

Задача 2

1. Нарисовать схему двухполупериодного мостового выпрямителя с L_Φ фильтром.

2. Нарисовать временные диаграммы:

а) напряжения на вторичной обмотке трансформатора;

б) напряжения на выходе выпрямителя напряжения U_d .

в) напряжения на нагрузке;

г) тока нагрузки;

д) тока диода;

е) напряжения между анодом и катодом диода;

ж) тока вторичной обмотки трансформатора;

з) тока первичной обмотки трансформатора;

3. Нарисовать эквивалентную схему замещения выпрямителя.

4. Рассчитать, используя временные диаграммы и эквивалентную схему замещения выпрямителя:

а) Напряжение на выходе выпрямителя U_0 с учетом потерь на диодах, на активном сопротивлении $r_{\text{потерь}}$ и коммутационных потерь;

б) Напряжение на вторичной обмотке трансформатора E_2 ;

в) коэффициент трансформации трансформатора $K_{\text{ТР}}$;

г) допустимое среднее значение тока диода I_a ;

д) допустимое максимальное значение тока диода $I_{a.\text{max}}$;

е) максимальное напряжения между анодом и катодом диода U_{ak} ;

ж) действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора I_2 ;

з) действующее значение тока первичной обмотки трансформатора I_1 ;

и) коэффициент пульсации на выходе выпрямителя q_d ;

к) коэффициент сглаживания фильтра S ;

л) необходимую величину L_Φ .

5. Действующее значение напряжения сети

$$U_{\text{сети}}=220 \text{ В} ;$$

Среднее значение напряжения на нагрузке

$$U_{\text{н}}=24 \text{ В};$$

Сопротивление нагрузки

$$R_{\text{н}}=48 \text{ Ом};$$

Сопротивление потерь

$$r_{\text{потерь}}=2 \text{ Ом};$$

Падение напряжения на диоде

$$\Delta U_{ak}=0,7 \text{ В.}$$

Коэффициент пульсации на нагрузке

$$q_H=1\%$$

Индуктивность рассеяния трансформатора

$$L_a=10\text{мГн}$$

Схема двухполупериодного мостового выпрямителя с индуктивным фильтром представлена на рисунке 1.

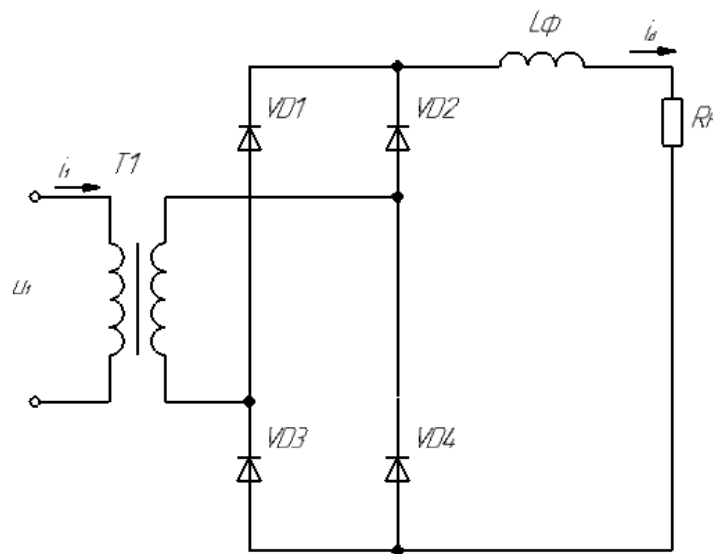


Рисунок 1 - Схема двухполупериодного мостового выпрямителя.

Рассчитаем номинальное значение среднего тока нагрузки:

$$I_H = \frac{U_H}{R_H}$$

$$I_H = \frac{24}{48} = 0,5 \text{ A}$$

Рассчитаем коммутационные потери:

$$\Delta U_X = \frac{4\pi \cdot f \cdot L_\Phi \cdot I_H}{2\pi}$$

$$\Delta U_X = \frac{4\pi \cdot 50 \cdot 0,01 \cdot 0,5}{2\pi} = 0,5B$$

Определим требуемое значение напряжения вторичной обмотки трансформатора с учетом падения напряжения на диодах, сопротивления потерь и коммутационных потерь:

$$U_2 = \frac{U_H + I_H \cdot r_{потерь} + \Delta U_{ак} + \Delta U_X}{0,9}$$

$$U_2 = \frac{24 + 0,5 \cdot 2 + 0,7 + 0,5}{0,9} = 29,1B$$

Построим временные диаграммы работы двухполупериодного мостового выпрямителя.

