇÃO

Esta aula de laboratório tem por objetivo consolidar os conhecimentos obtidos nas aulas teóricas referentes ao estudo de conversores CC-CC não-isolados, com ênfase nos conversores Buck, Boost e Buck-Boost. Para tanto, os conversores com seu circuito de comando e controle serão montados em matriz de contatos no laboratório de eletrônica de potência do departamento.

Em síntese, objetiva-se:

- Dimensionar os estágios de potência dos conversores;
- Dimensionar os estágios de comando e controle;
- Montar e ensaiar o estágio de potência, comando e controle em malha aberta dos conversores.

2 ESPECIFICAÇÃO DOS CONVERSORES

Componentes dos estágios de potência

Os componentes que serão utilizados nos três conversores são idênticos e devem ser identificados na tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Dados de especificação dos componentes do conversor Buck.

Elemento	Identificação	Grandeza	Valor
Fonte		Tensão	
Interruptor		Tensão máxima	
		Corrente média	
		Corrente máxima	
		Queda de tensão	
		Resistência térmica j-c	
Diodo		Tensão máxima	
		Corrente média	
		Corrente máxima	
		Queda de tensão	
		Resistência térmica j-c	
Indutor		Indutância	
		Corrente eficaz	
		Resistência série	
Capacitor		Capacitância	
		Tensão máxima	
		Resistência série equivalente	
Resistor de carga		Resistência	
		Potência	

Especificação do conversor Buck

O conversor Buck a ser montado está mostrado na figura 1. A partir dos limites máximos suportados pelos componentes, determine:

- Tensão e corrente máxima na carga;
- Tensão máxima na fonte;
- Frequência máxima de operação.

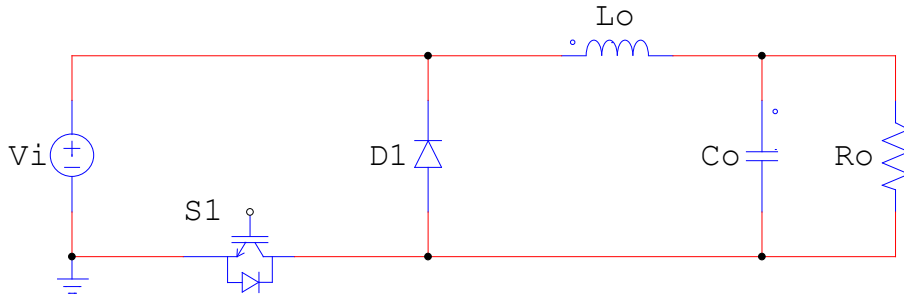


Figura 1 – Circuito do estágio de potência do conversor Buck.

Especificação do conversor Boost

O conversor Boost a ser montado está mostrado na figura 2. A partir dos limites máximos suportados pelos componentes, determine:

- Tensão e corrente máxima na carga;
- Tensão máxima na fonte;
- Razão cíclica máxima;
- Frequência máxima de operação.

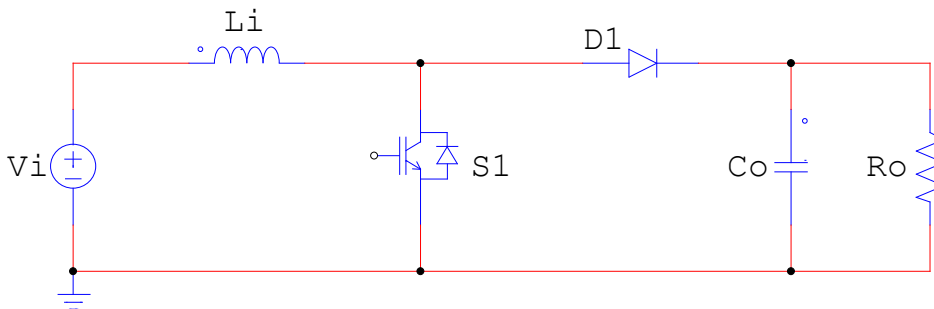


Figura 2 – Circuito do estágio de potência do conversor Boost.

Especificação do conversor Buck-Boost

O conversor Buck-Boost a ser montado está mostrado na figura 3. A partir dos limites máximos suportados pelos componentes, determine:

- Tensão e corrente máxima na carga;
- Tensão máxima na fonte;
- Razão cíclica máxima;
- Frequência máxima de operação.

