

УДК 378.14:004.91(574)

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ**¹Мукашев К.М., ²Шадинова К.С., ²Жусипбекова Ш.Е., ²Жакипова Ш.А.,
³Маметжанова Н.Х., ⁴Туймебаева А.Е., ²Жыланбаева Б.К., ²Баракова А.Ш.**¹*Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, Алматы, e-mail: Shadinova.ks@mail.ru;*²*Казахский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, e-mail: Sholpan_80Aeka@mail.ru;*³*Казахский Национальный Педагогический Женский Университет, Алматы, e-mail: Shinar85@mail.ru;*⁴*Таразский Государственный Университет имени М.Х. Дулати, Тараз, e-mail: Akner@mail.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию диодно-транзисторной логики на дискретных элементах показало, что она имеет большую задержку выходного сигнала относительно входного. Основные узлы автоматических устройств обычно строятся на базе логических схем. От быстродействия логических элементов зависит быстродействие автоматов и вычислительных устройств. Чем меньше время задержки логических элементов, тем более быстродействующее устройство можно построить. Для повышения быстродействия автоматических устройств нужно использовать транзисторно-транзисторную логику (ТТЛ), выполненную в виде интегральных микросхем серии 155. Элементы такой логики имеют в десятки раз большее быстродействие и соответственно меньшую задержку выходного сигнала относительно входного.

Ключевые слова: Логические элементы, И, ИЛИ, НЕ, ДТЛ**LOGIC ELEMENTS ON THE INTEGRATED CIRCUIT****¹Mukashev K.M., ²Shadinova K.S., ²Zhusipbekova Sh.E., ²Zhakupova Sh.A.,
³Mametzhanova N.H., ⁴Tujmebaeva A.E., ²Zhyllanbaeva B.K., ²Barakova A.Sh.**¹*Kazahsky National Pedagogical University named after Abai, Almaty, e-mail: Shadinova.ks@mail.ru;*²*Kazahsky National Medical University named after SD Asfendiyarov, Almaty, e-mail: Sholpan_80Aeka@mail.ru;*³*Kazahsky National Pedagogical University Female, Almaty, e-mail: Shinar85@mail.ru;*⁴*Tarazsky State University named after MH Dulati, Taraz, e-mail: Akner@mail.ru*

Real article is devoted to exploration of diode-transistor logic on discrete components showed, that it has a large output delay relatively to the input. The main components of automatic devices are usually built on the basis of logic. From performance of logic elements depends on the performance of machines and computing devices. Consequently, short delay time of logical elements, can cause high-speed device, which can be built up. To improve the performance of automatic devices, transistor-transistor logic (TTL), which was made in the form of integrated microcircuits of 155 series, considered necessary to use. So elements of such logic are ten times speedier and therefore have less delay output relatively to the input.

Keywords: Logical elements, AND, OR, NOT, DTL

Цель: Ознакомление с принципом построения логических элементов на интегральных микросхемах (ИМС) и методами исследования их в статике и динамике.

Логическими элементами называются устройства для преобразования числовой (дискретной) информации взаимнообусловленности истинных и ложных суждений или высказываний. Простые суждения представляются элементарными функциями, состоящими из двух аргументов, которые могут быть обозначены различными математическими символами. Из элементарных логических функций могут быть составлены сложные логические функции. Число элементарных функций и их комбинаций определяется формулой $F = 2^n$, где $n = 0, 1, 2, \dots$. Так, при $n = 0$ число элементарных функций составляет $2^0 = 2^1 = 2$; т.е. $F_1 = 1$ и $F_2 = 0$. При $n = 1$ множество элемен-

тарных функций состоит из $2^2 = 4$ комбинаций (00, 01, 10, 11) и т.д.

Двузначные суждения легко реализуются двухпозиционными элементами с двумя устойчивыми состояниями, такими, как логические элементы **И**, **ИЛИ**, **НЕ** и их комбинациями. Исполнение этих элементов на диодной и диодно-транзисторной логике (ДТЛ) показало, что они имеют большую задержку выходного сигнала относительно входного.

В настоящей работе нам надлежит исследовать транзисторно-транзисторную логику (ТТЛ), представленную интегральными схемами серии К155. Элементы такой логики имеют в десятки раз большее быстродействие и, соответственно, меньшую задержку, чем элементы ДТЛ. В ТТЛ – схемах базовым элементом является схема **И-НЕ** (рис. 1).

