Министерство образования Российской Федерации

Российский химико-технологический университет

им. Д.И. Менделеева

Новомосковский институт

Синтез конечного автомата для устройства управления ЭВМ

Методические указания

Под редакцией к. т. н., доцента В.И. Воробьева

Новомосковск 2007

УДК 681.322

ББК 32.973

С 387

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры "Электротехника", НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева Е.Б. Колесников,

доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры "Метрология и системы управления качеством", НИ РХТУ им.Д.И. Менделеева Ю.И. Азима.

Составитель: Прохоров B. C.

С 387 Синтез конечного автомата для устройства управления ЭВМ: Методические указания / Под редакцией В.И. Воробьева; РХТУ им.Д.И. Менделеева, Новомосковский ин-т; Сост.: B. C. Прохоров. – Новомосковск, НИ РХТУ им Д.И. Менделеева, 2007. - 20 с.

Предложено индивидуальное задание по синтезу конечного автомата для устройства управления ЭВМ для студентов специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления" по курсу "Схемотехника". Рассмотрен порядок и особенности синтеза этого автомата.

## Содержание

Введение 4

1. Порядок синтеза конечного автомата для устройства управления ЭВМ 5

2. Индивидуальное задание 20

Библиографический список 21

## Введение

Устройство управления и синхронизации является наиболее сложным в структуре микропроцессора. Оно влияет на все процессы и управляет их протеканием. Каждая команда программы может быть разделена на этапы извлечения и выполнения. Каждый из них в свою очередь может быть разделен на элементарные микропрограммы. Микропрограммы каждой команды находятся в секции декодирования и выполняются блоком управления и синхронизации.

Управляющий автомат генерирует управляющие сигналы выборки команд из памяти и формирования в счетчике команд адреса следующей команды. Затем управляющий автомат дешифрирует код операции в команде и генерирует соответствующую коду операции серию управляющих сигналов, обеспечивающую реализацию в микропроцессоре заданной операции.

Выполнение индивидуального задания позволит понять суть процессов, протекающих в устройстве управления, и самостоятельно провести анализ и синтез несложных узлов и блоков ЭВМ.

## 1. Порядок синтеза конечного автомата для устройства управления ЭВМ

Обобщенная структурная схема конечного автомата КА (рис.1) содержит запоминающее устройство ЗУ (память на

триггерах Т1-Тn) и два комбинационных устройства КУ для формирования сигналов q1, q2,...,qn управления триггерами (КУ1) и для формирования требуемых выходных сигналов y1, y2,...,yk (КУ2).



Рис.1 Обобщенная структурная схема КА

КА работает циклами, заканчивая их всякий раз возвращением в исходное состояние.

По сигналу с ДШ команд схема запуска формирует входной сигнал x, который принимает только два значения: x1=0 (пауза в работе КА) и x2=1 (запуск и работа КА).

В ходе выполнения цикла КА в заданные моменты времени t1, t2, t3,... проходит через определенную последовательность внутренних состояний a(t) =al (l=0, 1,..., S), сменяющих друг друга при поступлении очередного тактового импульса Ф. При этом каждый цикл функционирования КА начинается в момент t поступления на его вход сигнала запуска x(t) =1.

Часть этих состояний (и тактов), пребывание в которых сопровождается выдачей импульса на какой-либо выход y1, y2,..., y16, можно назвать активными, а остальные, обеспечивающие заданные паузы между выдачами импульсов, - пассивными.

В качестве примера рассмотрим задачу синтеза КА с 1 входом и 16 выходами, который после запуска выдает импульс:

через (j+1) =(1+1) =2 тактовых интервалов - на выход с

номером (i+1) =(1+1) =2;

2) через (i+1) =(1+1) =2 тактов - на выход с номером

(j+1) =(1+1) =2;

3) через (i+j+9) =(1+1+9) =11 тактов - на выходы с номерами (j+4) =(1+4) =5 и (i+6) =(1+6) =7 и формирует сигнал “сброс” W=1, необходимый для возвращения КА в исходное состояние.

Здесь i=1, j=1 - предпоследняя и последняя цифры в номере зачетной книжки.

В состав КА входит генератор тактовой частоты. Он предназначен для синхронизации (т.е. согласования во времени) работы компонентов КА. Генератор формирует периодическую последовательность импульсов Ф с заданной частотой.

