1 Conversor DC-DC Buck

1.1 Análise teórica

Este capitulo tem como objetivo analisar o conversor DC-DC Buck. Assim, será determinada a função transferência $\frac{V_{out}}{V_i}$ do conversor, que permitirá chegar a um fator de conversão, bem como a eficiência do mesmo. Esta analise será feita sem ter em conta as capacidades parasitas. O conversor Buck está representado na figura 1.

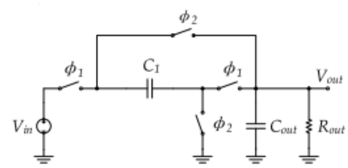

Figura 1: Núcleo do conversor DC-DC Buck

A análise do conversor será realizada em três instantes, em que cada um está associado a uma fase. Se o circuito estiver a funcionar na fase 1 (ϕ_1) obtém-se o circuito representado na figura 2, mas se estiver a funcionar na fase 2 (ϕ_2) obtém-se o circuito da figura **??**.

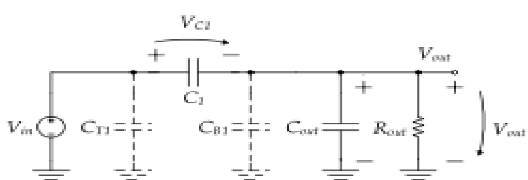

Figura 2: Fase 1 (ϕ_1)

$$x + 1 = 0 \tag{1}$$

De forma a obter a relação $\frac{V_{out}}{V_i}$ considera-se que existe conservação de carga entre fases. Em ambos os casos existe conservação de carga no nó de saída e considerando o seguinte andamento temporal (figura 3).

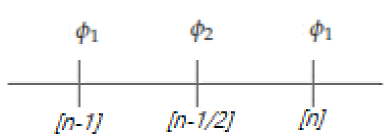

Figura 3: Andamento temporal

Considerando a conservação de carga da fase 1 para a fase 2 ($\phi_1 \rightarrow \phi_2$) obtém-se a seguinte equação.

$$Q_{C_1}^{\phi_2} + Q_{C_{out}}^{\phi_2} + \Delta Q_{Rout} = Q_{C_1}^{\phi_1} + Q_{C_{out}}^{\phi_1} \tag{2}$$

Tendo em consideração que $\Delta Q_{Rout} = \frac{T_{clk}}{2} I_{out}$ a equação 1 pode ser escrita da seguinte forma:

$$V_{out}[n-\frac{1}{2}]C_1+V_{out}[n-\frac{1}{2}]C_{out}+V_{out}[n-\frac{1}{2}](\frac{T_{clk}}{2}\frac{1}{R_{out}}) = (V_i-V_{out}[n-1])C_1+V_{out}[n-1]C_{out} \tag{3}$$

Considerando agora a conservação de carga da fase 2 para a fase 1 ($\phi_2 \rightarrow \phi_1$) obtém-se a seguinte equação.

$$-Q_{C_1}^{\phi_1} + Q_{C_{out}}^{\phi_1} + \Delta Q_{Rout} = -Q_{C_1}^{\phi_2} + Q_{C_{out}}^{\phi_2} \tag{4}$$

$$-(V_i-V_{out}[n])C_1+V_{out}[n]Cout+V_{out}[n](\frac{T_{clk}}{2}\frac{1}{R_{out}}) = -V_{out}[n-\frac{1}{2}]C_1+V_{out}[n-\frac{1}{2}]C_{out} \tag{5}$$

Resolvendo a equação 4 em ordem a $V_{out}[n-\frac{1}{2}]$ e substituindo na equação 2 obtém-se a seguinte expressão de $\frac{V_{out}}{V_i}$.

$$\frac{V_{out}}{V_i} = \frac{C_1(2+\frac{T_{clk}}{2}\frac{1}{CoutR_{out}})}{4C_1+\frac{C_1Tclk}{CoutR_{out}}+\frac{T_{clk}}{R_{out}}+\frac{Tclk^2}{4R_{out}^2C_{out}}} \tag{6}$$

Considerando $C_{out} >> C_1$ e que $F_{clk} = \frac{1}{Tclk}$ obtém-se:

$$\frac{V_{out}}{V_i} = \frac{2F_{clk}R_{out}C_1}{4F_{clk}R_{out}C_1+1} \tag{7}$$

Como $4F_{clk}R_{out}C_1 > 1$ então:

$$\frac{V_{out}}{V_i} = \frac{1}{2} \tag{8}$$

Assim sendo, a razão de conversão do conversor é de $\frac{1}{2}$.

Através da equação 6 é possível chegar á F_{clk} do conversor.

$$F_{clk} = \frac{V_{out}}{2R_{out}C_1(V_i - 2V_{out})} \tag{9}$$

A eficiência do conversor é dada por: $\eta = \frac{P_{out}}{P_i}$ onde $P_{out} = V_{out}I_{out}$ e $P_{in} = V_iI_i$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out}I_{out}}{V_iI_i} = \frac{|V_{out}(\Delta Q_{out}^{\phi_1} + \Delta Q_{out}^{\phi_2})F_{clk}|}{|V_i(\Delta Q_i^{\phi_1} + \Delta Q_i^{\phi_2})F_{clk}|}$$

$$\begin{cases} x^2 & : x < 0 \\ x^3 & : x \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{array}{rcl} a + b + c & = & d \\ e + f & = & g \\ h & = & i \end{array} \tag{10}$$

$$\begin{aligned} a + b + c &= d \\ e + f &= g \\ h &= i \end{aligned} \tag{11}$$