

### Задача №1

Определим исходные данные:

$$U_c = 80\text{В}$$

$$f_c = 400\text{Гц}$$

Тип = "Однофазный мостовой"

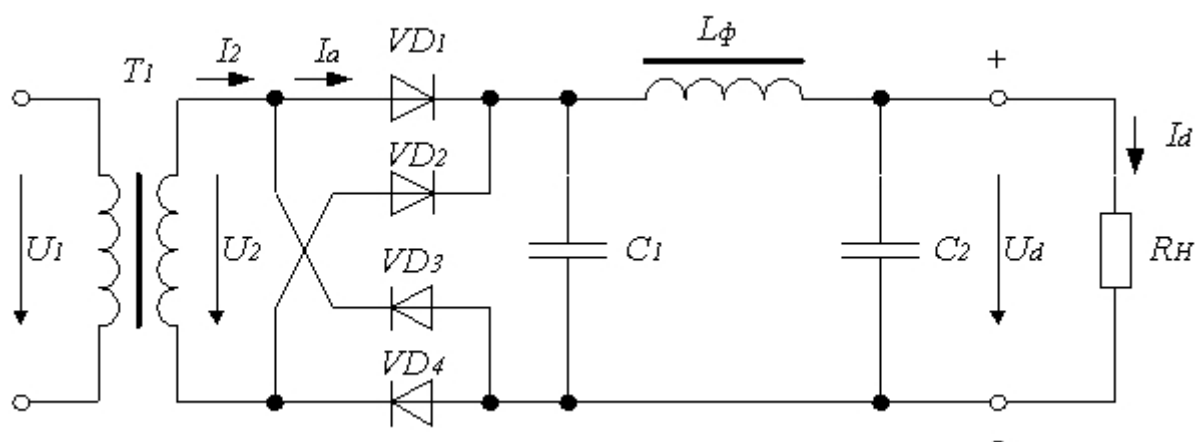
$$U_d = 60\text{В}$$

$$P_H = 600\text{Вт}$$

Фильтр = "IV"

$$\eta_2 = 1\%$$

1. Начертим схему выпрямителя с фильтром, на которой обозначим напряжения и токи в обмотках трансформатора, вентильях и нагрузке. Укажем полярность выходных клемм.



2. Рассчитаем необходимые параметры и выберем тип вентилей при условии работы выпрямителя на заданную активную нагрузку. Индуктивностью и сопротивлением обмоток трансформатора пренебрежем.

Определим ток нагрузки:

$$I_d = \frac{P_H}{U_d} = \frac{600}{60} = 10\text{А}$$

Для однофазного мостового выпрямителя среднее значение прямого тока через вентиль (Приложение 1):

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{А}$$

Обратное максимальное напряжение на вентиле:

$$U_{B \max} = 1.57U_d = 1.57 \times 60 = 94.2\text{В}$$

Выбираем вентили КД206А (Приложение 3), для которых:

$$I_{a \text{ доп}} = 10\text{А}$$

$$U_{B \text{ доп}} = 400\text{В}$$

3. Рассчитаем необходимые параметры и выберем тип вентилей при условии работы выпрямителя на заданную активную нагрузку. Индуктивностью и сопротивлением обмоток трансформатора пренебрежем.

Выполним контрольные работы на заказ для студентов-заочников все Вузов

Для однофазного мостового выпрямителя действующее значение вторичного напряжения:

$$U_2 = 1.11U_d = 1.11 \times 60 = 66.6\text{В}$$

Откуда коэффициент трансформации:

$$n = \frac{U_c}{U_2} = \frac{80}{66.6} = 1.2$$

Расчетная мощность:

$$S_{\text{расч}} = 1.23P_H = 738\text{ВА}$$

Выбираем трансформатор:

$$U1/U2 = "80/66.6\text{В}"$$

$$S_{\text{ном}} = 738\text{ВА}$$

4. Рассчитаем амплитуды тока и напряжения при работе выпрямителя без фильтра и начертим в масштабе временные диаграммы тока и напряжения на нагрузке.

$$U_{H \text{ max}} = \sqrt{2}(U_2 - 2U_B) = \sqrt{2}(66.6 - 2 \times 0.6) = 92.49\text{В}$$

где:

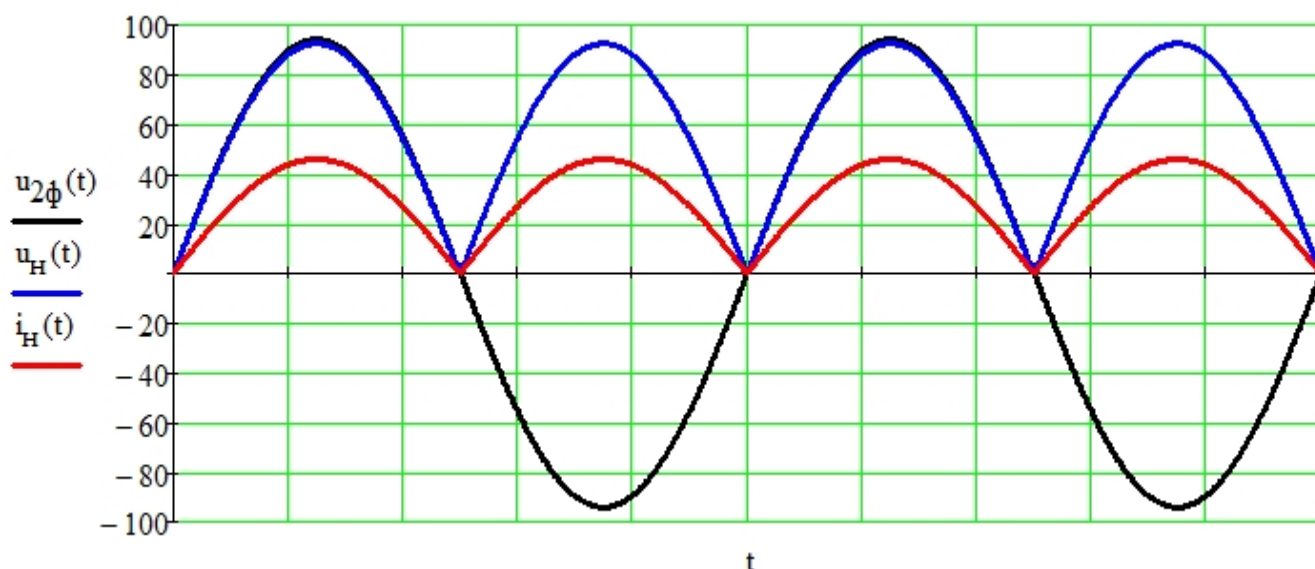
$$U_B = 0.6\text{В}$$

- прямое падение напряжение на вентиле.

$$I_{H \text{ max}} = \sqrt{2} \frac{P_H}{U_{H \text{ max}}} = \sqrt{2} \frac{600}{92.49} = 9.17\text{А}$$

При работе однофазного мостового выпрямителя без фильтра напряжение и ток нагрузки представляют собой положительные полуволны переменного напряжения идущего с двойной частотой сети.

$$T = \frac{1}{f_c} = \frac{1}{400} = 2.5\text{мс}$$



5. Рассчитаем параметры сглаживающего фильтра, который обеспечит допустимый коэффициент пульсаций напряжения на нагрузке.