Тактовый интервал равен периоду периодической последовательности импульсов Ф.

В соответствии с заданием можно получить временную диаграмму работы КА (рис.2). Задание рекомендуется выполнить в следующем порядке:

1) по последним цифрам i и j номера зачетной книжки рассчитывают общее число состояний (S+1) КА, определяют необходимое количество триггеров n, активные состояния (такты) автомата, номера активных выходов;

2) строят граф, который задает алгоритм функционирования КА; составляют таблицы состояний и выходных сигналов КА, а по ним составляют таблицы истинности для сигналов на активных выходах и синтезируют функциональную схему КУ1, КУ2 в логическом базисе, заданном табл.1.

Таблица 1

Базис для синтезируемой схемы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки | четная | нечетная |
| Базис | или-не | и, или, не |

3) В соответствии с ГОСТ 2.743-82 “Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники” вычерчивают полную принципиальную электрическую схему КА, включая схему запуска, цепи возврата в исходное состояние (цепи “сброса”). ИМС выбирают из табл.2.

Таблица 2

Рекомендуемый перечень микросхем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условное обозначение ИМС | Состав и функциональное назначение ИМС | Тип логики |
| К155ЛЕ1 | 4x2 ИЛИ-НЕ | ТТЛ |
| К155ЛН1 | 6x НЕ | ТТЛ |
| К155ЛИ1 | 4x2 И | ТТЛ |
| К155ЛЕ4 | 3x3 ИЛИ-НЕ | ТТЛ |
|  |  |  |
| Продолжение табл.2 | | |
| К155ЛЛ1 | 4x2 ИЛИ | ТТЛ |
| К155ТВ1 | JK-триггер с элементом 3Н на входе | ТТЛ |
| К555ЛЕ1 | 4x2 ИЛИ-НЕ | ТТЛШ |
| К555ЛН1 | 6x НЕ | ТТЛШ |
| К555ЛИ1 | 4x2 И | ТТЛШ |
| К555ЛИ3 | 3x3 И | ТТЛШ |
| К555ЛЕ4 | 3x3 ИЛИ-НЕ | ТТЛШ |
| К555ТВ6 | Два JK-триггера со сбросом | ТТЛШ |
| К531ЛЕ1П | 4x2 ИЛИ-НЕ | ТТЛШ |
| К531ЛН1П | 6-НЕ | ТТЛШ |
| К531ЛИ3П | 3x3 И | ТТЛШ |
| К531ТВ9П | JK-триггер с предварительной установкой | ТТЛШ |
| К531ТВ11П | JK-триггер с установкой единицы и синхронизацией | ТТЛШ |



Рис. 2. Временная диаграмма работы КА

Из временной диаграммы видно, что активными тактами в рабочем цикле КА будут такты с номерами 2 и 11; активными выходами - выходы с номерами 2, 5,

7. Каждый цикл функционирования КА начинается в момент поступления на его вход сигнала запуска x(t) =1. При поступлении очередного тактового импульса Ф, максимальное число которых в цикле КА равно максимальному числу рабочих тактов R=i+j+9=1+1+9=11.

КА проходит ряд сменяющих друг друга состояний a(t) =al (l=0, 1,..., S). Число рабочих состояний равно S, а общее число состояний КА, включая исходное a0, равно S+1 и связано с максимальным числом рабочих тактов R соотношением SR.

Выполнение этого условия обеспечивает возможность выдачи выходного импульса на любом такте цикла.

Минимально необходимое количество триггеров определяется из соотношения nlog2(S+1).

Для разрабатываемого КА минимальное количество триггеров n=4, так как 24>11.

Для определения активных состояний следует задать определенный порядок их чередования в рабочем цикле КА, т.е. функцию переходов. Целесообразно принять алгоритм функционирования КА с функцией переходов, обеспечивающей естественный порядок смены состояний (рис.3). В этом случае КУ1 и память синтезируемого КА превращаются в суммирующий двоичный счетчик с параллельным переносом и коэффициентом пересчета Ксч=i+j+9=1+1+9=11, а КУ2 - в дешифратор состояний.



