Исходны данные:

$U_{П} := 115$ $U_{Пmax} := U_{П} \cdot 1.4 = 161$

$f := 400$ $U_{Пmin} := U_{П} \cdot 0.6 = 69$

$U_{Н} := 27$ $\Delta U := 0.01 \cdot U_{Н} = 0.27$

$I_{Н} := 0.5$

$f_{пр} := 30 \cdot 10^{3}$

Параметры микросхемы:

$I_{ПМ} := 11 \cdot 10^{-3}$ $U_{Пвых} := 5$

$I_{Пmax} := 17 \cdot 10^{-3}$ $U_{Дпр} := 0.6$

$I_{выхmax} := 1$ $U_{pil} := 1.7$

$U_{ПМ} := 9$ $T_{Ммax} := 343$

$U_{ПМmax} := 30$ $T_{Ммin} := 233$

Сердечник:

K20x15x10 $\mu_{Н} := 140$

$D := 20 \cdot 10^{-3}$ $d := 10 \cdot 10^{-3}$ $h := 5 \cdot 10^{-3}$

$$S_{стали} := \frac{(D - d) \cdot h}{2} = 2.5 \times 10^{-5}$$

$$S_{окна} := \frac{\pi \cdot d^{2}}{2} = 1.571 \times 10^{-4}$$

$$V_{стали} := \left(\pi \cdot \frac{D^{2}}{4} - \pi \cdot \frac{d^{2}}{4} \right) \cdot h = 1.178 \times 10^{-6}$$

$$l_{ср} := \pi \cdot \left(\frac{D + d}{2} \right) = 0.047$$

$l_{витка} := 2 \cdot h + D - d = 0.02$

$$S_{охлаждения} := \pi \cdot D \cdot h + 2 \frac{\pi \cdot D^{2}}{4} = 9.425 \times 10^{-4}$$

1. $B_{s25} := 0.7 \qquad T_{сер} := 70$

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

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

3. $P_н := 2I_н \cdot U_н + I_{пм} \cdot U_{пм} = 27.099$

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

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

$$P_{пр} := \frac{P_н}{\eta}$$

$$V_{серд} := \frac{2P_{пр}}{B_m \cdot H_m \cdot f_{пр}} = 1.379 \times 10^{-6}$$

5. $B_r := 0.08$

Потери в сердечнике на перемагничивание

$$B_{m1} := \frac{B_m - B_r}{2} = 0.213 \qquad B_{m2} := \sqrt{\frac{2 \cdot \left(\mu_0 \cdot \mu_н\right) \cdot P_н}{V_{стали} \cdot f_{пр}}} = 0.519$$

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

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

$$P_{серд} := P_0 \cdot \left(\frac{f_{пр}}{f_0}\right)^{\alpha} \cdot \left(\frac{B_{m1}}{B_{m0}}\right)^{\beta} \cdot V_{стали} = 0.047$$

Рассеиваемая мощность

$T_{обмmax} := 403$

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

$\alpha_{охл} := 20$

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

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

$$P_{обм} := P_{рас} - P_{серд} = 1.084$$

$$кз_{max} := 0.5$$

$$I_{нmax} := 2 \cdot \frac{P_{пр}}{U_{пmin} \cdot кз_{max}} = 1.746 \quad A$$

$$W_1 := \frac{U_{пmin} \cdot кз_{max}}{f_{пр} \cdot S_{стали} \cdot B_{m1}} = 215.962$$

$$W_2 := \frac{\left(U_н + 0.6\right) \cdot \left(1 - кз_{max}\right)}{f_{пр} \cdot S_{стали} \cdot B_{m1}} = 86.385$$

$$W_{22} := \frac{\left(U_н + 0.6\right) \cdot \left(1 - кз_{max}\right)}{f_{пр} \cdot S_{стали} \cdot B_{m1}} = 86.385$$

$$W_3 := \frac{\left(U_{пм} + 2 \cdot 0.6\right) \cdot \left(1 - кз_{max}\right)}{f_{пр} \cdot S_{стали} \cdot B_{m1}} = 31.925$$

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

Индуктивности обмоток трансформатора:

$$L_1 := \mu_0 \cdot \mu_н \cdot \frac{S_{стали} \cdot W_1^{\,2}}{l_{витка}} = 10.741 \times 10^{-3} \qquad L_2 := \mu_0 \cdot \mu_н \cdot \frac{S_{стали} \cdot W_2^{\,2}}{l_{витка}} = 269.392 \times 10^{-6}$$

$$L_{22} := \mu_0 \cdot \mu_н \cdot \frac{S_{стали} \cdot W_{22}^{\,2}}{l_{витка}} = 269.392 \times 10^{-6} \qquad L_3 := \mu_0 \cdot \mu_н \cdot \frac{S_{стали} \cdot W_3^{\,2}}{l_{витка}} = 37.165 \times 10^{-6}$$