Выполним контрольные работы на заказ для студентов-заочников все Вузов

Коэффициент пульсаций на выходе однофазного мостового выпрямителя:

$$q_1 = 0.67$$

Требуемый коэффициент пульсаций:

$$q_2 = 0.01$$

Коэффициент сглаживания фильтра:

$$S = \frac{q_1}{q_2} = \frac{0.67}{0.01} = 67$$

П-образный фильтр состоит из простого C-фильтра и Г-образного LC-фильтра. Его коэффициент сглаживания:

$$S = S_C S_{LC}$$

Сопротивление нагрузки равно:

$$R_H = \frac{U_d}{I_d} = \frac{60}{10} = 6 \text{ Ом}$$

Емкость фильтра выберем исходя из условия его эффективной работы:

$$\frac{1}{m\omega C_\Phi} \ll R_H$$

Для однофазного мостового фильтра число пульсаций выпрямленного напряжения за период равно:

$$m = 2$$

Полагая, что сопротивление нагрузки превышает реактивное сопротивление емкости фильтра в 5 раз, получаем:

$$C_1 = \frac{5}{m^2 \pi^2 f_c R_H} = \frac{5}{2 \times 2 \pi^2 400 \times 6} = 165.79 \text{ мкФ}$$

Выбираем ближайшее стандартное значение:

$$C_1 = 160 \text{ мкФ}$$

$$C_2 = 160 \text{ мкФ}$$

Получаем, что коэффициент сглаживания C-фильтра равен:

$$S_C = 2\pi f_c m C_1 R_H = 2\pi 400 \times 2 \times 160 \times 10^{-6} \times 6 = 4.83$$

Требуемый коэффициент сглаживания LC-фильтра равен:

$$S_{LC} = \frac{S}{S_C} = \frac{67}{4.83} = 13.88$$

Для LC-фильтра:

$$LC = \frac{S_{LC}}{(2\pi f_c m)^2} = \frac{13.88}{(2\pi 400 \times 2)^2} = 5.5 \times 10^{-7} \text{ ГнФ}$$

при:

$$C_2 = 160 \text{ мкФ}$$

$$L_{\phi} = \frac{LC}{C_2} = \frac{5.5 \times 10^{-7}}{160 \times 10^{-6}} = 3.43 \text{ мГн}$$

Так как значение емкости фильтра изначально выбрано исходя из условия его эффективной работы, проверим, удовлетворяет ли условию эффективной работы выбранное значение индуктивности фильтра:

$$\frac{m2\pi f_c L_{\phi}}{R_H} = 2.88$$

Для эффективной работы фильтра выбранное значение индуктивности необходимо увеличить до значения (с учетом  $m\omega L_{\phi} = 5R_H$ ):

$$L_{\phi} = \frac{5R_H}{m2\pi f_c} = \frac{5 \times 6}{2 \times 2\pi 400} = 5.97 \text{ мГн}$$

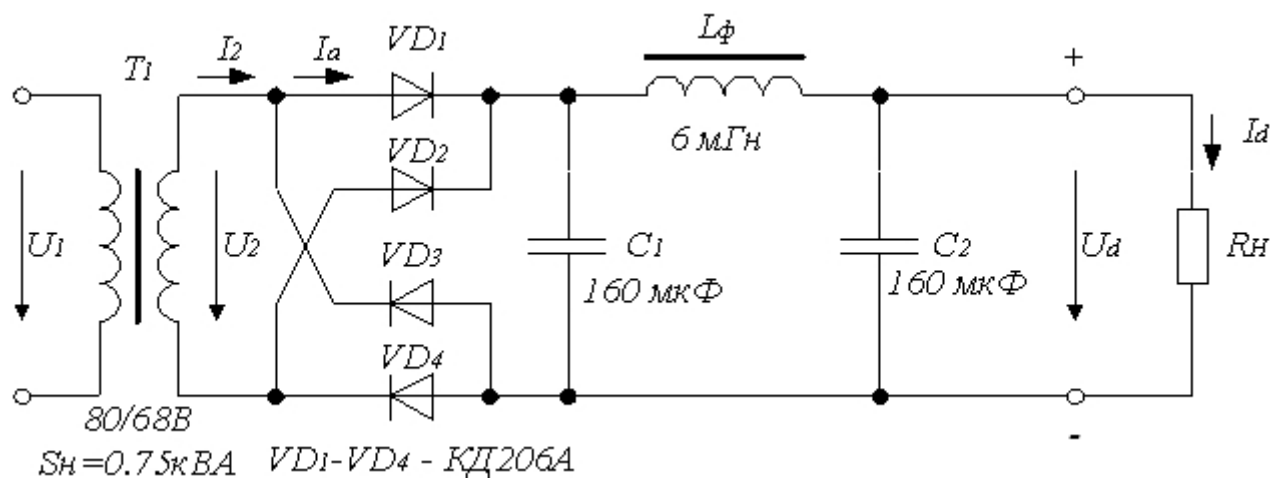
$$L_{\phi} = 6 \text{ мГн}$$

при этом получим:

$$S_{LC} = (m2\pi f_c)^2 L_{\phi} C_2 = (2 \times 2\pi 400)^2 6 \times 10^{-3} 160 \times 10^{-6} = 24.26$$

$$S' = S_C S_{LC} = 4.83 \times 24.26 = 117.04$$

6. Укажем на схеме выпрямителя тип вентилялей, параметры элементов фильтра, мощность и коэффициент трансформации трансформатора.