Рис.3. Алгоритм функционирования КА, заданный с помощью графа

Выходной сигнал КА может принимать значение произвольного 16-разрядного двоичного числа. Выходные сигналы КА могут быть описаны табл.3.

Таблица 3

Таблица выходных сигналов КА

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Значения yl | Уровень сигнала на выходе Vl (l=0, 1,..., S) | | | |
| выходного | активном | | пассивном | |
| сигнала y(tl) | V2 | V5 | V7 | Остальные (l=2,5,7) |
| y0 | 0 | 0 | 0 | 0...0 |
| y2 | 1 | 0 | 0 | 0...0 |
| y5 | 0 | 1 | 0 | 0...0 |
| y7 | 0 | 0 | 1 | 0...0 |
| Все остальные | 0 | 0 | 0 | 0...0 |

Каждое состояние КА отождествляется с записанным в триггеры n-разрядным двоичным числом (табл.4).

Таблица 4

Таблица состояний КА

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Сигналы Qk(t) на прямых выходах триггеров T4, T3, T2, T1 | | | |
|  | Q4(t) | Q3(t) | Q2(t) | Q1(t) |
| a0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| a1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| a2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| a3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| a4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| a5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| a6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| a7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| a8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| a9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| a10 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| a11 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| a12 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| a13 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| a14 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| a15 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Для КА с естественной сменой состояний в порядке возрастания их номеров активными оказываются состояния а2, а11 (на втором и одиннадцатом тактах).

Для синтеза КУ1 и КУ2 следует задать таблично функцию переходов (табл.5) и функцию выходов (табл.6).

Таблица 5

Таблица функции переходов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Предшествующее состояние автомата a(t) | | Последующее состояние автомата a(t+1) | |
|  | | при x(t) =1 | при x(t) =0 |
| a0 | 0000 | a1 | a0 |
| a1 | 0001 | a2 | a0 |
| a2 | 0010 | a3 | a0 |
| a3 | 0011 | a4 | a0 |
| a4 | 0100 | a5 | a0 |
|  |  |  |  |
| Продолжение табл.5 | | | |
| a5 | 0101 | a6 | a0 |
| a6 | 0110 | a7 | a0 |
| a7 | 0111 | a8 | a0 |
| a8 | 1000 | a9 | a0 |
| a9 | 1001 | a10 | a0 |
| a10 | 1010 | a11 | a0 |
| a11 | 1011 | a0 | a0 |
| a12 | 0000 | a0 | a0 |
| a13 | 0000 | a0 | a0 |
| a14 | 0000 | a0 | a0 |
| a15 | 0000 | a0 | a0 |

Таблица 6

Таблица функции выходов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состояние автомата a(t) | | Значения выходных сигналов y(t) |
| a0 | 0000 | y0 |
| a1 | 0001 | y0 |
| a2 | 0010 | y7 |
| a3 | 0011 | y0 |
| a4 | 0100 | y0 |
| a5 | 0101 | y0 |
| a6 | 0110 | y0 |
| a7 | 0111 | y0 |
| a8 | 1000 | y0 |
| a9 | 1001 | y0 |
| a10 | 1010 | y0 |
| a11 | 1011 | y5, y7, W |

Для синтеза ЗУ целесообразно использовать ИМС К555ТВ6, которая содержит два JK-триггера с общим выводом питания (рис.4).



Рис.4. JK - триггер типа К555 ТВ6

Данные в каждом триггере переносятся от входов на выходы по отрицательному перепаду тактового импульса С. Когда импульс С переходит от высокого уровня к низкому, сигналы на входах J и K изменяться не должны. Данные от входов J и K следует загружать в триггер, когда на входе С присутствует напряжение высокого уровня. Режим работы триггера из микросхемы К555ТВ6 следует выбирать из табл.7.