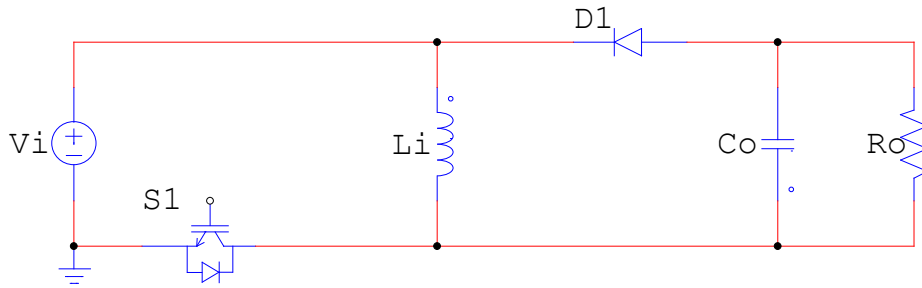


Figura 3 – Circuito do estágio de potência do conversor Buck-Boost.

Estágio de comando e controle

Com base no circuito mostrado na figura 4 e da folha de dados do circuito integrado UC3524 determine os componentes do circuito de comando de conversor.

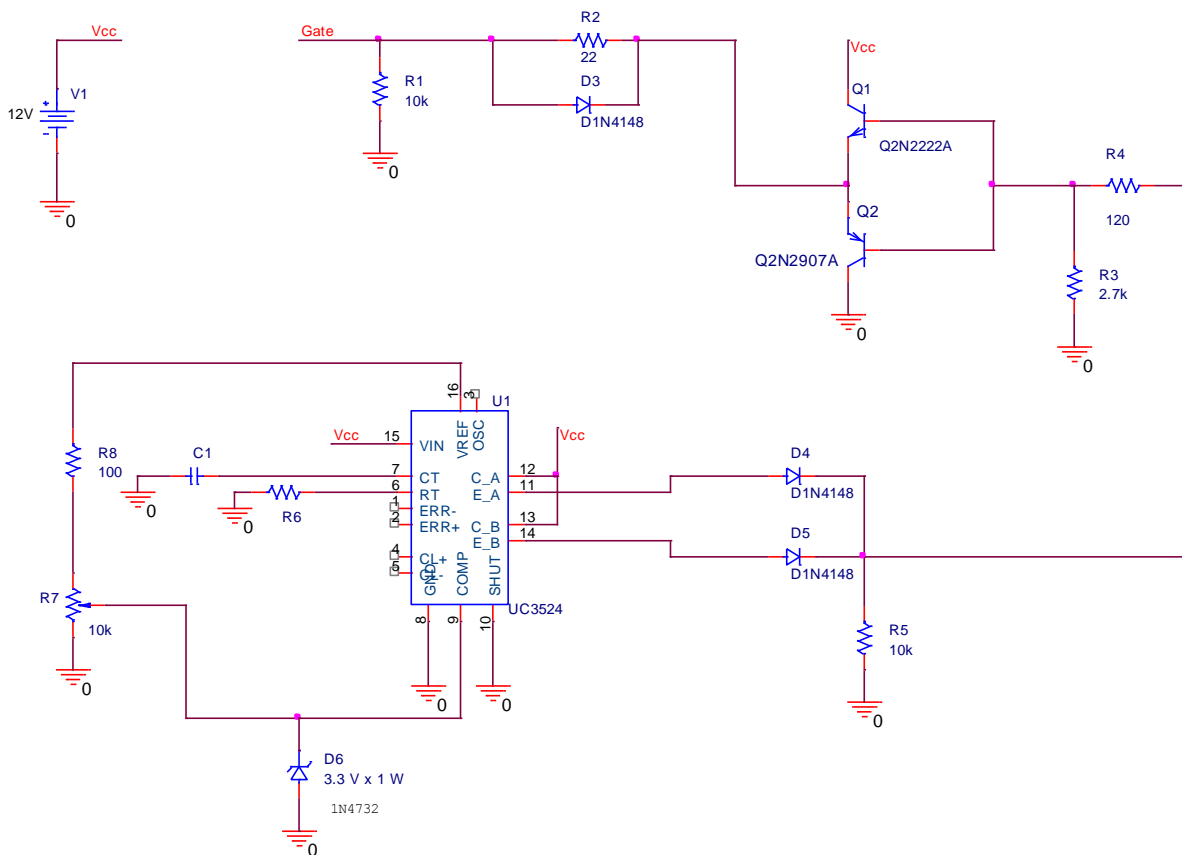


Figura 4 – Circuito de comando e controle dos conversores.

