
3. Conversores de corrente contínua-corrente contínua sem isolamento

Exercício nº3.1

Um conversor CC-C redutor com carga R (1Ω) e L(2mH) é alimentado a partir de uma fonte de tensão de 15 V. A frequência de operação é 50kHz e a tensão média na resistência é 5V.

- Determine o factor de ciclo.
- Determine aproximadamente a variação da tensão na resistência e compare-a com o valor real.

Exercício nº3.2

A velocidade de uma máquina de corrente contínua de imanes permanentes é regulada através de um “chopper” tipo A, com uma tensão de alimentação $V_1=48V$. A velocidade da máquina é mantida constante e igual a 750rpm, enquanto a tensão de alimentação do “chopper” varia entre -10% e + 75% e o binário varia entre 0 e o binário máximo. A máquina tem as seguintes características à potência máxima: $\Omega=1000\text{rpm}$; $V_a=24V$; $I_a=3A$; $P_{mec}=60W$; $L_a=120\text{mH}$; (perdas mecânicas nulas). Frequência de operação do conversor: 20kHz.

- Determine os factores de ciclo máximo e mínimo do conversor.
- Elabore os diagramas temporais da corrente de entrada no chopper, da corrente no diodo de roda livre, e da corrente no motor, para a tensão de entrada nominal e binário máximo.
- Determine aproximadamente a amplitude pico a pico da componente alternada da corrente no motor nas condições da alínea anterior, indicando para que valor de factor de ciclo esse valor se torna máximo. Justifique.

Exercício nº3.3

Um conversor CC-CC de quatro quadrantes é utilizado para controlar a velocidade de um motor de corrente contínua a partir de uma fonte de tensão contínua de 350V, operando a uma frequência de 10kHz com modulação a dois níveis. As características nominais do motor definidas à potência máxima de operação são as seguintes:

- potência mecânica: 5.6 kW
- velocidade de rotação: 2000 rpm
- tensão de alimentação: 300 V
- corrente de armadura: 20 A
- corrente de arranque máxima: 80 A
- autoindução de armadura: 50mH

- Desenhe o esquema eléctrico do conversor e determine os tempos de operação dos dispositivos semicondutores no arranque do motor. Indique a sequência de operação dos dispositivos de comutação e estabeleça diagramas temporais da corrente e tensão no motor.
- Determine os tempos de operação para que a máquina rode a 1500rpm quando a potência mecânica é 4.5 kW. Indique a sequência de operação dos dispositivos de comutação e estabeleça diagramas temporais da corrente e tensão no motor e num interruptor e da corrente na fonte de alimentação.

- c) Determine o factor de potência e o valor médio da corrente na fonte de alimentação nas condições da alínea anterior. Considere a corrente no motor aproximadamente constante.
- d) Suponha que o sistema está a operar na situação da alínea b) com binário negativo. Pertende-se manter a velocidade de rotação em 1500rpm. Descreva o funcionamento do conversor e calcule a potência fornecida à fonte de alimentação.
- e) Indique qual o tipo de dispositivos que utilizaria nesta aplicação e dimensione-os quanto aos valores mínimos em termos de corrente e de tensão que devem suportar. Refira os cuidados que devem ser tomados na realização dos circuitos de “drive”.

Exercício nº3.4

Considere um conversor redutor (“Buck converter” ou “Chopper” de um quadrante) em que a tensão de alimentação varia entre 18 e 24V. O conversor fornece uma tensão de 15V na saída e uma potência de 300W. ($f=50\text{kHz}$)

- a) Considere o conversor a operar no MCC. Determine a gama de variação do factor de ciclo.
- b) Estabeleça as formas de onda da corrente e da tensão no transistor e na carga para o factor de ciclo máximo.
- c) Determine os valores de L e de C por forma a que os valores das componentes alternadas de i_L e v_o sejam menores do que 1% e 0,1% dos seus valores médios, respectivamente.
- d) Determine o parâmetro adimensional $K=2L/RT$ em função do factor de ciclo na fronteira dos MCC e MCD (o parâmetro K indica uma medida da tendência do conversor para operar no MCD).
- e) Considere o conversor a operar no MCD e determine o valor médio da tensão de saída.
- f) Se pretendesse projectar um conversor com as características apresentadas, consideraria o conversor a operar no MCC ou no MCD? Porquê?