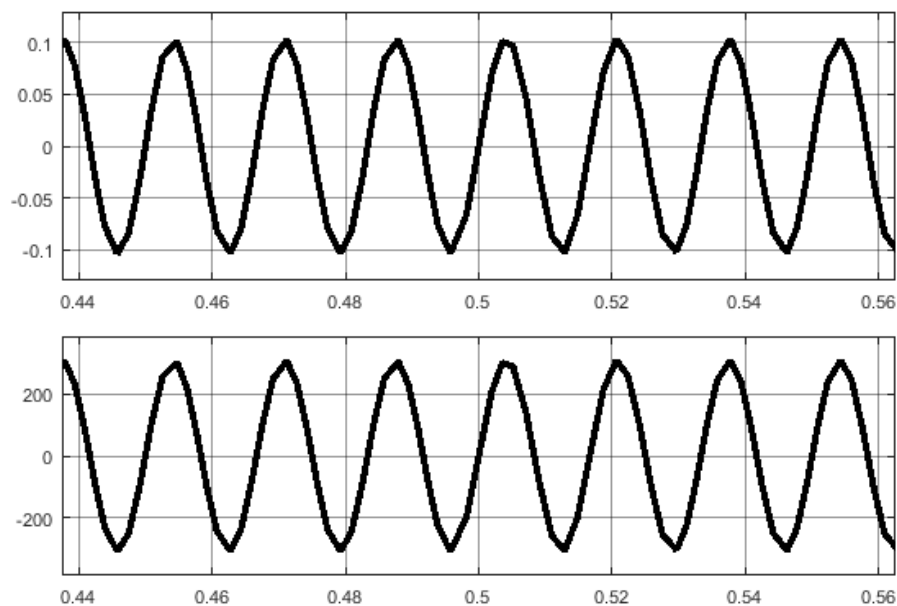


Рисунок 2 – Временные диаграммы тока и напряжения на первичной обмотке трансформатора.

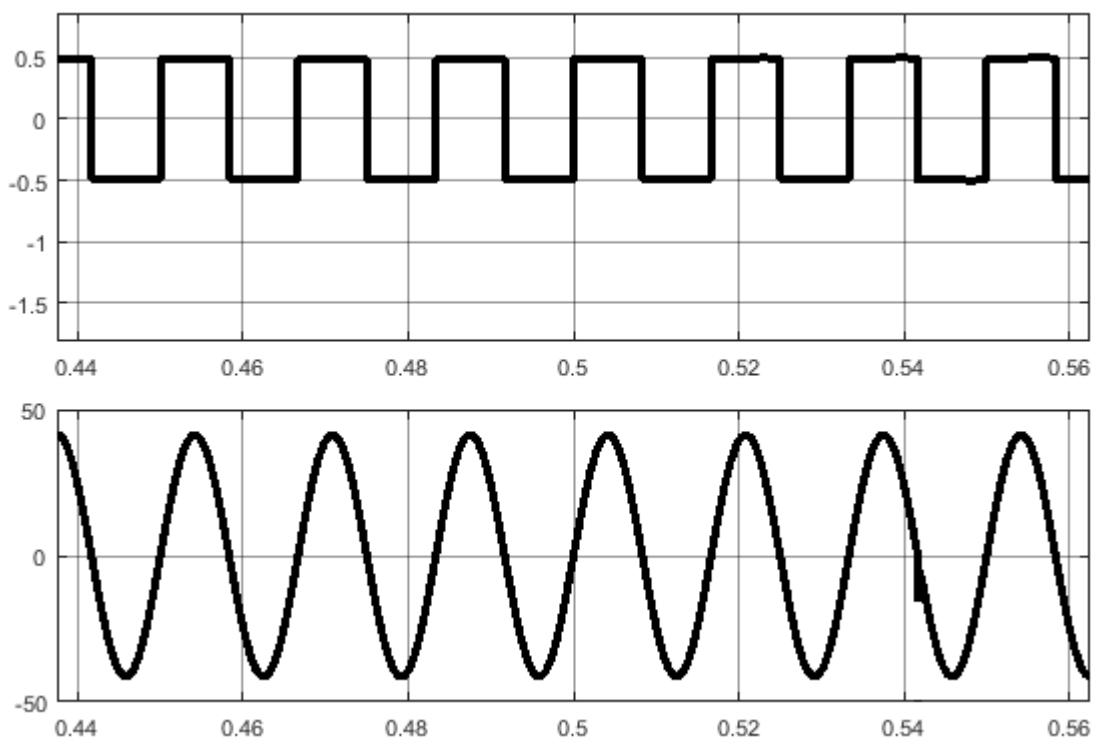


Рисунок 3 – Временные диаграммы тока и напряжения на вторичной обмотке трансформатора.