Determine:

- Resistor R_6 e capacitor C_1 para operação na frequência de comutação desejada;
- Potenciômetro R_7 para operação em malha aberta.

3 ENSAIOS DOS CONVERSORES

Circuito de comando

Monte inicialmente o estágio de comando com o UC3524, mostrado na figura 5.

Verifique o funcionamento correto do circuito de comando e as principais formas de onda do mesmo:

- Tensão dente-de-serra no terminal 7 do UC3524;
- Razão cíclica máxima e mínima, variando o potenciômetro R₇;
- Sinal de comando sobre o resistor R₅.

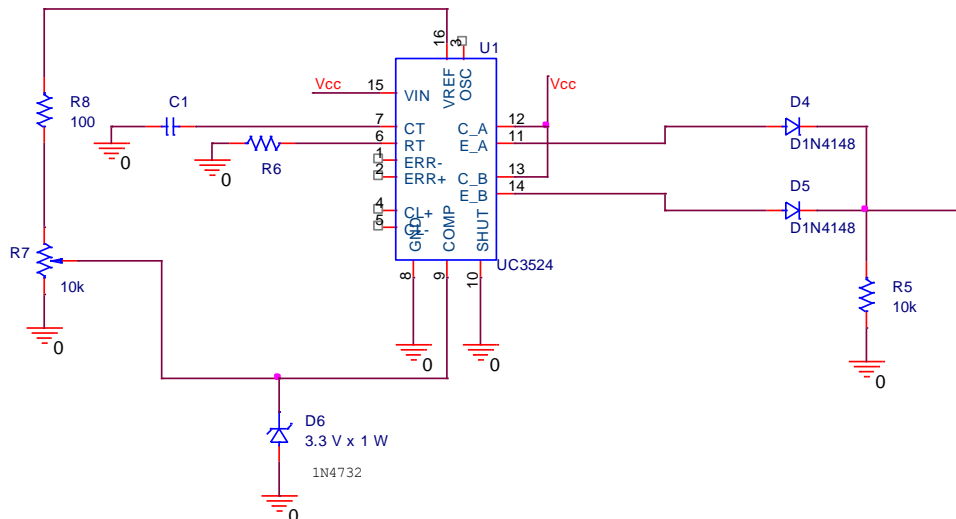


Figura 5 – Circuito de comando para geração dos sinais de comando.

A seguir adicione ao circuito da figura 5 o restante do circuito de comando e controle, para que fique idêntico ao circuito mostrado na figura 4.

Verifique novamente o funcionamento correto deste circuito, observando o sinal de comando sobre o resistor R₁.

Conversor Buck

Monte o circuito do conversor Buck conforme a figura 1.

Ao ligar a fonte do estágio de potência, ajuste a mesma com uma baixa tensão, aumentando aos poucos, à medida que for verificado o correto funcionamento do circuito.

Verifique o funcionamento do estágio de potência atentando para as seguintes grandezas:

- Tensão média de saída;
- Qualidade do sinal de comando no gatilho do interruptor;
- Tensão pulsada V_{ab} ;
- Tensão máxima sobre o interruptor;
- Ondulação da tensão de saída;
- Ondulação de corrente no indutor;
- Temperatura nos componentes.

Se tudo estiver de acordo com o esperado realize as medições solicitadas na tabela 2.

Tabela 2 – Medições realizadas no conversor Buck.

Razão cíclica	Tensão de entrada	Tensão de saída	
		Medida	Calculada
0%			
20%			
30%			
40%			
50%			
60%			
70%			
80%			
90%			
100%			

Trace a curva da razão da tensão de saída pela entrada em função da razão cíclica.