Таблица 7

Состояния триггеров микросхемы К555ТВ6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим работы | Вход | | | | Выход | |
|  | R | C | J | K | Q | Q |
| Асинхронный сброс | Н | X | X | X | Н | В |
| Переключение  Переключение | В |  | В | В | q | q |
| Загрузка 0 (сброс)  Загрузка 0 (сброс) | В |  | Н | В | Н | В |
| Загрузка 1 (установка)  Загрузка 1 (установка) | В |  | В | Н | В | Н |
| Хранение: нет изменений  Хранение: нет изменений | В |  | Н | Н | q | q |

Асинхронные входы сброса R имеют низкий активный уровень. Если на входе R будет напряжение низкого уровня, прохождение сигналов от входов C, J и K запрещается. На выходе Q появляется напряжение низкого уровня (первая строка табл.7). Остальные четыре режима работы возможны лишь при напряжении высокого уровня на входе R. Когда J=K=H, состояние выходов под действием отрицательного перепада на тактовом входе C не меняется (режим: хранения - нет изменений). Опираясь на таблицы состояний и выходных сигналов, а также таблицу состояний JK-триггеров ИМС

К555ТВ6 составляют полную таблицу функционирования КА (табл.8).

Таблица 8

Полная таблица функционирования КА, при построении ЗУ на JK-триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № так  та | Входной сиг  нал | Предшествующее состояние триггеров | | | | Последующее состояние триггеров | | | | Сигналы управления триггерами | | | | | | | | Сигна-лы на актив-ных выхо-дах КА | |
|  | x(t) |  | | | |  | | | | T4 | | T3 | | T2 | | T1 | | V2 | V5, |
|  |  | Q4 (t) | Q3 (t) | Q2 (t) | Q1 (t) | Q4 (t+D) | Q3 (t+ D) | Q2 (t+ D) | Q1 (t+ D) | J4 | K4 | J3 | K3 | J2 | K2 | J1 | K1 |  | V7,  W |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Из анализа кодовых комбинаций для сигналов на управляющих входах триггеров для первого триггера видно, что он работает в режиме простого деления на два. Такой режим работы обеспечивается при J1=1, K1=1.

Для того, чтобы провести минимизацию для функций, определяющих каждый из управляющих сигналов триггеров Т2, Т3, Т4 данные из табл.8, касающиеся значений сигналов на их управляющих входах, переносят на карты Карно (рис.5).



Рис.5. Карты Карно для сигналов на управляющих входах JK-триггеров

В этих картах по четыре клетки не заполнены: эти клетки соответствуют неиспользованным кодовым комбинациям. Совокупность четырех триггеров может находиться в одном из шестнадцати состояний: 24=16, из которых в счетчике используется двенадцать.

Часть клеток в картах заполнена символом “X”, что означает, что минимизируемая функция может при данном наборе аргументов Q1... Q4 принимать любое значение: 0 или 1.

Особенностью минимизации логических функций, значение

которых при определенных наборах аргументов не играет роли (незаполненные клетки и клетки с символом “X”) является то, что при проведении в картах контуров, охватывающих единицы, можно включать в эти контуры также и клетки, в которых функция не определена.

Синтез КУ1 осуществляют по логическим функциям для сигналов на управляющих входах триггеров:

J1=1,K1=1,

J2=Q1Q2,K2=Q1Q2,

J3=Q1Q2Q3Q4 K3=Q1Q2Q3,

J4=Q1Q2Q3,K4=Q1Q2Q4.

Так как сигналы V2, V5, V7, W только один раз за цикл принимают единичное значение, то при синтезе КУ2 аналитические выражения для их логических функций получают сразу, минуя этап минимизации:

V2=Q1Q2Q3Q4,

V5=V7=W=Q1Q2Q3Q4.

Используя полученные аналитические выражения для логических функций КУ1 и КУ2 синтезируют схему автомата на выбранных из табл.2 ИМС (Рис.6).



Рис.6. Принципиальная электрическая схема КА при построении ЗУ на JK-триггерах

В КА JK-триггер целесообразно использовать в качестве синхронного счетного триггера, в котором на тактовый вход подают тактовые импульсы Ф с генератора тактовой частоты, а счетные импульсы q подают на соединенные входы J и K (рис.7).



Рис.7. Преобразование JK-триггера в синхронный счетный триггер ФС (TV-триггер)

Текущее состояние счетного триггера определяется не информацией на входах, а состоянием его в предыдущем такте. При входной комбинации Jn=Kn=1 с каждым тактовым импульсом происходит опрокидывание триггера, и его выходные сигналы меняют свое значение, а при Jn=Kn=0 он переходит в режим хранения информации независимо от смены сигналов на входе C(Ф). Это расширяет функциональные возможности счетного триггера, позволяя в нужные моменты времени сохранять информацию на его выходах в течение требуемого числа тактов.