Exercício nº3.5

Considere um conversor ampliador (“Boost converter”) em que a tensão de alimentação varia entre 18 e 24V. O conversor fornece uma tensão de 150V na saída e uma potência de 300W. ($f=50\text{kHz}$)

- g) Considere o conversor a operar no MCC. Determine a gama de variação do factor de ciclo.
- h) Estabeleça as formas de onda da corrente e da tensão no transistor e no diodo para o factor de ciclo máximo. Determine os valores médios e eficazes das correntes no transistor e no diodo.
- i) Determine os valores de L e de C por forma a que os valores das componentes alternadas de i_L e v_o sejam menores do que 1% e 0,1% dos seus valores médios, respectivamente.
- j) Determine o parâmetro adimensional $K=2L/RT$ em função do factor de ciclo na fronteira dos MCC e MCD (o parâmetro K indica uma medida da tendência do conversor para operar no MCD).
- k) Considere o conversor a operar no MCD e determine o valor médio da tensão de saída.

- l) Se pretendesse projectar um conversor com as características apresentadas, consideraria o conversor a operar no MCC ou no MCD? Porquê?

Exercício nº3.6

Repita o exercício anterior considerando o conversor redutor- ampliador (“Buck-Boost converter”).

Exercício nº3.7

Um conversor ampliador é alimentado a partir de uma fonte de tensão contínua variável entre 15 e 40 V e fornece na saída uma tensão igual a 120V com uma potência de 12kW. A bobine tem um coeficiente de indução de 10μH.

Determine o valor da frequência de operação para que a corrente na bobine tenha uma variação pico a pico menor que 40% para toda a gama de variação da tensão de entrada.

Exercício nº3.8

Um conversor redutor ampliador deverá ser projectado com as seguintes características:

Tensão de alimentação: $136V < V_1 < 204V$
Potência de saída: $5W < P_o < 100W$
Tensão de saída: $V_o = -150V$
Frequência: $f = 100kHz$

Projecte o conversor tendo em conta as seguintes considerações:

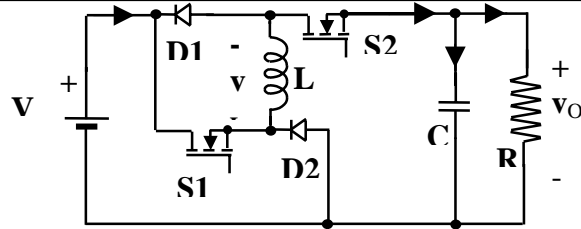
- O conversor deverá operar sempre no modo de condução descontinua MCD.
- Dadas as especificações acima definidas escolha os valores de L e de C por forma a minimizar a corrente de pico na bobine.
- O valor da componente alternada da tensão de saída deverá ser menor do que 1V.

Especifique

- a) o valor da bobine
- b) o valor do condensador
- c) o caso em que a corrente de pico na bobine é mais elevado
- d) a gama de variação do factor de ciclo.

Exercício nº3.9

Considere o conversor CC-CC, da figura. Os transistores são comandados por modulação de largura de impulso por forma a que passem ambos à condução e ao corte simultaneamente.



- Considerando que o conversor opera no modo de condução contínua, determine a relação de conversão V_O/V e os diagramas da tensão e da corrente na bobine e da corrente de entrada, para um período de operação em regime permanente.
- Determine as condições que impõem a operação no modo de condução descontínua em função do factor de ciclo D e do parâmetro adimensional $K=2L/RT$, onde T é o período de operação. Determine o valor da relação de conversão V_O/V em função de D e de K , quando o circuito opera no modo de condução descontínua.

Exercício nº3.10

O conversor CC-CC redutor da figura opera no modo de condução descontínua. Determine o valor de V_2 em função dos parâmetros do circuito.