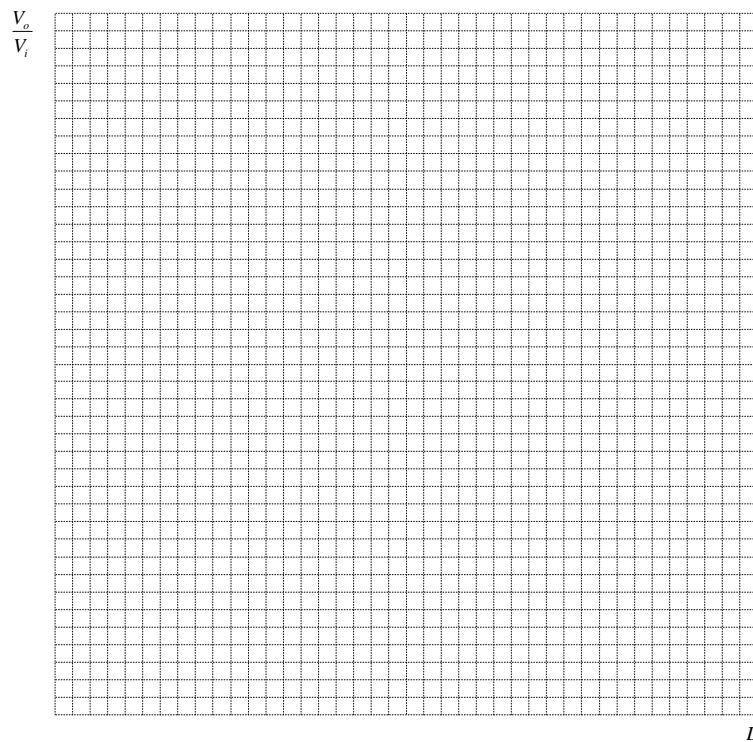


Figura 6 – Gráfico do ganho estático em função da razão cíclica do conversor Buck.

Conversor Boost

Monte o circuito do conversor Boost conforme a figura 2.

Ao ligar a fonte do estágio de potência, ajuste a mesma com uma baixa tensão, aumentando aos poucos, à medida que for verificado o correto funcionamento do circuito.

Verifique o funcionamento do estágio de potência atentando para as seguintes grandezas:

- Tensão média de saída;
- Qualidade do sinal de comando no gatilho do interruptor;
- Tensão pulsada V_{ab} ;
- Tensão máxima sobre o interruptor;
- Ondulação da tensão de saída;
- Ondulação de corrente no indutor.

- Temperatura nos componentes;

Se tudo estiver de acordo com o esperado realize as medições solicitadas na tabela 3, ajustando a razão cíclica em 80%. A tensão de entrada pode ser variada até 2,5 V, o que corresponde uma tensão na saída de 5 V e uma corrente na fonte de 1 A.

Tabela 3 – Medições realizadas no conversor Boost.

Razão cíclica	Tensão de entrada		Tensão de saída	
	Sugerida	Medida	Medida	Calculada
80%	0,0			
	0,5			
	1,0			
	1,5			
	2,0			
	2,5			

Trace a curva da razão da tensão de saída pela entrada em função da razão cíclica.

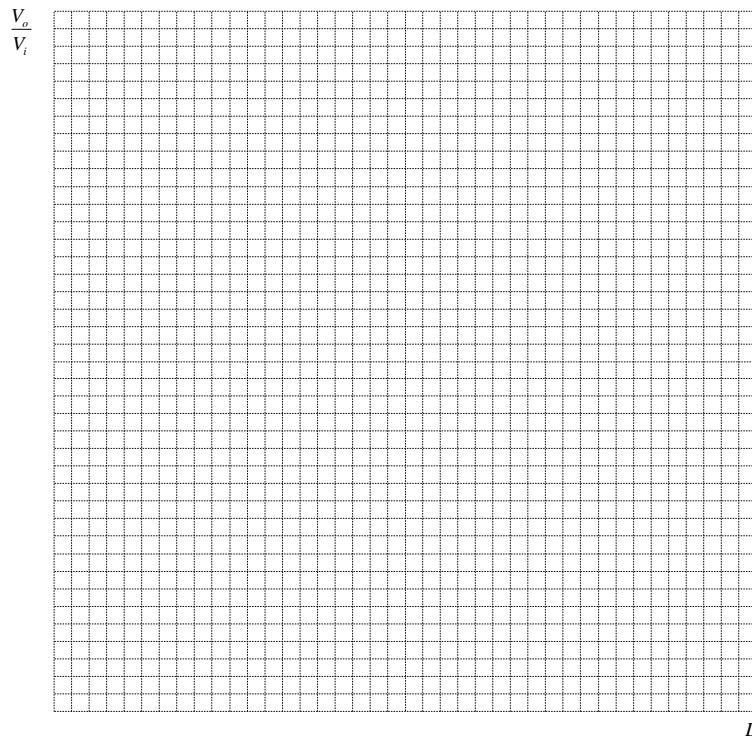


Figura 7 – Gráfico do ganho estático em função da razão cíclica do conversor Boost.

Conversor Buck-Boost

Monte o circuito do conversor Buck-Boost conforme a figura 3.