### Задача №2

Определим исходные данные:

$$E_K = 24\text{В}$$

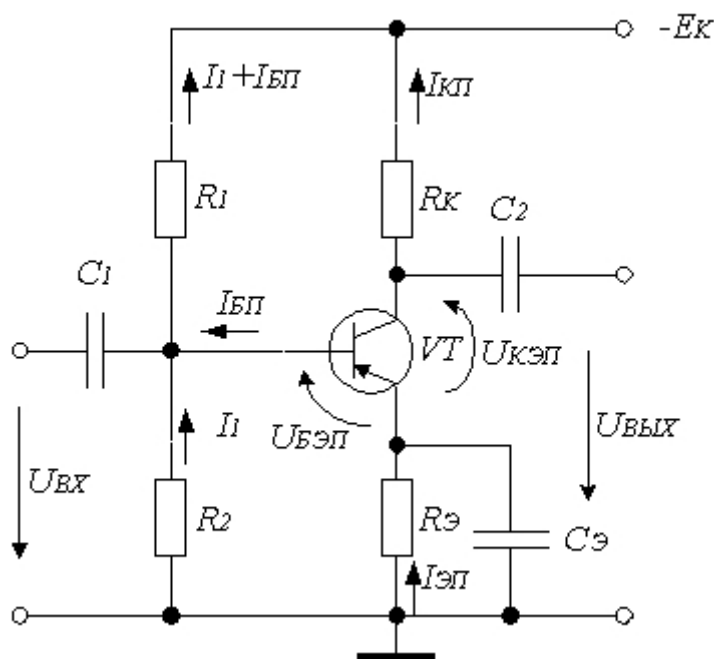
$$U_{\text{ВЫХ м}} = 7\text{В}$$

Схема = "Рис. 4"

$$P_H = 20\text{мВт}$$

Тип = "р-п-р"

1. Начертим схему каскада с учетом заданного типа транзистора. Укажем полярность источника питания, токи и напряжения между электродами транзистора, а также входное и выходное напряжения.



2. По заданным  $E_K$ ,  $P_H$  и амплитуде выходного напряжения  $U_{\text{ВЫХ м}}$  выберем точку покоя и тип транзистора по его предельным параметрам.

Сопротивление нагрузки:

$$R_H = \frac{U_{\text{ВЫХ м}}^2}{2P_H} = \frac{7^2}{220 \times 10^{-3}} = 1.23 \text{ кОм}$$

Амплитуда тока нагрузки:

$$I_{\text{ВЫХ м}} = \frac{U_{\text{ВЫХ м}}}{R_H} = \frac{7}{1.23 \times 10^3} = 5.71 \text{ мА}$$

Чтобы избежать нелинейных искажений выходного сигнала, параметры точки покоя выбираются из следующих условий:

$$I_{\text{КП}} \geq I_{\text{ВЫХ м}}$$

$$U_{\text{КЭП}} \geq U_{\text{ВЫХ м}} + \Delta U$$

где  $\Delta U$  напряжение на транзисторе в режиме насыщения, принимается 1...1,5 В.

Выполним контрольные работы на заказ для студентов-заочников все Вузов

$$\Delta U = 1.5\text{В}$$

Чем больше выбран  $I_{\text{кп}}$ , тем больше мощность, потребляемая от источника питания и, следовательно, ниже КПД каскада. При малом  $I_{\text{кп}}$  могут возникнуть нелинейные искажения выходного сигнала.

Принимаем:

$$I_{\text{кп}} = 6\text{мА}$$

$$U_{\text{кЭП}} = 10\text{В}$$

Если не указаны дополнительные условия, транзистор выбирается по предельным параметрам:

$$U_{\text{кЭ доп}} \geq E_{\text{к}}$$

$$E_{\text{к}} = 24\text{В}$$

$$I_{\text{к доп}} \geq I_{\text{кп}} + I_{\text{вых м}}$$

$$I_{\text{кп}} + I_{\text{вых м}} = 11.71\text{мА}$$

$$P_{\text{к доп}} \geq I_{\text{кп}} U_{\text{кЭП}}$$

$$I_{\text{кп}} U_{\text{кЭП}} = 60\text{мВт}$$

Выбираем транзистор КТ361В (Приложение 4), у которого:

$$U_{\text{кЭ доп}} = 40\text{В}$$

$$I_{\text{к доп}} = 50\text{мА}$$

$$P_{\text{к доп}} = 150\text{мВт}$$

Данный транзистор имеет следующие  $h$ -параметры:

$$h_{11} = 0.1\text{кОм}$$

$$h_{21} = 100$$

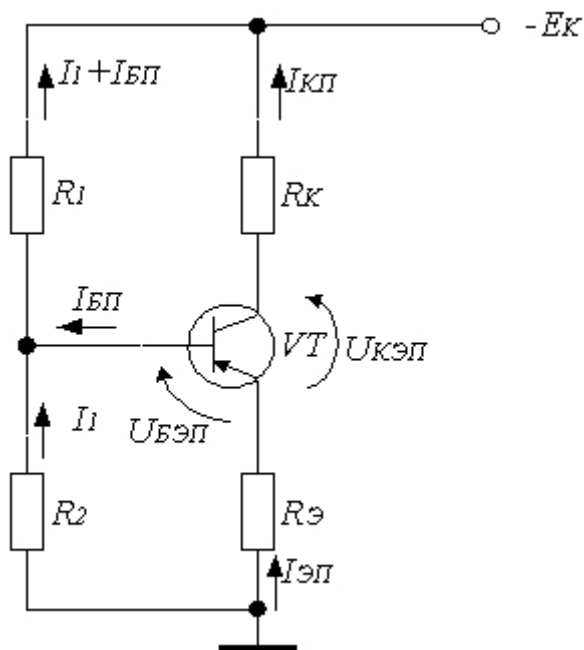
$$h_{22} = 3\text{мкСм}$$

Параметром  $h_{12}$  пренебрегаем, а рекомендуемое напряжение база-эмиттер в режиме покоя:

$$U_{\text{БЭП}} = 0.6\text{В}$$

3. Рассчитаем сопротивления резисторов, которые должны обеспечить работу транзистора в выбранной точке покоя.

В статическом режиме источник сигнала отключен и каскад работает только под действием источника питания  $E_{\text{к}}$ . Поэтому сопротивление конденсаторов равно бесконечности и расчетная схема имеет следующий вид:



Определим сопротивление в цепи коллектора:

$$R_K = \frac{E_K - U_{KЭП}}{1.1I_{KП}} = \frac{24 - 10}{1.16 \times 10^{-3}} = 2.12 \text{ кОм}$$

Определим сопротивление в цепи эмиттера:

$$R_{Э} = 0.1R_K = 0.1 \cdot 2.12 \times 10^3 = 0.21 \text{ кОм}$$

Определим ток покоя базы:

$$I_{БП} = \frac{I_{KП}}{h_{21}} = \frac{6 \times 10^{-3}}{100} = 60 \text{ мкА}$$

Определим ток нижнего плеча делителя в цепи базы:

$$I_1 = 5I_{БП} = 5 \cdot 6 \times 10^{-5} = 0.3 \text{ мА}$$

Определим сопротивление нижнего плеча делителя:

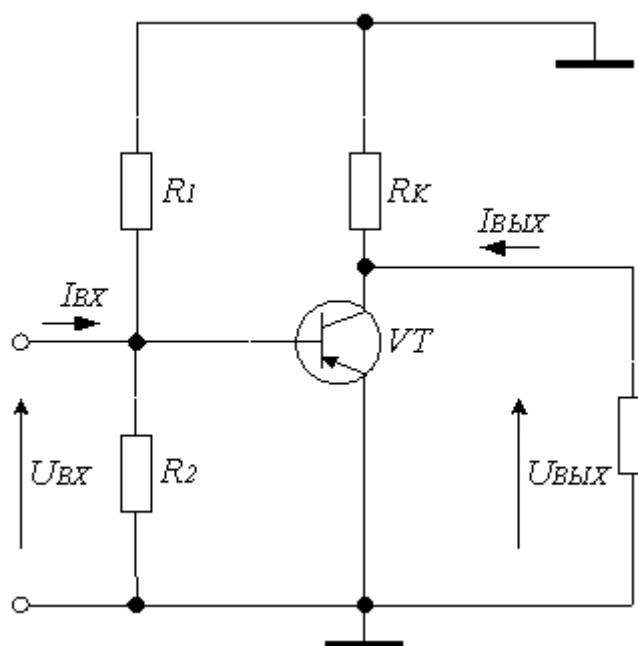
$$R_2 = \frac{U_{БЭП} + I_{KП}R_{Э}}{I_1} = \frac{0.6 + 6 \times 10^{-3} \times 212.12}{3 \times 10^{-4}} = 6.24 \text{ кОм}$$

Определим сопротивление верхнего плеча делителя:

$$R_1 = \frac{E_K - I_1 R_2}{I_1 + I_{БП}} = \frac{24 - 3 \times 10^{-4} \cdot 6.24 \times 10^3}{3 \times 10^{-4} + 6 \times 10^{-5}} = 61.46 \text{ кОм}$$

4. Начертим схему замещения каскада в динамическом режиме, заменив транзистор эквивалентной схемой с  $h$ - параметрами.

В динамическом режиме  $E_K$  закорочен, а сопротивлением конденсаторов можно пренебречь, так как их емкость выбирается из условия, чтобы на минимальной рабочей частоте реактивное сопротивление конденсаторов было на порядок меньше сопротивлений резисторов схемы. Поэтому схема замещения каскада с учетом  $h$ -параметров транзистора имеет вид:



В этой схеме:

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6.15 \times 10^4 \cdot 6.24 \times 10^3}{6.15 \times 10^4 + 6.24 \times 10^3} = 5.67 \text{ кОм}$$

Входное сопротивление каскада:

$$R_{вх} = \frac{R_B h_{11}}{R_B + h_{11}} = \frac{5.67 \times 10^3 \cdot 0.1 \times 10^3}{5.67 \times 10^3 + 0.1 \times 10^3} = 0.1 \text{ кОм}$$

Выходное сопротивление каскада:

$$R_{вых} = R_K = 2.12 \times 10^3 = 2.12 \text{ кОм}$$

5. Проверим работу каскада в динамическом режиме, построив динамическую линию нагрузки.

Уравнение динамической линии нагрузки:

$$u_{кэ}(i_k) = -i_k \frac{R_K R_H}{R_K + R_H}$$

Максимальная амплитуда выходного напряжения при:

$$I_{км} = I_{кп} = 6 \text{ мА}$$

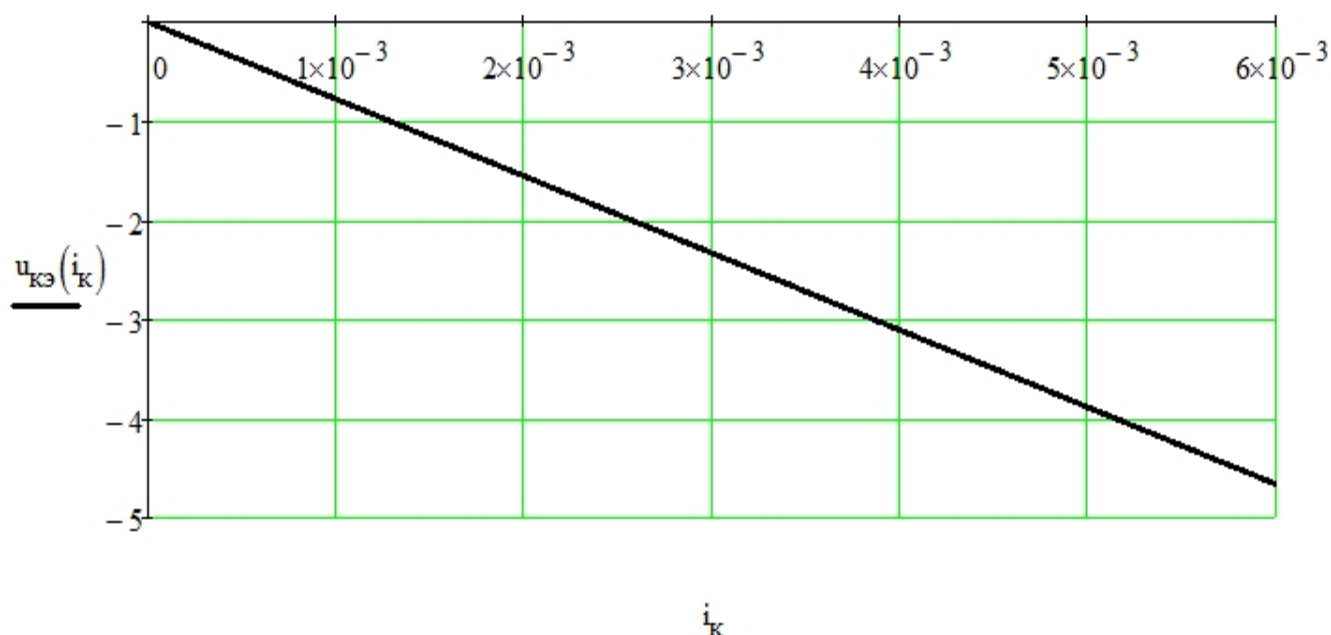
$$U_{вых. м} = I_{км} \frac{R_K R_H}{R_K + R_H} = 6 \times 10^{-3} \frac{2.12 \times 10^3 \cdot 1.23 \times 10^3}{2.12 \times 10^3 + 1.23 \times 10^3} = 4.66 \text{ В}$$

По заданию:

$$U_{вых м} = 7 \text{ В}$$

Поэтому сигнал искажаться не будет. Если бы  $U_{вых м}$  получилась меньше заданной, надо было бы увеличить  $I_{кп}$  и расчет повторить.





