МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

Институт Компьютерных Наук и Кибербезопасности

Высшая школа технологий искуственного интелекта

Направление 02.03.01 Математика и Компьютерные Науки

Курсовая работа По дисциплине:

«Теория алгоритмов»

Тема Работы:

«Синтез функциональной схемы простейших часов» «Вариант 25»

Обучающийся:	Черепанов Михаил Дмитриевич	
Руководитель:	Востров Алексей Владимирович	
	« » 20	r

Содержание

Bı	веде	ние	3
1	Пос	становка задачи	4
2	Ma	гематическое описание	5
	2.1	Множество состояний	5
	2.2	Множество входных сигналов	6
	2.3	Множество выходных сигналов	6
	2.4	Функция переходов	6
	2.5	Функция выходов	7
	2.6	Управляющие воздействия	7
	2.7	Граф управляющего конечного автомата	8
	2.8	Построение таблиц истинности по функциям переходов и выходов .	Ö
	2.9	Минимизация функций выходов и переходов	10
3	Occ	обенности реализации	13
	3.1	Основные элементы, использующиеся в схеме	13
		3.1.1 Тактовый генератор	13
		3.1.2 Счетчик	13
		3.1.3 Индикаторный преобразователь(ИП)	14
		3.1.4 D-триггер	15
	3.2	Схематическая реализация управляющего автомата	16
		3.2.1 Реализация блока формирования следующего состояния	16
		3.2.2 Реализация блока формирования импульсных сигналов	17
		3.2.3 Реализация блока формирования потенциальных сигналов .	18
		3.2.4 Блок элементов памяти	19
	3.3	Реализация блока подсчета текущего времени	20
	3.4	Реализация блока подсчета значения секундомера	21
	3.5	Реализация блока формирования звукового сигнала	22
	3.6	Реализация блока преобразования сигналов для отображения на дис-	0.0
	9.7	плее	23
	3.7	Дисплей и управление часами	24
	3.8	Общая схема электронных часов	25
4	Pac	чет площади реальной схемы	2 6
Зғ	клю	рчение	27
Cı	писо	к использованных источников	28

Введение

Данная работа посвящена применению знаний полученных на курсе «Теория Алгоритмов» в области конечных автоматов для синтеза функциональной схемы простейших часов.

На сегодняшний день множество встроенных систем основаны на принципах конечно-автоматической модели, поэтому данная тема атуальна.

В данном отчете представленна информация о курсовой работе моего варианта: 2113120.

1 Постановка задачи

Построить функциональную схему простейших электронных часов с функциями, соответствующими варианту 2113120 (25 вариант):

- 2 отображение минут, часов и дня недели.
- 1 24ех часовой режим работы часов.
- 1 присутствует отключение индикаторов с целью экономии электроэнергии.
- 3 остановака часов после корректировки минут (только в том случае, если была добавлена хоть одна минута).

Запуск часов - по нажатию кнопки.

- 1 простой секундомер (сброс запуск остановка).
- 2 звуковая сигнализация: каждые четверть часа в течение секунды.
- 0 звуковой сигнал в устанавливаемое время (будильник): отсутствует.

2 Математическое описание

Конечный автомат — математическая модель дискретного устройства, которая описывается набором $A = (S, \Sigma, Y, s_0, \sigma, \lambda)$, где:

S - конечное множество состояний;

 Σ - конечное множество входных сигналов;

Y - конечное множество выходных сигналов;

 s_0 - начальное состояние автомата $s_0 \in S$;

 $\sigma: S \times \Sigma \to S$ - функция переходов;

 $\lambda: S \times \Sigma \to Y$ - функция выходов;

2.1 Множество состояний

Для реализации данного варианта было выбранно 8 состояний: $S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7\}$, где

- s_0 Отображение времени состояние отображения на дисплее текущего времени и дня недели.
- s_1 Корректировка минут без остановки часов по заданию, остановка времени происходит, только после того, когда пользователь добавил хотя бы одну минуту. Поэтому, нам нужно два состояния для корректирования минут(В обном время остановленно, в другом - нет).
- s_2 Корректировка минут и остановка часов в этом состоянии пользователь может корректировать минуты при остановленных часах.
- s_3 Корректировка часов без остановки часов (механизма) для корректировки часов, так же используются два состояния автомата (с остановленным механизмом и без).
- s_4 Корректировка часов с остановкой часов(механизма) в этом состоянии пользователь может корректировать минуты при остановленном механизме.
- s_5 **Отключение индикаторов** в этом состоянии дисплей отключается (для экономии энергии), но часы продолжают работать (время не останавливается).
- s_6 , s_7 **Вк**л/**Выкл секундомера** состояния, на которых на дисплей выводится значение секундомера, вместо текущего времени(Значение дня недели в этот момент не показывается). Необходимо два одинаковых состояния для отображения секундомера для возможности его сброса и остановки.