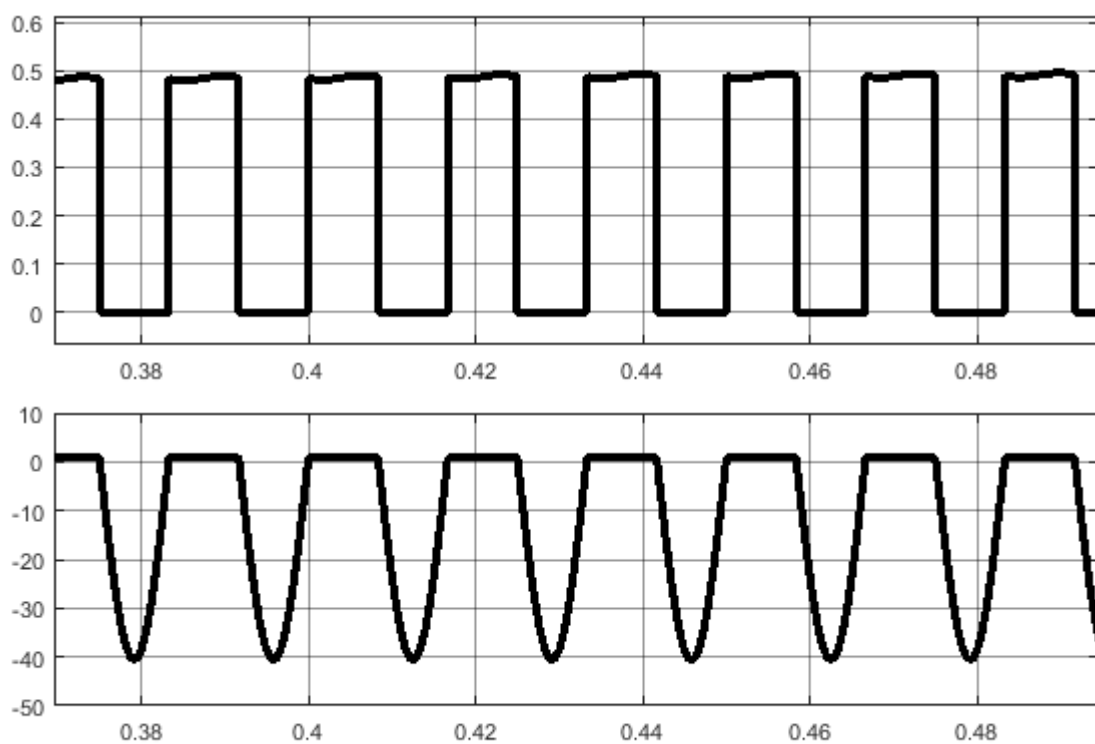


Рисунок 4 – Временные диаграммы тока и напряжения диода.

