

Исходны данные:

$$\begin{aligned}U_{\Pi} &:= 220 & U_{\Pi\max} &:= U_{\Pi} \cdot 1.2 = 264 \\f &:= 50 & U_{\Pi\min} &:= U_{\Pi} \cdot 0.8 = 176 \\U_{\text{H}} &:= 27 & \Delta U &:= 0.01 \cdot U_{\text{H}} = 0.27 \\I_{\text{H}} &:= 1 \\f_{\text{пр}} &:= 75 \cdot 10^3\end{aligned}$$

Параметры микросхемы:

$$\begin{aligned}I_{\text{пм}} &:= 11 \cdot 10^{-3} & U_{\text{пвых}} &:= 5 \\I_{\text{пmax}} &:= 17 \cdot 10^{-3} & U_{\text{дпр}} &:= 0.6 \\I_{\text{выхmax}} &:= 1 & U_{\text{pil}} &:= 1.7 \\U_{\text{пм}} &:= 9 & T_{\text{мmax}} &:= 343 \\U_{\text{пmmax}} &:= 30 & T_{\text{mmin}} &:= 233\end{aligned}$$

Сердечник:

$$\begin{aligned}\text{K20x15x10} & & \mu_{\text{H}} &:= 140 \\D &:= 20 \cdot 10^{-3} & d &:= 10 \cdot 10^{-3} & h &:= 5 \cdot 10^{-3} \\S_{\text{стали}} &:= \frac{(D-d) \cdot h}{2} = 2.5 \times 10^{-5} \\S_{\text{окна}} &:= \frac{\pi \cdot d^2}{2} = 1.571 \times 10^{-4} \\V_{\text{стали}} &:= \left(\pi \cdot \frac{D^2}{4} - \pi \cdot \frac{d^2}{4} \right) \cdot h = 1.178 \times 10^{-6} \\l_{\text{ср}} &:= \pi \cdot \left(\frac{D+d}{2} \right) = 0.047 \\l_{\text{витка}} &:= 2 \cdot h + D - d = 0.02 \\S_{\text{охлаждения}} &:= \pi \cdot D \cdot h + 2 \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 9.425 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$1. \quad B_{s25} := 0.7 \quad T_{cep} := 70$$

$$B_{smin} := B_{s25} - \frac{0.15}{100} (T_{cep} - 25) = 0.632$$

$$2. \quad B_m := 0.8 \cdot B_{smin} = 0.506$$

$$3. \quad P_H := 2I_H \cdot U_H + I_{HM} \cdot U_{HM} = 54.099$$

$$4. \quad \eta := 0.9 \quad \mu_0 := 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$$

$$H_m := \frac{B_m}{\mu_0 \cdot \mu_H} = 2.876 \times 10^3$$

$$P_{np} := \frac{P_H}{\eta}$$

$$V_{серд} := \frac{2P_{np}}{B_m \cdot H_m \cdot f_{np}} = 1.101 \times 10^{-6}$$

$$5. \quad B_r := 0.08$$

Потери в сердечнике на перемагничивание

$$B_{m1} := \frac{B_m - B_r}{2} = 0.213$$

$$B_{m2} := \sqrt{\frac{2 \cdot (\mu_0 \cdot \mu_H) \cdot P_H}{V_{стали} \cdot f_{np}}} = 0.464$$

$$\alpha := 1.7 \quad \beta := 1.8 \quad P_0 := 2000$$

$$f_0 := 1000 \quad B_{m0} := 1$$

$$P_{серд} := P_0 \cdot \left(\frac{f_{np}}{f_0} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{B_{m1}}{B_{m0}} \right)^\beta \cdot V_{стали} = 0.224$$