Мощность потерь в обмотках трансформатора:

$$P_1 := \frac{P_{обм} \cdot P_{пр}}{P_{пр} + P_н} = 0.57 \quad Вт \qquad P_2 := \frac{P_{обм} \cdot I_н \cdot U_н}{P_{пр} + P_н} = 0.256 \quad Вт$$

$$P_{22} := \frac{P_{обм} \cdot I_н \cdot U_н}{P_{пр} + P_н} = 0.256 \quad Вт \qquad P_3 := \frac{P_{обм} \cdot I_{пм} \cdot U_{пм}}{P_{пр} + P_н} = 1.875 \times 10^{-3} \quad Вт$$

$$P_{сум} := P_1 + P_2 + P_3 + P_{22} = 1.084 \quad Вт$$

Сопротивления обмоток:

$$R_1 := \frac{3 \cdot P_1}{\left(\frac{P_{пр}}{U_п \cdot кз_{max}}\right)^2} = 6.24 \quad Ом \qquad R_2 := \frac{3 \cdot P_2}{\left(\frac{I_{нmax}}{1 - кз_{max}}\right)^2} = 0.063 \quad Ом$$

$$R_{22} := \frac{3 \cdot P_2}{\left(\frac{I_{нmax}}{1 - кз_{max}}\right)^2} = 0.063 \quad Ом \qquad R_3 := \frac{3 \cdot P_3}{\left(\frac{I_{пм}}{1 - кз_{max}}\right)^2} = 11.624 \quad Ом$$

Площади поперечных сечений и диаметры проводов обмоток трансформатора:

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

$$S_1 := \frac{\rho \cdot W_1 \cdot l_{витка}}{R_1} = 1.24 \times 10^{-8} \quad м^2 \qquad d_1 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = 1.256 \times 10^{-4}$$

$$S_2 := \frac{\rho \cdot W_2 \cdot l_{витка}}{R_2} = 1.946 \times 10^{-7} \quad м^2 \qquad d_2 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = 4.978 \times 10^{-4}$$

$$S_{22} := \frac{\rho \cdot W_{22} \cdot l_{витка}}{R_{22}} = 1.946 \times 10^{-7} \quad м^2 \qquad d_{22} := \sqrt{\frac{4 \cdot S_{22}}{\pi}} = 4.978 \times 10^{-4}$$

$$S_3 := \frac{\rho \cdot W_3 \cdot l_{витка}}{R_3} = 3.914 \times 10^{-10} \quad м^2 \qquad d_3 := \sqrt{\frac{4 \cdot S_3}{\pi}} = 2.232 \times 10^{-5}$$

Провод ПЭТ-155

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

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

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

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

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

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

$кз_{окна} := 0.5$

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

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

Так как площадь окна больше, то рамзещение обмоток возможно

$U_{трсил} := U_{пmax} + U_н \cdot \frac{W_1}{W_2} = 331.486$

$I_{тр} := 1.2 \cdot I_{нmax} = 2.095$

Выбор силового транзистора:

IRF840 (отечественный аналог КП770)

$U_{симax} := 500$ В

$I_{ст} := 8$ А

Определим величину сопротивления на затворе R9:

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

$R9 := 5.1 \quad Ом$ выбираем резистор по ряду Е24 марки с2-33.

Расчет диодов выходного фильтра

$$U_{vd1} := \left(U_н + U_{пmax} \cdot \frac{W_2}{W_1} \right) = 52.498$$

$$I_{vd1} := 1.5 \cdot I_н = 0.75$$

Диод выберем КД223А $U_{д1} := 200\,В$ $I_{д1} := 2 \quad A$

$$U_{vd2} := \left(U_{пм} + U_{пmax} \cdot \frac{W_3}{W_1} \right) = 18.471$$

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

Диод выберем КД116Б1 $U_{д2} := 50 \ \ В$ $I_{д2} := 0.1\,A$

Расчет емкости выходного фильтра

$$C_1 := \frac{I_н \cdot кз_{max}}{2 \cdot f_{пр} \cdot \Delta U} = 1.543 \times 10^{-5}$$

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