Ao ligar a fonte do estágio de potência, ajuste a mesma com uma baixa tensão, aumentando aos poucos, à medida que for verificado o correto funcionamento do circuito.

Verifique o funcionamento do estágio de potência atentando para as seguintes grandezas:

- Tensão média de saída;
- Qualidade do sinal de comando no gatilho do interruptor;
- Tensão pulsada V_{ab} ;
- Tensão máxima sobre o interruptor;

- Ondulação da tensão de saída;
- Ondulação de corrente no indutor;
- Temperatura nos componentes.

Se tudo estiver de acordo com o esperado realize as medições solicitadas na tabela 4.

Devem-se realizar estes ensaios com cuidado, pois o conversor Buck-Boost, operando com razão cíclica inferior a 50% é um conversor Buck. No entanto, para razão cíclica superior a 50% este conversor opera como um conversor Boost.

Tabela 4 – Medições realizadas no conversor Buck-Boost.

Razão cíclica	Tensão de entrada	Tensão de saída	
		Medida	Calculada
0%			
25%			
50%			
75%			
80%			

Trace a curva da razão da tensão de saída pela entrada em função da razão cíclica.

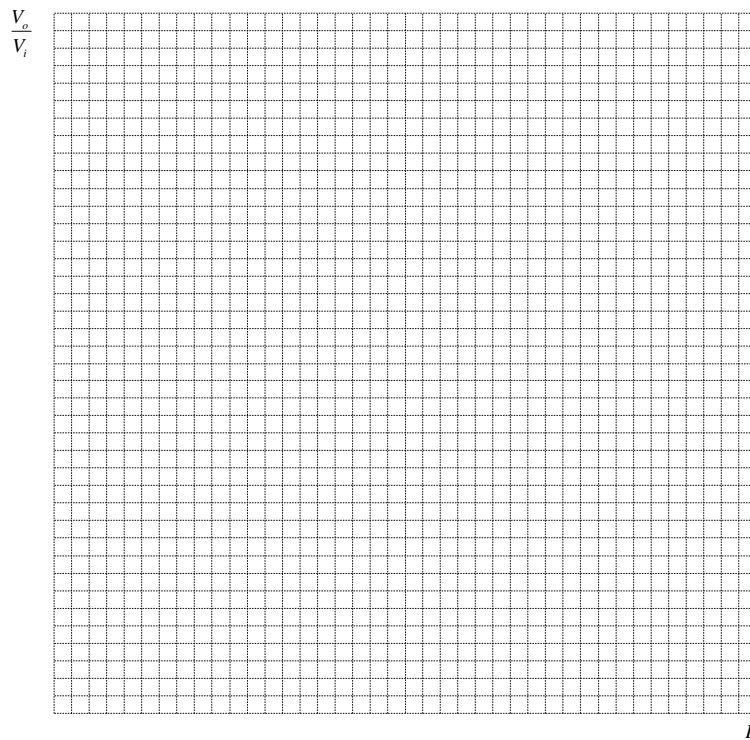


Figura 8 – Gráfico do ganho estático em função da razão cíclica do conversor Buck-Boost.

4 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Conversor Buck

Com base nos componentes usados e nas medições realizadas em laboratório, determine:

- Frequência de operação do circuito (valor medido);
- Frequência de ressonância do filtro de saída;
- Verificar se a $F_o < F_s/10$;
- Corrente média na saída para razão cíclica de 50%;
- Ondulação de corrente no indutor;
- Ondulação de tensão no capacitor de saída;
- Correntes média ($D = 50\%$) e máxima no indutor;
- Corrente média ($D = 50\%$) e corrente máxima no diodo;
- Corrente média ($D = 50\%$) e máxima no interruptor;
- Perdas de condução do diodo;
- Perdas de condução do interruptor;
- Necessidade ou não de dissipador no diodo e no interruptor;
- Trace a curva do ganho estático teórico sobre a curva experimental.

Conversor Boost

Com base nos componentes usados e nas medições realizadas em laboratório, determine:

- Corrente média na saída para razão cíclica de 50%;
- Ondulação de corrente no indutor;
- Ondulação de tensão no capacitor de saída;
- Correntes média ($D = 50\%$) e máxima no indutor;
- Corrente média ($D = 50\%$) e corrente máxima no diodo;
- Corrente média ($D = 50\%$) e máxima no interruptor;
- Perdas de condução do diodo;
- Perdas de condução do interruptor;
- Necessidade ou não de dissipador no diodo e no interruptor;
- Trace a curva do ganho estático teórico sobre a curva experimental.