2.2 Множество входных сигналов

Входной алфавит был выбран из 4ex элементов (сигналов): $\Sigma = \{a, b, ab, c\}$, где:

- а нажатие кнопки а.
- b нажатие кнопки b.
- аb нажатие кнопкок а и b вместе.
- с нажатие кнопки с.

2.3 Множество выходных сигналов

Было выделено 10 выходных сигналов: $Y = \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}\}$, где

- z_1 корректировка часов(увеличение счетчика часов на 1).
- z_2 корректировка минут(увеличение счетчика минут на 1).
- ullet z_3 нейтральный сигнал.
- z_4 корректировка минут и остановка часов (механизма).
- z_5 запуск часов.
- \bullet z_6 отключение индикатора.
- z_7 включение индикатора.
- \bullet z_8 отображение секундомера.
- z_9 вкл/выкл секундомера.
- z_{10} сброс секундомера.

2.4 Функция переходов

Функция переходов $\sigma: S \times \Sigma \to S$ представленна на рис. 1 в виде таблицы.

	a	b	ab	С
s0	s1	 s5	s6	s0
s1	s2	s3	s1	s1
s2	s2	s4	s2	s1
s3	s3	s0	s3	s3
s4	s4	s4	s4	s3
s5	s5	s0	s5	s5
s6	s7	s6	s0	s6
s7	s6	s7	s0	s7

Рис. 1: Функция переходов.

2.5 Функция выходов

Функция переходов $\lambda: S \times \Sigma \to Y$ представленна на рис. 2 в виде таблицы.

I I I	a	b	ab	С
s0	z3	z6	z8	z3
s1	z4	z3	z3	z3
s2	z3	z3	z3	z5
s3	z1	z3	z3	z3
s4	z1	z3	z3	z5
s5	z3	z7	z3	z3
s0 s1 s2 s3 s4 s5 s6	z9	z3	z8	z3
s7	z9	z10	z8	z3
I				

Рис. 2: Функция выходов.

2.6 Управляющие воздействия

Выходами автомата являются управляющие на схему воздействия, которые можно разделить на два типа импульсные и потенциальные микрокоманды:

Импульсные микрокоманды - кратковременные сигналы для управления автоматом, подаются во время переключения автомата из одного состояния в другое.

Потенциальные микрокоманды - сигналы, действующие продолжительное время. В данном случае, все время нахождения автомата в конкретном состоянии.

Были выделены следующие микрокоманды:

Импульсные:

- ullet i_1 увеличение значения часов на 1.
- ullet i_2 увеличение значения минут на 1.
- ullet i_3 вкл/выкл тактового генератора.
- i_4 сброс секундомера.
- \bullet i_5 Подключение/отключение тактового генератора к секундомеру.

Потенциальные:

- \bullet L_1 Отключение сигналов часов и минут от дисплея.
- ullet L_2 Отключение сигналов дня недели от дисплея.
- \bullet L_3 Вывод на дисплей секундомера.

2.7 Граф управляющего конечного автомата

На рис. 3. представлен граф управляющего конечного автомата.

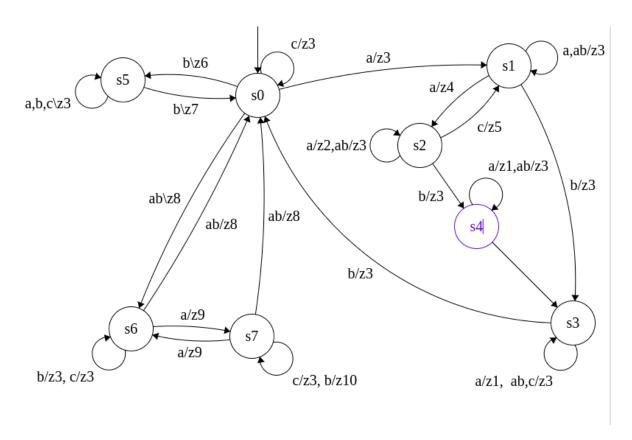


Рис. 3: Граф управляющего конечного автомата.