6. Рассчитаем коэффициенты усиления тока, напряжения и мощности.

Коэффициент усиления по напряжению:

$$K_u = \frac{h_{21} R_K R_H}{h_{11} R_K + R_H} = \frac{100}{0.1 \times 10^3} \frac{2.12 \times 10^3 \cdot 1.23 \times 10^3}{2.12 \times 10^3 + 1.23 \times 10^3} = 776.55$$

Коэффициент усиления по току:

$$K_i = h_{21} \frac{R_K}{R_K + R_H} = 100 \frac{2.12 \times 10^3}{2.12 \times 10^3 + 1.23 \times 10^3} = 63.39$$

Коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = K_u K_i = 776.55 \times 63.39 = 4.92 \times 10^4$$

7. Начертим в масштабе амплитудную характеристику каскада при работе на заданную нагрузку. Рассчитаем коэффициент полезного действия.

Амплитудная характеристика  $U_{\text{вых } m} = f(U_{\text{вх } m})$ :

$$U_{\text{вых } m}(U_{\text{вх } m}) = K_u U_{\text{вх } m} = 776.55 U_{\text{вх } m}$$

Это линейное уравнение справедливо до:

$$U_{\text{вых } m} = 7\text{В}$$

Дальнейший рост напряжения ограничивается тем, что транзистор закрывается. Следовательно амплитудную характеристику можно построить по двум точкам:

первая точка начало координат:

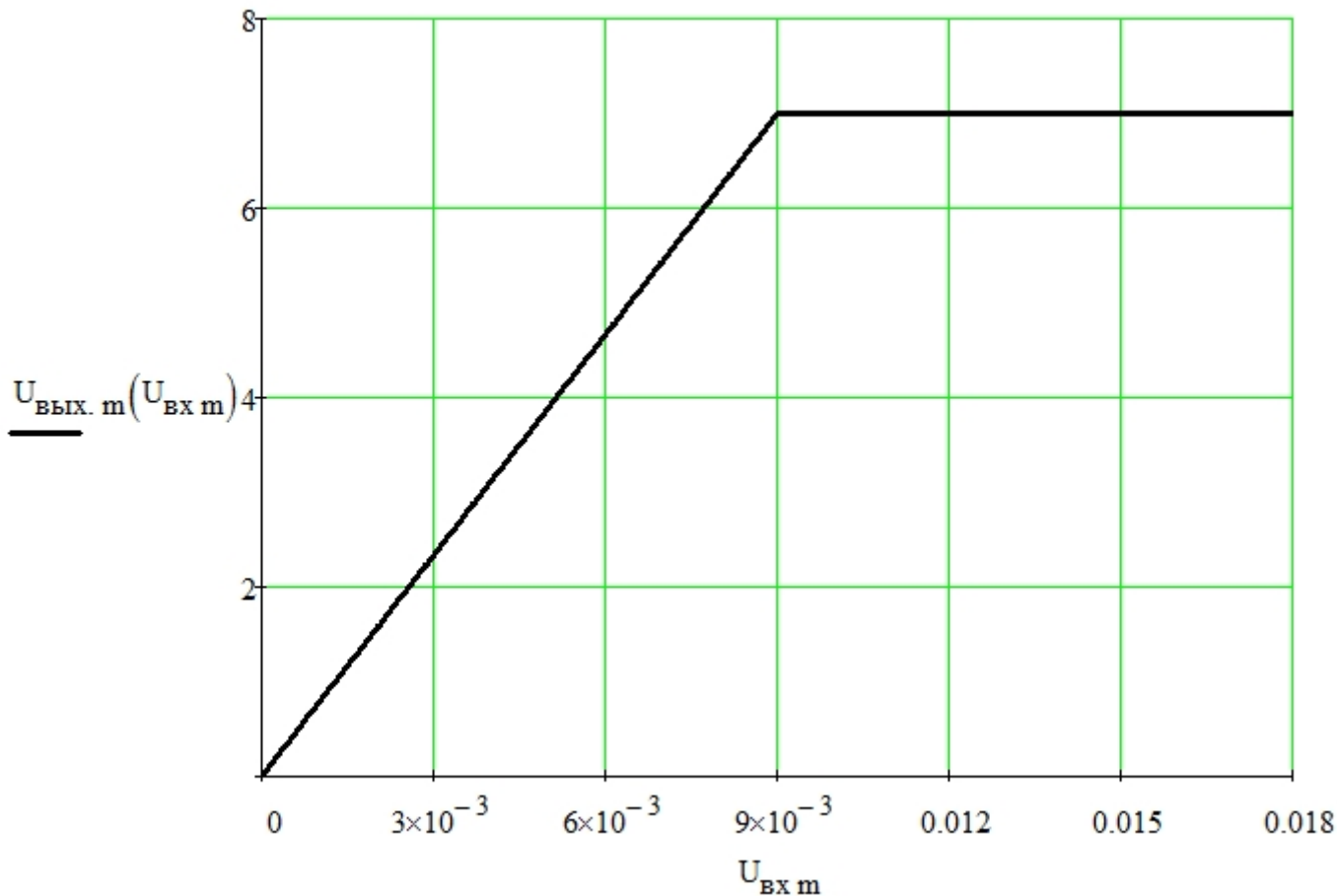
$$U_{\text{вх } 1} = 0\text{В}$$

$$U_{\text{вых } 1} = 0\text{В}$$

вторая точка:

$$U_{\text{вых } 2} = U_{\text{вых } m} = 7\text{В}$$

$$U_{\text{ВХ2}} = \frac{U_{\text{ВЫХ2}}}{K_u} = 9.01 \text{ мВ}$$



Потребляемая мощность (мощность, потребляемая делителем, незначительна и ее не учитываем):

$$P_1 = I_{\text{КП}} U_{\text{КЭП}} = 6 \times 10^{-3} \times 10 = 60 \text{ мВт}$$

КПД при:

$$P_2 = P_{\text{Н}} = 20 \times 10^{-3} = 20 \text{ мВт}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{0.02}{0.06} = 33.33 \%$$

Для каскадов, работающих в классе А, это достаточно высокий КПД, близкий к максимально возможному 35%. Полученное значение КПД объясняется грамотным выбором  $U_{\text{КЭП}} = 0,5 E_{\text{К}}$  для максимизации КПД.