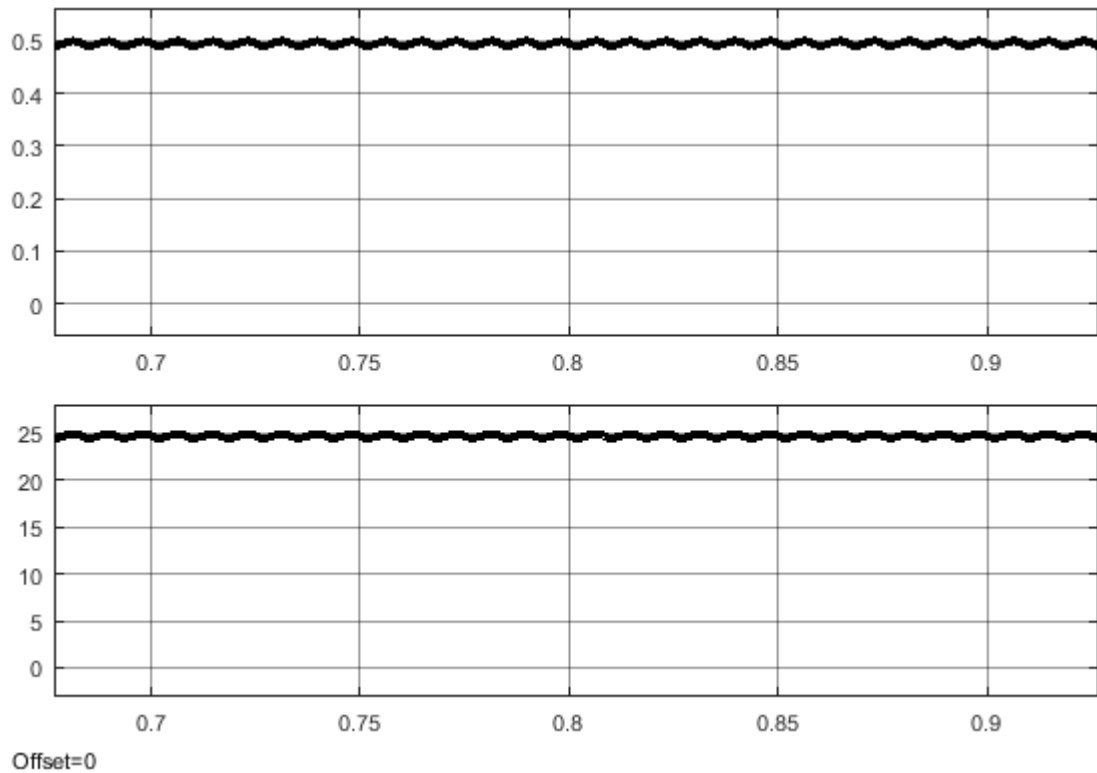


Рисунок 5 – Временные диаграммы тока и напряжения на нагрузке.

Рассчитаем коэффициент трансформации трансформатора:

$$K_{TP} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$K_{TP} = \frac{220}{29,1} = 7,56$$

Допустимое среднее значение тока диода:

$$I_a = \frac{I_H}{2}$$

$$I_a = \frac{0,5}{2} = 0,25A$$

Допустимое максимальное значение тока диода:

$$I_{a \max} = I_H$$

$$I_{a \max} = 0,5 A$$

Максимальное напряжения между анодом и катодом диода:

$$U_{ak} = 1,57 \cdot U_H$$

$$U_{ak} = 1,57 \cdot 24 = 37,7 B$$

Действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора:

$$I_2 = I_H$$

$$I_2 = 0,5 A$$

Действующее значение тока первичной обмотки трансформатора:

$$I_1 = \frac{I_H}{K_{TP}}$$

$$I_1 = \frac{I_H}{K_{TP}} = \frac{0,5}{7,56} = 0,07 A$$

Рассчитаем коэффициент пульсации на выходе выпрямителя:

$$q_d = \frac{2}{m^2 - 1}$$

$$q_d = \frac{2}{2^2 - 1} = 0,67$$

Рассчитаем коэффициент сглаживания фильтра:

$$S = \frac{q_d}{q_1}$$

$$S = \frac{0,67}{0,01} = 66,7$$

Рассчитаем необходимую величину индуктивности фильтра:

$$L_\Phi = \frac{R_H \cdot \sqrt{S^2 - 1}}{4\pi \cdot f}$$

$$L_\Phi = \frac{48 \cdot \sqrt{66,7^2 - 1}}{4\pi \cdot 50} = 51 \text{ н}$$

Эквивалентная схема замещения выпрямителя представлена на рисунке

3.

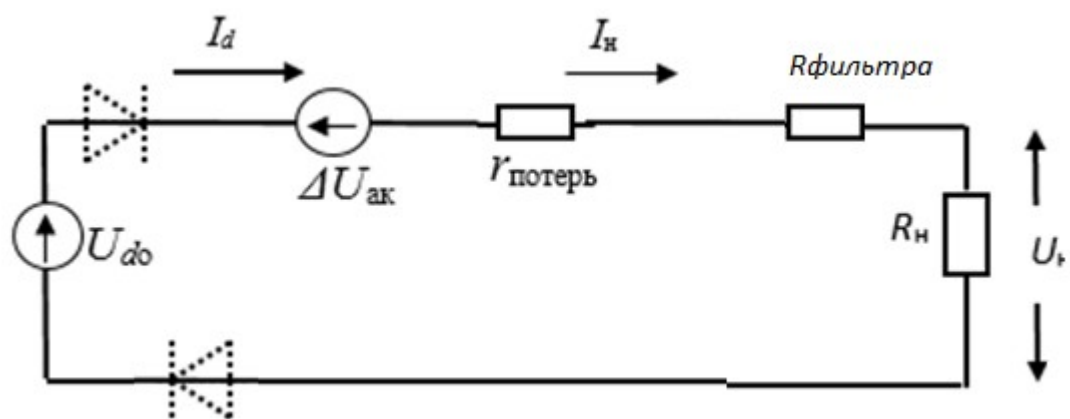


Рисунок 6 - Эквивалентная схема замещения выпрямителя.