2.8 Построение таблиц истинности по функциям переходов и выходов

Закодируем $\{q1,q2,q3\}$ и $\{Q1,Q2,Q3\}$ - текущее и следующее состояния автомата (для кодировки 8ми состояний достаточно 3 бита).

Сигналы { а,b,ab,c} закодируем значениями 100,010,110,001 соответсвенно.

Затем построим неполную таблицу истинности(в строках таблицы, в которых присутствуют неиспользованные кодировки сигналов, все значения выходов будут нулями, их опустим).

Таблица истинности для переходов состояний и импульсных сигналов представленна на рис. 4. В двух правых столбцах для удобства проставлены обозначения входных сигналов и состояний.

)		i4		i2	i1	Q3	Q2	Q1	q3		q1	С	b	a
a s0		0	ľ	C	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
b		0	ן (C	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
ab	а	0)	C	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
С		0)	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
			Ī													
a s1		0)¦	C	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
b		0)	C	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
ab	а	0)	C	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
С		0)	C	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
			Ī													
a sz		0)	C	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
b		0)	C	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
ab	а	0)	C	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
С		0)	C	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
		0)	C	0	0	0									
a s		0)	C	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1
b		0)	C	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
ab	а	0)	C	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
С		0)	C	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
			T				\top									
a s4		0)	C	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
b		0)	C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
ab	а	0)	C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
С		0)	C	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
			I													
as		0)	C	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
b		0)	C	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
ab	а	0	-		0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
С		0)	C	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
			T													
a se		1)¦	C	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
b		0	_		0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
ab		0	-		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
С		0	1		0	0	0	0	1	1	0		1	1	0	0
			T							_			_			
asī		1)	С	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
b		0	_		0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
ab		0	-	C	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
С		0	1		0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0

Рис. 4: Таблица истинности для переходов и импульсных сигналов.

Так как значение потенциальных сигналов зависит только от состояния автомата, то выделим для них отдельную таблицу: puc. 5.

q1	q2	q3	L1	L2	L3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1

Рис. 5: Таблица истинности для потенциальных микрокоманд.

2.9 Минимизация функций выходов и переходов

Произведем с помощью карт Карно минимизацию функций выходов. На рис. 6 - 8 показана минимизация и полученные формулы для выходов $\{Q1,Q2,Q3\}$ соответсвенно.

q1q2q3 ABC	000	001	011	010	110	111	101	100
000	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	0	1	1	1	0
011	0	0	0	0	0	0	0	0
010	1	0	0	1	1	1	0	1
110	1	1	0	0	0	0	1	1
111	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	1	1	1	1

Результат

F = A B C q1 + A B C q2 + A B C q3 + A B C q1 q2 + A B C q1 q3 + A B C q1 q2

Рис. 6: Минимизация выхода Q1.

q1q2q3 ABC	000	001	011	010	110	111	101	100
000	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	1	0	1	1	0	0
011	0	0	0	0	0	0	0	0
010	0	1	1	0	0	1	0	0
110	1	1	1	1	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	1	1	1	1	1	0	0

Результат

 $F = A \, \overline{B} \, \overline{C} \, q2 \, + \, A \, \overline{C} \, \overline{q1} \, q3 \, + \, A \, B \, \overline{C} \, \overline{q1} \, + \, B \, \overline{C} \, \overline{q1} \, q3 \, + \, \overline{A} \, B \, \overline{C} \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q2 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q2 \, + \, \overline{A} \, \overline{B} \, C \, q1 \, q3 \, + \, \overline{A} \, \overline{$

Рис. 7: Минимизация выхода Q2.

q1q2q3 ABC	000	001	011	010	110	111	101	100
000	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	1	1	1	0	1	1	1
011	0	0	0	0	0	0	0	0
010	1	1	0	0	0	1	0	0
110	0	0	1	0	0	0	1	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	0	1	0	1	0	1	0

Результат

 $F = \overline{ \underbrace{A} \ B} \ C \ q3 \ + \ A \ \overline{C} \ q1 \ \overline{q2} \ q3 \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ \overline{C} \ \overline{q1} \ q2 \ q3 \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ \overline{C} \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ q2 \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ \overline{q3} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ \overline{q3} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q2} \ \overline{q3} \ \overline{q3} \ \overline{q3} \ + \ \overline{A} \ \overline{B} \ C \ \overline{q1} \ \overline{q3} \$

Рис. 8: Минимизация выхода Q3.