Рассеиваемая мощность

$$T_{обмmax} := 403$$

$$\Delta T := T_{обмmax} - T_{mmax} = 60$$

$$\alpha_{охл} := 20$$

$$R_T := \frac{1}{\alpha_{\text{охл}} \cdot S_{\text{охлаждения}}} = 53.052$$

$$P_{\text{рас}} := \frac{\Delta T}{R_T} = 1.131$$

$$P_{\text{обм}} := P_{\text{рас}} - P_{\text{серд}} = 0.907$$

$$\kappa_{\text{зmax}} := 0.5$$

$$I_{\text{нmax}} := 2 \cdot \frac{P_{\text{пр}}}{U_{\text{пmin}} \cdot \kappa_{\text{зmax}}} = 1.366 \text{ A}$$

$$W_1 := \frac{U_{\text{пmin}} \cdot \kappa_{\text{зmax}}}{f_{\text{пр}} \cdot S_{\text{стали}} \cdot B_{\text{m1}}} = 220.344$$

$$W_2 := \frac{(U_{\text{н}} + 0.6) \cdot (1 - \kappa_{\text{зmax}})}{f_{\text{пр}} \cdot S_{\text{стали}} \cdot B_{\text{m1}}} = 34.554$$

$$W_{22} := \frac{(U_{\text{н}} + 0.6) \cdot (1 - \kappa_{\text{зmax}})}{f_{\text{пр}} \cdot S_{\text{стали}} \cdot B_{\text{m1}}} = 34.554$$

$$W_3 := \frac{(U_{\text{пм}} + 2 \cdot 0.6) \cdot (1 - \kappa_{\text{зmax}})}{f_{\text{пр}} \cdot S_{\text{стали}} \cdot B_{\text{m1}}} = 12.77$$

$$W_1 := 221 \quad W_2 := 35 \quad W_{22} := 35 \quad W_3 := 13$$

Индуктивности обмоток трансформатора:

$$L_1 := \mu_0 \cdot \mu_{\text{н}} \cdot \frac{S_{\text{стали}} \cdot W_1^2}{l_{\text{витка}}} = 10.741 \times 10^{-3}$$

$$L_2 := \mu_0 \cdot \mu_{\text{н}} \cdot \frac{S_{\text{стали}} \cdot W_2^2}{l_{\text{витка}}} = 269.392 \times 10^{-6}$$

$$L_{22} := \mu_0 \cdot \mu_{\text{н}} \cdot \frac{S_{\text{стали}} \cdot W_{22}^2}{l_{\text{витка}}} = 269.392 \times 10^{-6}$$

$$L_3 := \mu_0 \cdot \mu_{\text{н}} \cdot \frac{S_{\text{стали}} \cdot W_3^2}{l_{\text{витка}}} = 37.165 \times 10^{-6}$$

Мощность потерь в обмотках трансформатора:

$$P_1 := \frac{P_{\text{обм}} \cdot P_{\text{пр}}}{P_{\text{пр}} + P_{\text{н}}} = 0.477 \text{ Вт}$$

$$P_2 := \frac{P_{\text{обм}} \cdot I_{\text{н}} \cdot U_{\text{н}}}{P_{\text{пр}} + P_{\text{н}}} = 0.214 \text{ Вт}$$

$$P_{22} := \frac{P_{\text{обм}} \cdot I_{\text{н}} \cdot U_{\text{н}}}{P_{\text{пр}} + P_{\text{н}}} = 0.214 \text{ Вт}$$

$$P_3 := \frac{P_{\text{обм}} \cdot I_{\text{пм}} \cdot U_{\text{пм}}}{P_{\text{пр}} + P_{\text{н}}} = 7.859 \times 10^{-4} \text{ Вт}$$

$$P_{\text{сум}} := P_1 + P_2 + P_3 + P_{22} = 0.907 \text{ Вт}$$

Сопротивления обмоток:

$$R_1 := \frac{3 \cdot P_1}{\left(\frac{P_{\text{пр}}}{U_{\text{п}} \cdot k_{3\text{max}}} \right)^2} = 4.794 \text{ Ом}$$

$$R_2 := \frac{3 \cdot P_2}{\left(\frac{I_{\text{нmax}}}{1 - k_{3\text{max}}} \right)^2} = 0.086 \text{ Ом}$$

$$R_{22} := \frac{3 \cdot P_2}{\left(\frac{I_{\text{нmax}}}{1 - k_{3\text{max}}} \right)^2} = 0.086 \text{ Ом}$$

$$R_3 := \frac{3 \cdot P_3}{\left(\frac{I_{\text{пм}}}{1 - k_{3\text{max}}} \right)^2} = 4.871 \text{ Ом}$$

