

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Curso de Engenharia Elétrica

Henrique Soares Costa

TRABALHO FINAL EMBARCADOS:

Buck Controller

Belo Horizonte

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.2. TESTANDO AKI.....	9
<i>1.3.3 OLA Horsa</i>	<i>9</i>
1.4. OSDAINFDAW	9
2. DESENVOLVIMENTO.....	10
3. CONCLUSÃO.....	11
REFERÊNCIAS.....	12
GLOSSÁRIO	13

1 SEÇÃO PRIMÁRIA (CAIXA ALTA, NEGRITO, TAMANHO 12)

1.1 Seção secundária (Caixa baixa, negrito, tamanho 12)

1.1.1 Seção terciária (Caixa baixa, itálico, tamanho 12)

1.1.1.1 Seção quaternária (Caixa baixa, itálico, negrito, tamanho 12)

1.1.1.1.1 Seção quinária (Caixa baixa, sem negrito, tamanho 12)

1. INTRODUÇÃO

$$V_{in} = 30V \quad V_{out} = 12V/2A \quad L = 470\mu H \quad C = 100\mu F$$

$$\frac{v_{out}}{d} = \frac{180.0}{2.82 \cdot 10^{-7}s^2 + 0.00047s + 6.0} \quad v_{divisor} = 12 \cdot \frac{3,9k\Omega}{15k\Omega + 3,9k\Omega} = 12 \cdot 793,6507m$$

$$Controlador = \frac{124,1}{s}$$

$$y(n) = 0.001241x(n) + 0.001241x(n-1) + y(n-1)$$

Calculando o mosfet e diodo necessários:

$$I_{diodo} = I_{L_{TOFF}} \Rightarrow I_L(t) = \frac{1}{L} \cdot \int v_L \Rightarrow I_{L_{TOFF}}(t) = \frac{1}{L} \int (0 - V_{out})dt = \frac{-V_{out} \cdot (t - DT_s)}{L} + I_{LMáx}$$

$$\Delta I_L = \frac{(V_{in} - V_{out})D}{L \cdot f_{sw}} \Rightarrow I_{LMáx} = I_{out} + \frac{\Delta I_L}{2} = I_{out} + \frac{(V_{in} - V_{out})D}{2L \cdot f_{sw}}$$

$$I_{diodoRMS} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \cdot \int_{DT_s}^{T_s} (I_{L_{TOFF}})^2 dt} = 1,55A$$

Mosfet:

$$I_{L_{Ton}}(t) = \frac{1}{L} \int (V_{in} - V_{out})dt = \frac{(V_{in} - V_{out})t}{L} + I_{Lmín}$$

$$I_{Lmín} = I_{out} - \frac{\Delta I_L}{2} = I_{out} - \frac{(V_{in} - V_{out})D}{2L \cdot f_{sw}}$$

$$I_{MosfetRMS} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \cdot \int_0^{DT_s} (I_{L_{Ton}})^2 dt} = 1,266A$$

Mosfet precisa suportar 1,26A com $V_{dsMax} = 30V$ ou mais

Diodo precisa de suportar 1,55A com $V_{rrm} = 30V$ ou mais

2. DRIVER MOSFET

HIGH SIDE:

$$V_{ds\text{máx}} = 30V \quad I_{dmáx} = 1,26A \quad R_{ds} = 0,077 \quad Q_g = 72nC \quad t_{rise} = 44ns \quad t_{Fall} = 43ns$$

$$PotenciaDissipada = Q_G \cdot V_{gs} \cdot F_{sw} = 72nC \cdot 12V \cdot 50kHz = 43,2mW$$

$$i_G = \frac{72nC}{t_{rise}} = \frac{72nC}{44ns} = 1,63A \quad R_{gON} = \frac{12V - 0,7V}{1,63A} = 6,93\Omega \cong 2,7\Omega_{Gate} + 4,7\Omega_{source}$$

$$i_G = \frac{72nC}{t_{fall}} = \frac{72nC}{43ns} = 1,67A$$

$$t_{fall} = 69,53ns$$

$$P_{on} = R_{ds} \cdot k_{aquecimento} \cdot I_{ds}^2 \cdot Duty \quad Perdas_{condução} = 0,077 \cdot \underbrace{1,5}_{Aquecimento} \cdot 1,26^2 \cdot 40\%$$

$$\cong 73,34mW$$

$$P_{SW} = \frac{1}{2} \cdot V_{ds} \cdot I_{ds} \cdot (t_{rise} + t_{fall}) \cdot f_{sw} \quad P_{sw} = \frac{1}{2} \cdot 30V \cdot 1,26 \cdot (44ns \cdot 2) \cdot 50kHz$$

$$P_{sw} = 83,16mW$$

Analisando o driver com as specs da ONSEMI:

O máximo de queda que o capacitor pode ter é:

$$\Delta V_{boot} = V_{cap} - V_{gsmín} = (V_{BS} - V_{diodo}) - V_{gsmín}$$

$$\Delta V_{boot} = 12 - 0,7 - 10V = 1,3V \quad \Rightarrow \quad C_{boot} = \frac{Q_{total}}{\Delta V_{boot}}$$

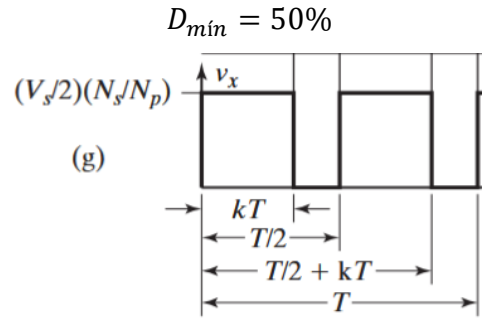
$$Q_{total} = Q_{gate} + (I_{fugaGate} + I_{fugaCapacitor} + I_{QBS} + I_{fugaDiodo+Restante}) \cdot t_{on} + Q_{LS}$$

$$Q_{total} = 72nC + (230\mu A) \cdot \left(0,4 \cdot \frac{1}{50kHz}\right) + 3nC = 76,84nC \quad \Rightarrow \quad C_{boot} = \frac{76,84nC}{1,3V}$$

$$= 59nF$$

$$C_{boot} = 100nF$$

Analisando agora o driver pelo método do youtube:



$$t_{highMáx} = 0,5T_s = 10\mu s \quad t_{lowMín} = \frac{T_s}{2} = 10\mu s$$

O capacitor de bootstrap se carrega quando a chave low side está ligada:

$$3R_b C_b \leq t_{highmín} \Rightarrow 3 \cdot R_b \cdot 100nF = 50\% \cdot T_s \Rightarrow R_b = 33,33\Omega \cong 10\Omega$$

$$I_{diodoCBmédio} = \frac{Q_{cb}}{0,14 \cdot T_s} = \frac{76,84nC}{10\mu s} = 7,684mA/30V_{rrm} \quad I_{pico} = \frac{12 - 0,7}{2,7\Omega + 4,7\Omega + 10\Omega} = 650mA$$

$$P_{diodo}(t) = 0,7V \cdot \frac{V}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow P_{diodomáx} = 482mW$$

$$P_{resistor} = \frac{1}{2} \cdot 100nF \cdot (12 - 0,7)^2 \cdot 50kHz = 320mW$$