Уравнение такого триггера выглядит следующим образом:

Qn+1=(nQnVФnQn) qnVQnn,



а его переключательная функция характеризуется табл.9.

Таблица 9

Состояния синхронного счетного триггера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Такт n | | Такт n+1 |
| qn | Фn | Qn+1 |
| 0 | 0 | Qn |
| 0 | 1 | Qn |
| 1 | 0 | Qn |
| 1 | 1 | Qn |

Опираясь на таблицы состояний и выходных сигналов, а также таблицу состояний синхронного счетного триггера составляют полную таблицу (табл.10) функционирования КА.

Так как в рассматриваемом случае задействованы не все состояния КА (не задействованы состояния a12, a13, a14, a15), то логические функции q1, q2, q3, q4 оказываются не полностью определенными, отчего в их таблицах истинности появляются “безразличные” переменные, обозначенные символами “x”, которые по мере необходимости могут принимать значения 1 или 0.

Кроме того в табл.6 составной частью входят таблицы истинности не только для q1, q2, q3, q4, а также - выходных сигналов y2, y5, y7 и сигнала сброса W, так как все эти функции зависят от переменных Q1(t), Q2(t), Q3(t), Q4(t).

Таблица 10

Полная таблица функционирования КА, при построении ЗУ на синхронных счетных триггерах (TV-триггерах)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № такта | Входной сиг  нал x(t) | Предшествующее состояние триггеров  T1... T4 | | | | Последующее состояние триггеров  T1... T4 | | | | Сигналы управления триггерами | | | | Сигналы на ак-тивных выходах КА | |
|  |  | Q4 (t) | Q3 (t) | Q2 (t) | Q1 (t) | Q4 (t+D) | Q3 (t+ D) | Q2 (t+ D) | Q1 (t+ D) | q4  (t) | q3  (t) | q2  (t) | q1  (t) | V2 | V5,V7,  W |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | 0 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 |

Получим МДНФ для сигналов управления триггерами на картах Карно (рис8).



Рис.8. Карты Карно для сигналов на управляющих входах TV-триггеров

Синтез КУ1 осуществляют на логических функциях для сигналов управления триггерами:

q1=1; q2=Q1; q3=Q1Q2; q4=Q1Q2Q3, а синтез КУ2 - по ранее полученным уравнениям (рис.9).



Рис.9. Принципиальная электрическая схема КА при построении ЗУ на TV-триггерах

Сравнивая схемы Рис.6 и рис.9 можно установить, что применение TV-триггеров упрощает синтез КА: при синтезе схемы Рис.6 использовано 14 логических элементов, а схемы рис.9 - только10: на 4 меньше.

При выполнении индивидуального задания рекомендуется пользоваться литературой, предложенной в библиографическом списке.

## 2. Индивидуальное задание

Синтезировать конечный автомат КА, выполняющий функции устройства управления УУ ЭВМ и имеющий 1 вход и 16 выходов.

УУ по сигналу с дешифратора ДШ команд должно выдавать на свои выходы серию управляющих сигналов с различными временными задержками, чем и обеспечивается управление микропроцессором в ходе выполнения очередной команды программы.

КА после запуска должен:

1) через (j+1) тактовых интервалов выдавать импульс на выход с номером (i+1);

2) через (i+1) тактов - на выход с номером (j+1);

3) через (i+j+9) тактов - на выходы с номерами (j+4) и (i+6);

4) после этого самостоятельно возвращается в исходное состояние.

Здесь i и j - предпоследняя и последняя цифры в номере зачетной книжки.

## Библиографический список

1. Гольденберг Л.М., Бутыльский Ю.Т., Поляк М.Н. Цифровые устройства на интегральных схемах в технике связи. - М.: Связь, 1979. - 232 с.

2. Гольденберг Л.М. Импульсные устройства. - М.: Радио и связь, 1981. - 223 с.

3. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. - Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1988. - 352 с.

4. Проектирование импульсных и цифровых устройств радиотехнических систем: Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М., Катинов В.М. и др.; Под редакцией Ю.М. Казаринова - М.: Высшая школа, 1985. - 319 с.

5. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов.: Учебник для вузов по спец. ЭВМ. - М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.

6. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. - Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1986. - 280 с.: ил.