Площади поперечных сечений и диаметры проводов обмоток трансформатора:

$$\rho := 0.0175 \cdot 10^{-6}$$

$$S_1 := \frac{\rho \cdot W_1 \cdot l_{\text{витка}}}{R_1} = 1.613 \times 10^{-8} \text{ м}^2$$

$$d_1 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = 1.433 \times 10^{-4}$$

$$S_2 := \frac{\rho \cdot W_2 \cdot l_{\text{витка}}}{R_2} = 1.422 \times 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$d_2 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = 4.255 \times 10^{-4}$$

$$S_{22} := \frac{\rho \cdot W_{22} \cdot l_{\text{витка}}}{R_{22}} = 1.422 \times 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$d_{22} := \sqrt{\frac{4 \cdot S_{22}}{\pi}} = 4.255 \times 10^{-4}$$

$$S_3 := \frac{\rho \cdot W_3 \cdot l_{\text{витка}}}{R_3} = 9.34 \times 10^{-10} \text{ м}^2$$

$$d_3 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_3}{\pi}} = 3.449 \times 10^{-5}$$

Провод ПЭТ-155

$$d_1 := 0.2 \cdot 10^{-3} \quad d_{i1} := 0.105 \cdot 10^{-3}$$

$$d_2 := 0.6 \cdot 10^{-3} \quad d_{i2} := 0.105 \cdot 10^{-3}$$

$$d_{22} := 0.6 \cdot 10^{-3} \quad d_{i22} := 0.105 \cdot 10^{-3}$$

$$d_3 := 0.6 \cdot 10^{-3} \quad d_{i3} := 0.105 \cdot 10^{-3}$$

$$S_1 := \frac{\pi \cdot d_{i1}^2}{4} = 8.659 \times 10^{-9} \text{ м}^2 \quad S_2 := \frac{\pi \cdot d_{i2}^2}{4} = 8.659 \times 10^{-9} \text{ м}^2$$

$$S_{22} := \frac{\pi \cdot d_{i22}^2}{4} = 8.659 \times 10^{-9} \text{ м}^2 \quad S_3 := \frac{\pi \cdot d_{i3}^2}{4} = 8.659 \times 10^{-9} \text{ м}^2$$

$$K3_{\text{окна}} := 0.5$$

$$S_{\text{обм}} := \frac{S_1 \cdot W_1 + S_2 \cdot W_2 + S_{22} \cdot W_{22} + S_3 \cdot W_3}{K3_{\text{окна}}} = 5.265 \times 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$S_{\text{окна}} - S_{\text{обм}} = 1.518 \times 10^{-4}$$

Так как площадь окна больше, то размещение обмоток возможно

$$U_{\text{трсил}} := U_{\text{пмах}} + U_{\text{н}} \cdot \frac{W_1}{W_2} = 434.486$$

$$I_{\text{тр}} := 1.2 \cdot I_{\text{нмах}} = 1.639$$

Выбор силового транзистора:

IRF840 (отечественный аналог КП770)

$$U_{\text{симах}} := 500 \text{ В}$$

$$I_{\text{ст}} := 8 \text{ А}$$

Определим величину сопротивления на затворе R9:

$$R9 := \frac{U_{\text{пвых}}}{I_{\text{выхмах}}} = 5 \text{ Ом}$$

$$R9 := 5.1 \quad \text{Ом}$$

выбираем резистор по ряду E24 марки с2-33.

Расчет диодов выходного фильтра

$$U_{vd1} := \left(U_H + U_{пmax} \cdot \frac{W_2}{W_1} \right) = 68.81$$

$$I_{vd1} := 1.5 \cdot I_H = 1.5$$

Диод выберем КД223А

$$U_{д1} := 200 \text{ В}$$

$$I_{д1} := 2 \text{ А}$$

$$U_{vd2} := \left(U_{пм} + U_{пmax} \cdot \frac{W_3}{W_1} \right) = 24.529$$

$$I_{vd2} := 1.5 \cdot I_{пм} = 0.017$$

Диод выберем КД116Б1

$$U_{д2} := 50 \text{ В}$$

$$I_{д2} := 0.1 \text{ А}$$

Расчет емкости выходного фильтра

$$C_1 := \frac{I_H \cdot K_{3\max}}{2 \cdot f_{пп} \cdot \Delta U} = 1.235 \times 10^{-5}$$

$$C_1 := 12.3 \cdot 10^{-6}$$