### Задача №3

Определим исходные данные:

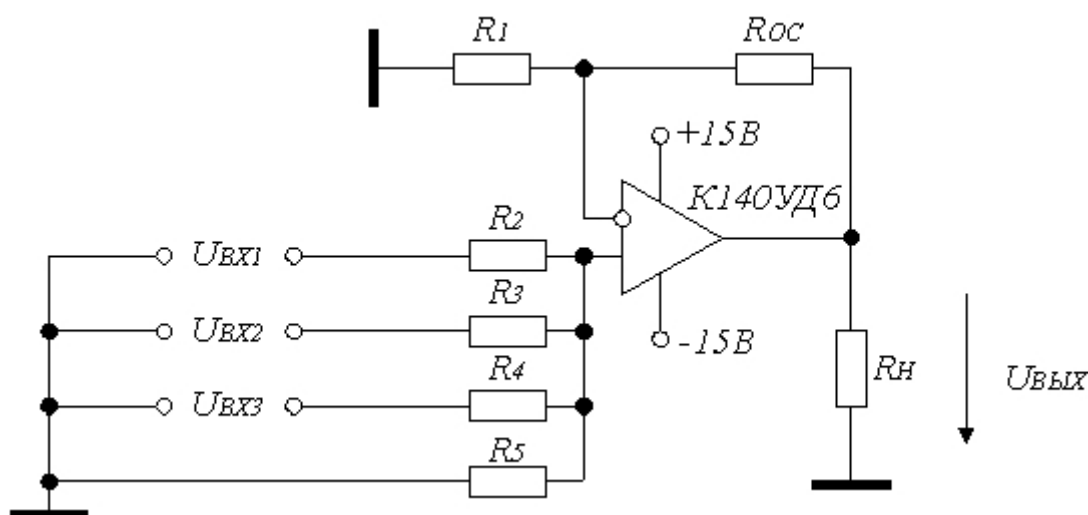
Тип ОУ = "К140УД6"

Выражение = "3U1+U2+4U3"

Тип сумматора = "неинвертирующий"

$R_{oc} = 100 \text{ кОм}$

1. Начертим схему сумматора для реализации заданной операции с указанием источников питания, входного и выходного напряжений.



2. Рассчитаем величину сопротивлений резисторов входных цепей.

Определим значение масштабирующих коэффициентов:

$$K_1 = 3$$

$$K_2 = 1$$

$$K_3 = 4$$

Рассчитаем величину сопротивлений масштабирующих резисторов, полагая

$R_5 = R_{oc}$ :

$$R_5 = R_{oc} = 100 \text{ кОм}$$

$$R_2 = \frac{R_5}{K_1} = \frac{1 \times 10^5}{3} = 33.33 \text{ кОм}$$

$$R_3 = \frac{R_5}{K_2} = \frac{1 \times 10^5}{1} = 100 \text{ кОм}$$

$$R_4 = \frac{R_5}{K_3} = \frac{1 \times 10^5}{4} = 25 \text{ кОм}$$

Условие баланса имеет вид:

$$\frac{R_{oc}}{R_1} = \frac{R_5}{R_2} + \frac{R_5}{R_3} + \frac{R_5}{R_4}$$

откуда:

$$R_1 = \frac{R_{oc}}{\frac{R_5}{R_2} + \frac{R_5}{R_3} + \frac{R_5}{R_4}} = \frac{100 \times 10^3}{\frac{1 \times 10^5}{3.33 \times 10^4} + \frac{1 \times 10^5}{1 \times 10^5} + \frac{1 \times 10^5}{2.5 \times 10^4}} = 12.5 \text{ кОм}$$

Для нормальной работы сумматора надо уравнивать сопротивления по обоим входам. В противном случае входные токи ОУ вызовут на них неодинаковое падение напряжений и на входе ОУ появится разностный сигнал, который будет им усилен. На выходе будет  $U_{вых}$  при отсутствии  $U_{вх}$ . Входное сопротивление по инвертирующему входу:

$$R_{и} = \frac{1}{\frac{1}{R_{oc}} + \frac{1}{R_1}} = \frac{1}{\frac{1}{100 \times 10^3} + \frac{1}{1.25 \times 10^4}} = 11.11 \text{ кОм}$$

Входное сопротивление по инвертирующему входу:

$$R_{н} = \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{1 \times 10^5} + \frac{1}{3.33 \times 10^4} + \frac{1}{1 \times 10^5} + \frac{1}{2.5 \times 10^4}} = 11.11 \text{ кОм}$$

Т.к.  $R_{и}=R_{н}$ , то баланс выполняется.

Выходное напряжение при выполнении заданной операции равно:

$$U_{вых} = K_1 U + K_2 U + K_3 U = (K_1 + K_2 + K_3)U = K_{\Sigma} U$$

$$K_{\Sigma} = K_1 + K_2 + K_3 = 3 + 1 + 4 = 8$$

При максимальном выходном напряжении ОУ 10 В единичное входное напряжение (равное по всем входам):

$$U_{max} = 10 \text{ В}$$

$$U = \frac{U_{max}}{K_{\Sigma}} = \frac{10}{8} = 1.25 \text{ В}$$

При единичном входном напряжении 100 мВ  $U_{вх1}=U_{вх2}=U_{вх3}=100$  мВ. Доля выходного напряжения за счет каждого входа:

$$U_{вх} = 100 \text{ мВ}$$

$$U_{вых1} = U_{вх} K_1 = 100 \times 10^{-3} \times 3 = 0.3 \text{ В}$$

$$U_{вых2} = U_{вх} K_2 = 100 \times 10^{-3} = 0.1 \text{ В}$$

$$U_{вых3} = U_{вх} K_3 = 100 \times 10^{-3} \times 4 = 0.4 \text{ В}$$

Выходное напряжение сумматора:

$$U_{вых} = U_{вых1} + U_{вых2} + U_{вых3} = 0.3 + 0.1 + 0.4 = 0.8 \text{ В}$$

### Задача №4

Определим исходные данные:

Тип ЛЭ = "ЗИ – НЕ/ЗИЛИ – НЕ"

Число = 19

Число А = 34

1. Сложим число А с числом согласно варианту:

$$N_{DEC} = \text{Число А} + \text{Число} = 34 + 19 = 53$$

2. Преобразуем полученное десятичное число в двоичное:

$$N_{BIN} = (0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1)$$

3. Пронумеруем датчики от младшего разряда двоичного числа к старшему:

$$(X_9\ X_8\ X_7\ X_6\ X_5\ X_4\ X_3\ X_2\ X_1) = N_{BIN} = (0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1)$$

4. Составим таблицу истинности и записать логическую функцию с учетом того, что функция равна единице только для заданного набора:

Логическая функция зависит от 9 аргументов. Следовательно, таблица истинности должна состоять из  $2^9=512$  наборов. Только для одного заданного набора функция равна 1. Поэтому нет смысла приводить все наборы. Ограничимся для примера только пятью.

