

Step-by-step design

Thông số thiết kế:

- + Vinorm: 12V
- + Vimax: 15V
- + Vimin 10.8V
- + Vo: 300V
- + Công suất cực đại: 600w
- + Tần số: 100khz
- + Dmax = 0.42

Tính toán chi tiết.

Lựa chọn sơ đồ mạch.

Push – Pull là sơ đồ thích hợp cho ứng dụng này.

- **Điện áp ra được xác định theo công thức:**

$$V_{out} = 2 \cdot (N_2/N_1) \cdot d \cdot V_{in}$$

Với:

- N1 là số vòng cuộn sơ cấp
- N2 là số vòng cuộn thứ cấp
- d: là độ rộng xung
- Vin là điện áp vào cuộn sơ cấp

Với tần số chuyển mạch là 100khz, chu kỳ chuyển mạch sẽ là:

$$T = 1/f = 1/10^5 = 10\mu s$$

- **Maximum duty cycle:**

Theo lý thuyết thời gian mở tối đa cho mỗi nhánh fet sẽ là:

$$T_{on} = 0.5 \cdot T = 5\mu s$$

Cần phải có khoảng deadtime để ngăn hiện tượng trùng dẫn, nên ta sẽ chọn:

$$D_{max} = 0.42$$

- **Transformer turns ratio:**

$$\begin{aligned} N &= N_2/N_1 = V_{out}/(2 \cdot V_{imin} \cdot D_{max}) \\ &= 300/(2 \cdot 10.8 \cdot 0.42) = 33 \text{ (lấy gần đúng)} \end{aligned}$$

- **Minimum duty cycle:**

$$\begin{aligned} D_{min} &= V_{out}/(2 \cdot N \cdot V_{imax}) \\ &= 300/(2 \cdot 33 \cdot 15) = 30.3 \end{aligned}$$

- **Duty cycle at nominal input voltage (tại điện áp vào là 12V):**

$$\begin{aligned} D_{nom} &= V_{out}/(2 \cdot N \cdot V_{inorm}) \\ &= 300/(2 \cdot 33 \cdot 12) = 37.8 \end{aligned}$$

Vậy ta có:

$$30.3 \leq D \leq 0.42$$

- **Công suất vào Pin:**

$$\text{Giả sử hiệu suất là } h = 75\% \rightarrow P_{in} = P_{out}/h = 600/0.75 = 800 \quad (W)$$

- **Maximum average input current:**

$$I_{in} = P_{in}/V_{inmin} = 800/10.8 = 74 \quad (A)$$

- **Maximum equivalent flat topped input current:**

$$I_{pft} = I_{in}/2 \cdot D_{max} = 74/0.84 = 88 \quad (A)$$

• **Primary RMS current:**

$$I_{prms} = I_{pft} \cdot \sqrt{D_{max}} = 88 \cdot \sqrt{0.42} = 57 \quad (A)$$

• **Maximum average output current:**

$$I_{out} = P_{out} / V_{out} = 600 / 300 = 2 \quad (A)$$

• **Secondary rms current:**

$$I_{srms} = I_{out} \cdot \sqrt{D_{max}} = 2 \cdot \sqrt{0.42} = 1.3 \quad (A)$$

Tham số thiết kế biến áp:

Công thức xác định mật độ từ thông:

$$B_{max} = \left(\frac{P_{core}}{a \cdot \left(\frac{f}{1000} \right)^c} \right)^{\frac{1000}{d}}$$

Trong đó: P_{core} là mật độ công suất tổn hao của lõi.

Ta chọn $P_{core} = 100 \text{ mW/cm}^3$ để giữ cho nhiệt độ tăng xấp xỉ đến 40°C .

Với lõi có vật liệu là P, tần số nằm trong khoảng: $100 \text{ kHz} \leq f < 500 \text{ kHz}$, ta có các

Tham số còn lại: **a = 0.0434; c = 1.63; d = 2.62**

Thay các giá trị vào công thức trên ta có:

$$B_{max} = \left(\frac{100}{0.0434 \cdot \left(\frac{100000}{1000} \right)^{1.63}} \right)^{\frac{1000}{2.62}} = 1336 \text{ G}$$

$$\rightarrow \Delta B = 2 \cdot B_{max} = 2672 \text{ G}$$

• **Xác định số vòng cuộn sơ cấp:**

$$N_p = \frac{10^8 \cdot V_{in \min} \cdot \left(\frac{2}{f} \right) \cdot D_{max}}{\Delta B \cdot A_c} = \frac{10^8 \cdot 10.8 \cdot \left(\frac{2}{100000} \right) \cdot 0.42}{2672 \cdot 1.43} = 2.37$$

Với $A_c = 1.43 \text{ cm}^2$ là tiết diện lõi mình dùng

Chọn số vòng sơ cấp sẽ là 2 vòng.

• **Xác định số vòng cuộn thứ cấp:**

$$N_s = \frac{V_{out}}{2 \cdot D_{max}} \cdot N_p = \frac{300}{2 \cdot 0.42} \cdot 2 = 66$$

• **Xét hiệu ứng bề mặt:**

Tại tần số 100kHz, độ sâu thâm dòng điện (current penetration depth) là:

$$\delta = 6.62/\text{Sqrt}(f) = 6.62/\text{Sqrt}(100000) = 0.0209\text{cm}$$

→ Cần chọn dây có đường kính lớn hơn $2 * \delta = 0.0418\text{cm}$

• **Xác định đường kính dây:**

Chọn mật độ dòng là $J = 5\text{A/mm}^2$, ta có:

Tiết diện dây sơ cấp: $A_{cuP} = I_{prms}/J = 57/5 = 11.4\text{mm}^2 = 0.114\text{cm}^2$

Tiết diện dây thứ cấp: $A_{cuS} = I_{srms}/J = 1.3/5 = 0.26\text{mm}^2 = 0.0026\text{cm}^2$

Tra bảng thông số dây ta có:

Chọn dây sơ cấp là AWG 7, đường kính dây là 3.6mm

Chọn dây thứ cấp là AWG 23, đường kính dây 0.573mm, lấy tròn 0.6mm

Phần này chỉ tập trung vào biến áp

Mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp

Thank you,

Write by

Goldstar09 (Mr.D...)

Email: sangtaotre2007@gmail.com