Для сигналов i1-i5 и L1-L3 минимизация не представляет особой сложности и интереса, поэтому приведу только конечные формулы. Они представленны на рис. 9-16.

$$F = A \overline{B} \overline{C} q1 \overline{q2} \overline{q3} + A \overline{B} \overline{C} \overline{q1} q2 q3$$

Рис. 9: Итоговая формула сигнала і1.

$$F = A \overline{B} \overline{C} \overline{q1} q2 \overline{q3} + A \overline{B} \overline{C} \overline{q1} \overline{q2} q3$$

Рис. 10: Итоговая формула сигнала і2.

$$F = A \overline{B} \overline{C} \overline{q1} \overline{q2} q3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{q1} q2 \overline{q3}$$

Рис. 11: Итоговая формула сигнала і3.

$$F = \overline{A} B \overline{C} q1 q2 q3$$

Рис. 12: Итоговая формула сигнала і4.

$$F = A \overline{B} \overline{C} q1 q2$$

Рис. 13: Итоговая формула сигнала і5.

$$F = q1 \overline{q2} q3$$

Рис. 14: Итоговая формула сигнала L1.

Рис. 15: Итоговая формула сигнала L2.

Рис. 16: Итоговая формула сигнала L3.

3 Особенности реализации

3.1 Основные элементы, использующиеся в схеме

3.1.1 Тактовый генератор

Тактовый генератор формирует прямоугольные импульсы заданной частоты. В данной реализации тактовый генератор с заданной частотой применяется для увеличения на единицу значения счётчика секунд часов (механизма) и секундомера.

Частота тактового генератора может изменяться с $0.25~\Gamma$ ц до $4.1~\kappa$ Γ ц, а значит минимальное отслеживаемое время в данной схеме примерно равно $0.25~\rm Mc$. Максимаильное время - $4~\rm ceкунды$.

3.1.2 Счетчик

Счётчик - это устройство, которое осуществляет счет и хранение кода числа подсчитанных импульсов. У каждого счетчика есть тактовый вход, на который поступают электрические импульсы, и несколько выходов, с которых можно снимать двоичный код числа, находящийся в счетчике. С каждым новым входным импульсом этот код изменяется: он может увеличиваться на 1 (суммирующий счетчик), уменьшаться на 1 (вычитающий счетчик) или изменяться в соответствии с какимлибо другим правилом.

В данной работе используются цепочки суммирующих счетчиков для хранения и подсчета текущего значения времени на часах и значения секундомера.

Схема двух счетчиков, включенных последовательно представленна на рис. 17.

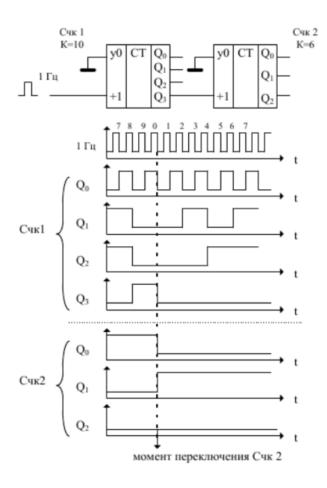


Рис. 17: Схема двух счетчиков, включенных последовательно.

3.1.3 Индикаторный преобразователь(ИП)

Индикаторный преобразователь(ИП) выполняет функцию преобразования двоичного кода десятичной цифры в сигналы, которые управляют индикаторами.

На вход ИП подается 4 управляющих бита, поступающих со значения счетчиков текущего времени или значений секундомера. На выход поступают 7 битов сигналов для управления 7-сигментного индикатора (дисплея) для отображения времени.

Схема управления дисплеем с помощью индикаторных преобразователей показана на рис. 18.