$X_9$	$X_8$	$X_7$	$X_6$	$X_5$	$X_4$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	$F$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

При составлении логической функции по таблице истинности через минтермы:

$$F = F_i m_i$$

$$F = \overline{X_9} \wedge \overline{X_8} \wedge \overline{X_7} \wedge X_6 \wedge X_5 \wedge \overline{X_4} \wedge X_3 \wedge \overline{X_2} \wedge X_1$$

5. Преобразуем логическую функцию в соответствии с заданным типом логических элементов:

Используемые логические элементы выполняют следующие функции:

ЗИ-НЕ

$$F_1 = \overline{(X_1 \wedge X_2 \wedge X_3)}$$

ЗИЛИ-НЕ

$$F_2 = \overline{(X_1 \vee X_2 \vee X_3)}$$

Преобразуемая функция  $F$  содержит 9 переменных, а у каждого из логических элементов можно использовать не более 3 входов. Поэтому надо произвести декомпозицию функции  $F$ , т. е. представить ее в виде набора функций  $F_1$  и  $F_2$ , каждая из которых должна содержать не более 3 переменных. Применяв закон ассоциативности, исходную функцию представим в следующем виде:

$$F = (\overline{X_9} \wedge \overline{X_8} \wedge \overline{X_7}) \wedge (X_6 \wedge X_5 \wedge \overline{X_4}) \wedge (X_3 \wedge \overline{X_2} \wedge X_1)$$

Выполнив операцию двойного отрицания каждого члена и используя теорему де-Моргана, получим:

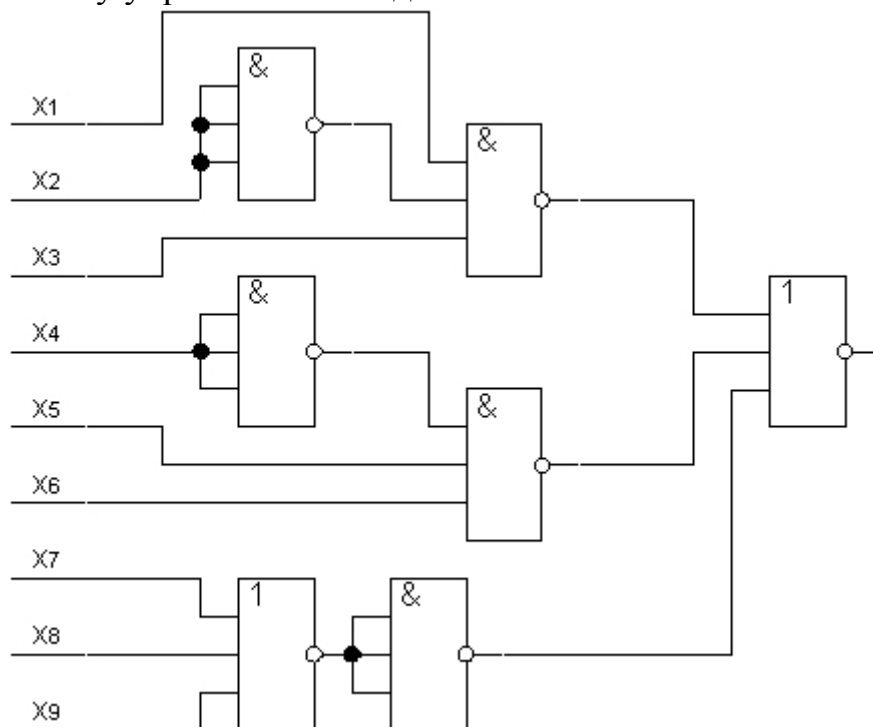
$$F' = \overline{(\overline{X_9} \wedge \overline{X_8} \wedge \overline{X_7})} \wedge \overline{(X_6 \wedge X_5 \wedge \overline{X_4})} \wedge \overline{(X_3 \wedge \overline{X_2} \wedge X_1)}$$

$$F'' = \overline{\overline{(\overline{X_9} \wedge \overline{X_8} \wedge \overline{X_7})} \vee \overline{(X_6 \wedge X_5 \wedge \overline{X_4})} \vee \overline{(X_3 \wedge \overline{X_2} \wedge X_1)}}$$

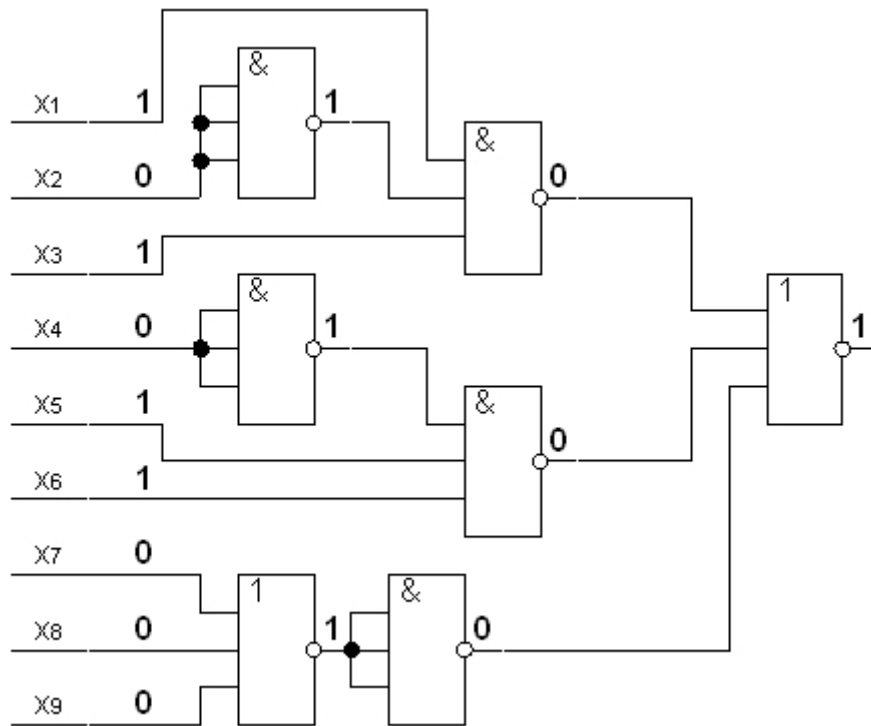
$$F''' = \overline{(X_9 \vee X_8 \vee X_7) \vee (X_6 \wedge X_5 \wedge \overline{X_4}) \vee (X_3 \wedge \overline{X_2} \wedge X_1)}$$

В такой форме функция  $F$  может быть реализована на заданных элементах. Инверсию одного параметра можно выполнить на элементах И-НЕ или ИЛИ-НЕ, объединив их входы.

