

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Curso de Engenharia Elétrica

**Henrique Soares Costa**

**TRABALHO FINAL EMBARCADOS:**

**Buck Controller**

Belo Horizonte

2025

## SUMÁRIO

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

### 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 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:

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

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

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

Mosfet:

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

$$\cong 73,34mW$$

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

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

Analizando o driver com as specs da ONSEMI:

O máximo de queda que o capacitor pode ter é:

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

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

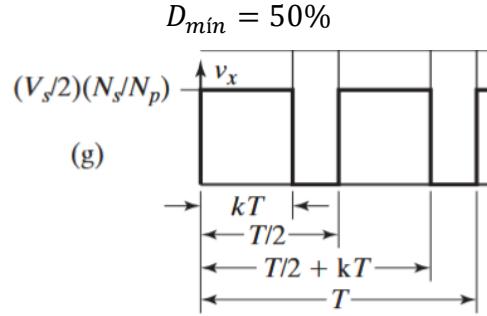
$$Q_{total} = Q_{gate} + (I_{fugaGate} + I_{fugaCapacitor} + I_{QBS} + I_{fugaDiodo+Restante}) \cdot t_{on} + Q_{LS}$$

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

$$= 59nF$$

$$C_{boot} = 100nF$$

Analizando 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:

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

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

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

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