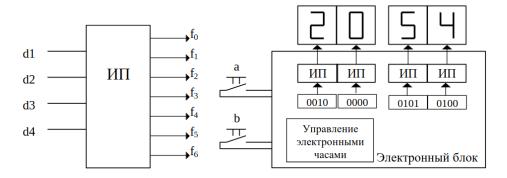


Рис. 18: Схема управления дисплеем с помощью индикаторных преобразователей.

3.1.4 D-триггер

Триггер - устройство с двумя устойчивыми состояниями, предназначенное для хранения данных.

D-триггер - одна из разновидностей триггеров. Особенностью D-триггера является то, что у триггера есть тактовый вход и вход бита данных.

В момент поступления сигнала с тактового входа, значение, хранящаеся в триггере принимает значение равное значению на входе данных.

В данной работе D-триггеры используются для хранения текущего и предыдущего состяния конечного автомата.

На рис. 19 показана схема хранения текущего и предыдущего состяния с использованием D-триггеров.

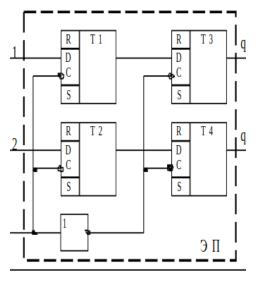


Рис. 19: Схема хранения текущего и предыдущего состяния с использованием D-триггеров.

3.2 Схематическая реализация управляющего автомата

3.2.1 Реализация блока формирования следующего состояния

На рис. 20 - 21 показана схема формирования следующего состояния автомата.

Входом данного блока являются сигналы от кнопок A,B,C (обозначены на схеме тремя левыми проводами) и тремя битами текущего состояния q1, q2, q3 (три правых провода).

Выход - Q1,Q2,Q3 - биты следующего состояния.

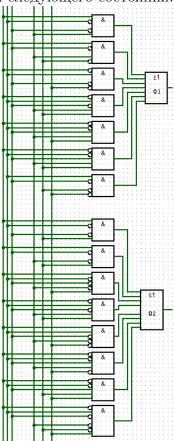


Рис. 20: Схема формирования сигналов Q1 и Q2.

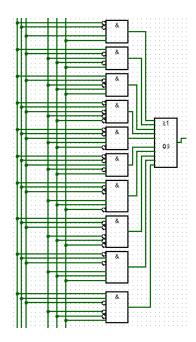


Рис. 21: Схема формирования сигналов Q3.

Данная схема реализует формулу, полученную для $\mathrm{Q1},\mathrm{Q2}$ и $\mathrm{Q3}$ на этапе минимизации функции.

3.2.2 Реализация блока формирования импульсных сигналов

На рис. 22 показана схема реализации формирования сигналов i1, i2, i4. Вход: сигналы от кнопок A,B,C (обозначены на схеме тремя левыми проводами), три бита текущего состояния q1, q2, q3 (три правых провода). Выход: сигналы i1,i2,i4.

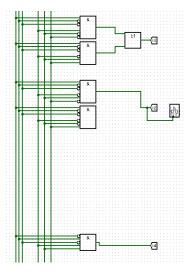


Рис. 22: Схема формирования сигналов i1,i2,i4.

Для сигналов i3 и i5 реализовать схему, в точности повторяющую формулу, полученную в пункте минимизации функций не получилось.

Причина следующая: существует момент времени(крайне малый), когда пользователь уже нажал кнопку, а значение в счетчике текущего(i-ого) состояния еще не поменялось на следующее (i+1-ое), и тогда, если при одинаковых сигналах от кнопок управления в i-ом и i+1-ом состоянии должны идти одинаковые импульсные сигналы, схема формирования, зависящая только от текущего состояния и сигналов от кнопок может работать некорректно.

Метод использования задержек с помощью двойного отрицания не помог исправить проблему, поэтому было принято решение для сигналов в которых возможна такая ошибка (это сигналы i3 и i5) реализовать схему зависящую и от текущего и от следующего состояния.

Итак, на рис. 23 показана схема реализации формирования сигналов і5 и і3.

Вход: сигналы от кнопок A,B,C (обозначены на схеме тремя левыми проводами), три бита текущего состояния q1, q2, q3 (три центральных провода), три бита предыдущего состояния t1,t2,t3 (три правых провода).