6. Составим схему управления из заданных логических элементов:



7. Проверим на схеме правильность работы, подав на входы заданный код:



### Задача №5

Определим исходные данные:

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 3$$

$$X_3 = 9$$

$$X_4 = 11$$

Базис = "И, НЕ"

1. Преобразуем заданные десятичные числа в четырехразрядные двоичные коды. Недостающие разряды добавим нулями.

$$X_{B1} = (0 \ 0 \ 0 \ 1)$$

$$X_{B2} = (0 \ 0 \ 1 \ 1)$$

$$X_{B3} = (1 \ 0 \ 0 \ 1)$$

$$X_{B4} = (1 \ 0 \ 1 \ 1)$$

2. Составим таблицу истинности, в которой единице должны соответствовать только заданные числа:

Выполним контрольные работы на заказ для студентов-заочников все Вузов

D	X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>0</sub>	F
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	0

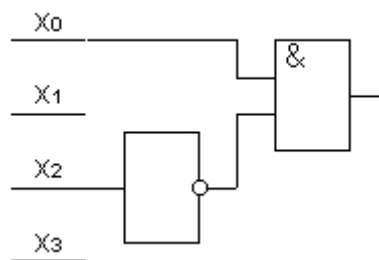
3. Запишем и упростим логическое уравнение. Преобразуем его в соответствии с типом заданных логических элементов. Составим карту Карно и проведем упрощения с ее использованием.

		x1/x0			
		00	01	11	10
x3/x2	00	0	1	1	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	1	1	0

В соответствии с составленной картой Карно:

$$F = \overline{X_2} \wedge X_0$$

4. Составим схему устройства с соответствии с выбранным базисом и упрощенным логическим уравнением.





### Задача №6

Определим исходные данные:

Базис = "JK"

$K_c = 11$

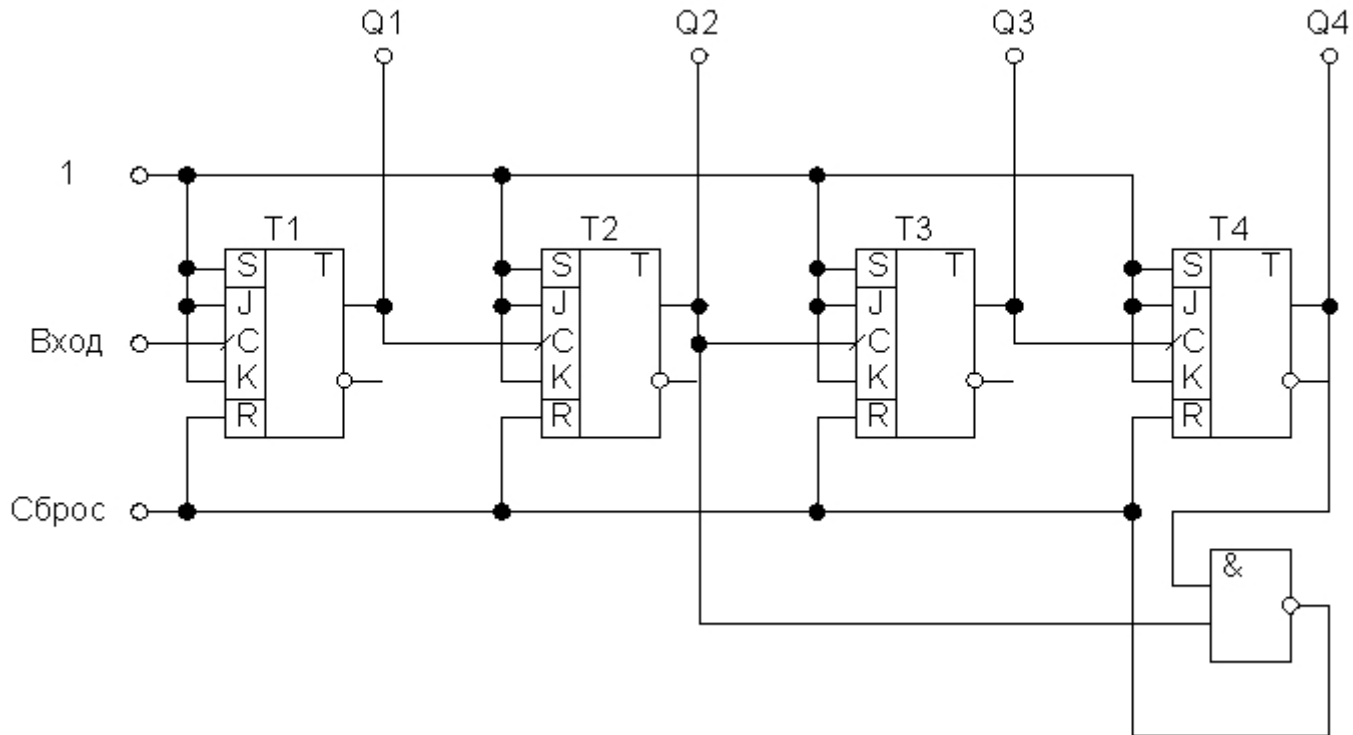
1. Выберем необходимое число триггеров и составим таблицу состояний счетчика для заданного модуля счета.

$$N = \lg_2(K_c) = 4$$

Импульс	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>
	n				n+1			
1	0	0	0	0	1	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0
3	0	1	0	0	1	1	0	0
4	1	1	0	0	0	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	1	0
6	1	0	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	0	1	1	1	0
8	1	1	1	0	0	0	0	1
9	0	0	0	1	1	0	0	1
10	1	0	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	1	1	1	0	1
12	1	1	0	1	0	0	1	1
13	0	0	1	1	1	0	1	1
14	1	0	1	1	0	1	1	1
15	0	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	0	0	0	0

Как видно из таблицы, счетчик из 4 триггеров имеет 16 устойчивых состояний. При  $K_c=11$  должно быть исключено 5 избыточных состояний. После одиннадцатого импульса счетчик из состояния 0101 должен перейти не в состояние 1101, а в исходное состояние 0000. Это осуществляется подачей на объединенные установочные входы сброса сигнала от комбинационной схемы, на выходе которой появляется низкий уровень, когда счетчик достиг состояния 0101.

2. Начертим схему счетчика с обозначением входов и выходов.



3. Начертим временную диаграмму работы счетчика за полный цикл работы. При переходе  $T_4$  в состояние  $Q_4=1$  и  $T_2$  в состояние  $Q_2=1$  на оба входа элемента 2И-НЕ подается высокий уровень. При подаче одиннадцатого импульса на выходе у него появляется низкий уровень, который подается на входы сброса, и все триггеры переходят в состояние  $Q=0$ .