Выход: сигналы і3,і5.

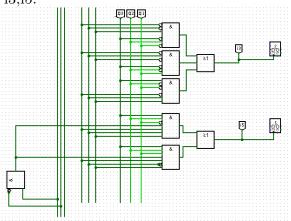


Рис. 23: Схема формирования сигналов i1,i2,i4.

3.2.3 Реализация блока формирования потенциальных сигналов

На рис. 24 показана схема реализации формирования сигналов L1,L2,L3. Схематическая реализация полностью повтаряет формулу, полученную на этапе минимизации.

Вход: три бита текущего состояния q1, q2, q3.

Выход: сигналы L1,L2,L3.

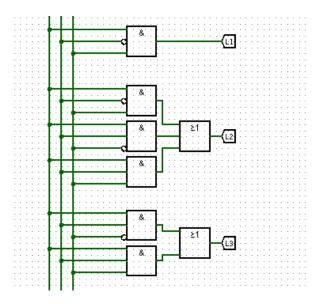


Рис. 24: Схема формирования потенциальных сигналов

3.2.4 Блок элементов памяти

Для корректного функционирования автомата, необходимо хранить текущее и предыдущее состояние автомата. Для этого будем использовать три пары последовательно подключенных D-триггера.

На рис. 25 показана схема хранения текущего и предыдущего состояния. Вход: сигналы $\{Q1,Q2,Q3\}$, описанные выше, сигнал нажатия пользователем на одну из кнопок.

Выход: Значения текущего и предыдущего состояния автомата.

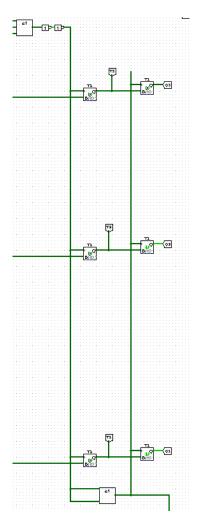


Рис. 25: Блок элементов памяти

3.3 Реализация блока подсчета текущего времени

Блок подсчета текущего времени реализован с использованием 7ми счетчиков для хранения следующих величин:

Секунд;

Десятков секунд;

Минут;

Десятков минут;

Часов;

Десятков часов;

Дней недели.

Тактовый гениратор с каждым тактом увеличивает значения счетчика секунд на единицу. Кроме этого по импульсным сигналам i1 и i2 происходит увеличение значения часов и минут соответсвенно. Итак:

Вход: сигнал с тактового генератора, импульсные микрокоманды i1,i2.

Выход: значения часов, минут и дня недели для отображения на дисплее.

На рис. 26 показана реализованная схема блока подсчета текущего времени.

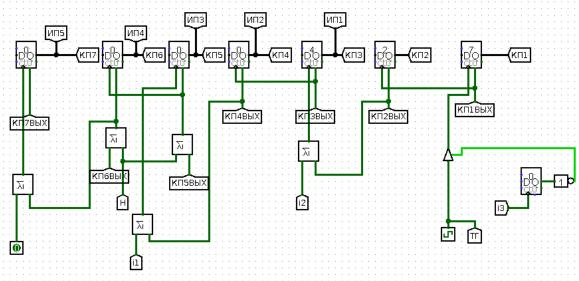


Рис. 26: Схема блока подсчета текущего времени.

3.4 Реализация блока подсчета значения секундомера

Блок подсчета значения секундомера реализован с использованием 4ëx счетчиков для хранения следующих величин:

Секунд;

Десятков секунд;

Минут;

Десятков минут.

Тактовый гениратор с каждым тактом увеличивает значения счетчика секунд на единицу. По импульсному сигналу і5 происходит подключение/отключение тактового генератора к секундомеру. По сигналу і4 происходит сброс значения секундомера. В начале работы часов тактовый генератор от секундомера по умолчанию отключен. Итак:

Вход: сигнал с тактового генератора, импульсные сигналы i4,i5.

Выход: Значения секунд и минут для отображения на дисплее.

На рис. 27 показана реализованная схема блока подсчета значения секундомера.

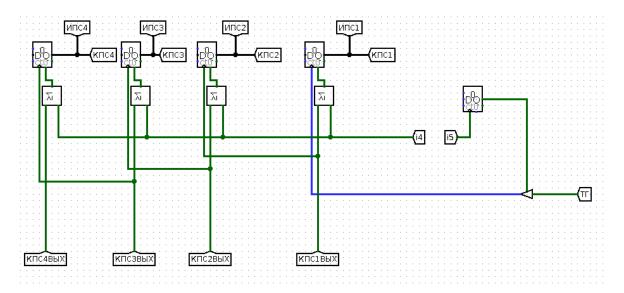


Рис. 27: Схема блока подсчета значения секундомера.

3.5 Реализация блока формирования звукового сигнала

По заданию звуковой сигнал должен появляться каждые 15 минут в течении одной секунды.

Это можно интерпретировать так: Каждый раз, когда значение минут достигает чисел: $00, 15, 30,\!45$ - нужно начать звуковой сигнал.

Каждый раз когда значение секунд принимает значение 02 - подать сигнал у выключении звука.

Вход: значения счетчиков минут и секунд.

Выход: Сигналы начала и конца звука.

Ha рис. 28 показана реализованная схема блока формирования звукового сигнала.

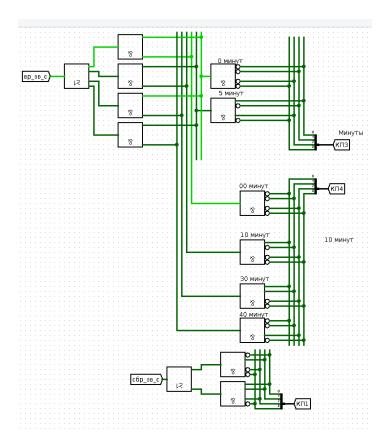


Рис. 28: Схема блока формирования звукового сигнала.

3.6 Реализация блока преобразования сигналов для отображения на дисплее

Блок преобразования сигналов реализован с помощью 5ти индикаторных преобразователей для отображения каждого из значений выводимом на дисплей.

На вход кроме текущего времени и значения секундомера подаются потенциальные микрокоманды L1 и L2 - которые в состоянии логической единицы запрещают показ значений времени и дней недели соответсвенно. И сигнал L3, который в состоянии логической единицы разрешает показ текущего времени, в состоянии логического нуля - показ значения секундомера. Итак:

Вход: Сигналы, отображающие текущее значение времени, дня недели и секундомера, потенциальные сигналы: L1,L2,L3.

Выход: Сигналы, поступающие на дисплей для отображения текущего значения на нём.

На рис. 29 показана реализованная схема блока преобразования сигналов для отображения на дисплее.

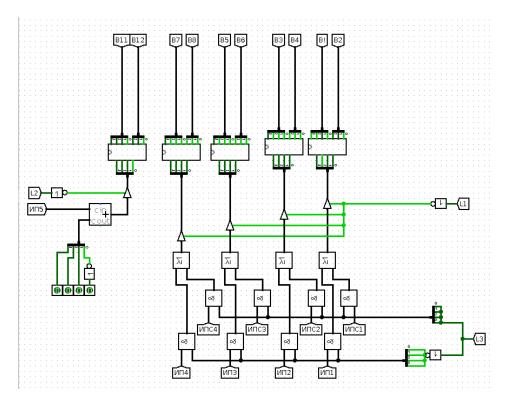


Рис. 29: Схема блока преобразования сигналов для отображения на дисплее.

3.7 Дисплей и управление часами

Пользователь часов видит диспей, состоящий из 5ти 7ми-сегментных индикаторов для отображения текущего значения времени и дней недели или значения секундомера. Кроме этого, значение звукового сигнала.

Для управления часами используется 3 кнопки A,B и C, но для удобства демонстрации работы в logisim была добавлена 4ая кнопка, отвечающая за одновременное нажатие на кнопки A и B.

Вход: Сигналы, для установки значения индикаторов, сигнал для отображения звука.

Выход: Отображение текущего времени и дня недели или значения секундомера, звуковой сигнал.

На рис. 30 показана схема реализации дисплея и кнопок.

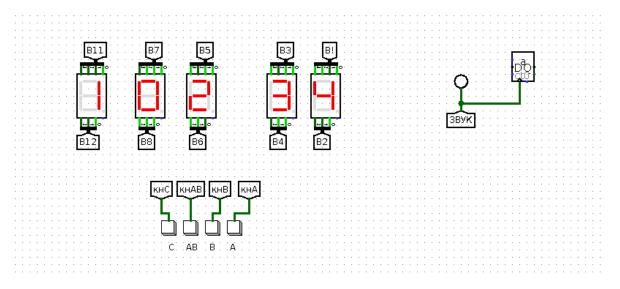


Рис. 30: Схема реализации дисплея и кнопок.

3.8 Общая схема электронных часов

На рис. 31 показана общая реализованная схема электронных часов.

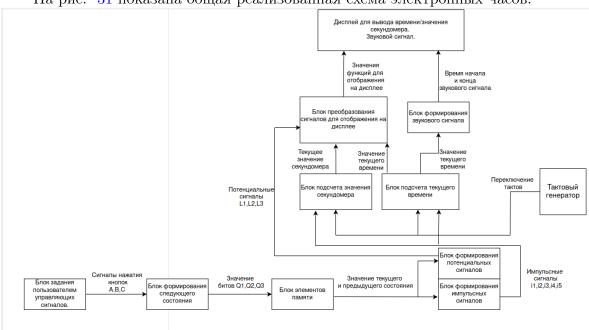


Рис. 31: Общая схема электронных часов.

4 Расчет площади реальной схемы

Для расчёта площади необходимо оценить число транзисторов, которое потребуется для создания реальной схемы часов по построенной схеме.

На рис. 32 показаны расчеты для реализованной схемы с помощью подсчета количества транзисторов.

Элемент	Кол-во тразисторов	Кол-во элементов	Итог
Инвертор	4	9	36
И	4	79	316
или	6	32	192
D-триггер	20	8	160
Счетчик 0xf	64	11	704
Счетчик 0х1	16	2	32
Инд. Преобр.	400	5	2000
Упр. Буффер	6	7	42
I			3482

Рис. 32: Таблица для расчета размеров реальной схемы.

Получили итоговое значение: 3482 транзистора. Произведя оценку из расчета, что на одном квадратном миллиметре площади кристала можно разместить около 1000 транзисторов, получим, что итоговая площадь схемы примерно равна 3.5 mm^2 .

Заключение

В результате работы была реализована схема электронных часов в соответствии с 25 вариантом, а именно следующий функционал:

- Отображение значения минут и часов в 24-ех часовом формате и дня недели.
- Возможность редактирования текущего значения минут и часов.
- Звуковой сигнал каждые 15 минут в течении 1ой секунды.
- Отключение индикаторов с целью экономии электроэнергии.
- Секундомер с возможностью включения, останова и сброса времени.

Преимущества реализации:

- 1. Для реализации блоков перехода в следующее состояние и формированиия импульсных и потенциальных сигналов была проведена минимизация функций, что способствовало уменьшению количества элементов на схеме.
- 2. При переключении с секундомера на отображение текущего времени существует возможность оставить секундомер включенным.

Недостатки реализации:

- 1. Решение вопроса, описанного в пункте 3.2.2 с некорректной работой часов из-за отсутсвия синхронизации сигнала с помощью зависимости импульсного сигнала от текущего и предыдущего состояния влечет за собой сложности в масштабировании схемы, поскольку такое решение уход от канонической формы представления функции выходов в теории конечных автоматов.
- 2. Погрешность до 1 секунды при запуске секундомера, так как и часы, и секундомер работают от одного тактового генератора.

Масштабирование:

Схему можно масштабировать добавлением нового функционала, например, добавлением отображения секунд на дисплее, возможностью редактировать текущий день недели, добавлением будильника и т.д.

Список использованных источников

- [1] Ф.А Новиков. Дискретная математика для программистов: Учебник для вузов. 3-е изд. СПб: Питер, 2008. —384 с. (Дата обращения: 14.02.2024)
- [2] Карпов Ю.Г., Теория автоматов СПБ.: Питер, 2003. 208 с. (Дата обращения: 14.02.2024)
- [3] Методические указания к курсовой работе. [Электронный ресурс] URL:https://tema.spbstu.ru/userfiles/files/courses/2018-theory-algorithm/KuR_MU.pdf (Дата обращения: 12.02.2024)