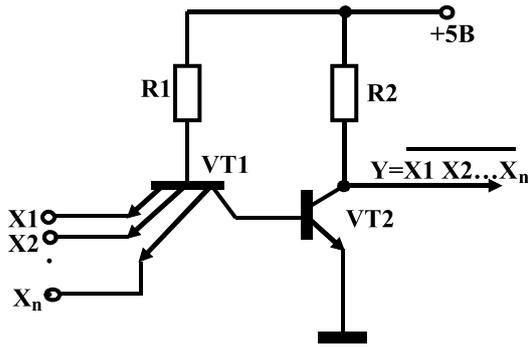


Рис. 1. Упрощенная схема элемента И-НЕ

С помощью этой схемы можно реализовать любую логическую функцию. Входным элементом является многоэмиттерный транзистор VT1, которого можно представить как схему И на диодах с нагрузкой R1 в цепи базы, как это было сделано в предыдущей работе. При поступлении на все входы сигналов высокого уровня, т.е. логической «1», на базе транзистора VT1 будет также высокий потенциал. Такой потенциал появится и на базе VT2. Тогда транзистор VT2 войдет в режим насыщения и на его коллекторе появится потенциал, соответствующий логическому «0». При поступлении на входы хотя бы одного лог. «0», на базе VT2 также будет низкий потенциал. Тог-

да VT2 закрывается и транзистор переходит в режим отсечки. На коллекторе VT2 возникнет высокий потенциал. Т.о., если на входе схемы появится хотя бы один лог «0», то на выходе получим лог «1». Поэтому данная схема реализует логику И-НЕ на n – входов. На практике обычно число входов этих элементов не превышает трех-четырех.

В процессе исследования логических элементов мы должны убедиться в том, что исследуемые схемы реализуют именно ту логическую функцию, которая указана на графическом его изображении. При этом значения аргументов задаются тумблерами, значение логической функции можно определить вольтметром как в предыдущей работе. Но удобнее это проводить с помощью элементов индикации, т.е. светоизлучающих диодов.

Светодиод к исследуемой схеме подключается через другой логический элемент типа НЕ (рис. 2, а). Диод будет светиться в том случае, если через него потечет достаточный ток. Последнее возможно при $X = 1$. Если $X = 0$, то на выходе элемента НЕ появится высокий потенциал и через диод тока не будет. Свечение диода условно принимается за лог. 1, а отсутствие свечения – за лог.0. С помощью световой индикации можно исследовать логические элементы в статике. Упрощенное изображение этой схемы показано на рис. 2, б.

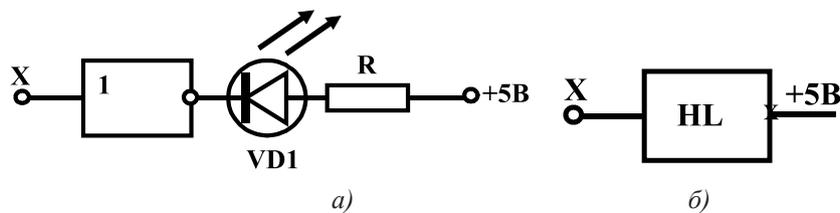


Рис. 2. Схема соединения светодиода (а) и его условно-графическое изображение (б)

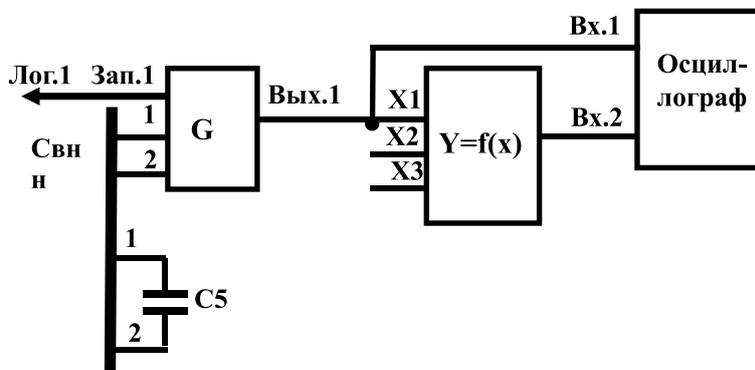


Рис. 3. Схема проверки логических элементов в динамике

Для изучения работы логических элементов в динамике можно использовать схему, изображенную на рис. 3. Под $Y = f(x)$ здесь подразумевается любой логический элемент, количество входов X_i которого определяется его типом. На вход $X1$ подаются импульсные сигналы от генератора G , а значения остальных аргументов X_2, \dots, X_n задаются с помощью тумблеров SA_2-SA_10 . Входной сигнал $X1$ изучается через первый, а выходной сигнал – через второй канал осциллографа. По осциллографу, измеряя запаздывание выходного сигнала относительно входного, можно определить быстродействие схемы.

Порядок выполнения работы

Задание 1

Статический режим работы логических элементов.

1.1. Исследовать в статике работу логического элемента НЕ на интегральной схеме DD5 типа K155ЛН1 (рис. 4). Результаты исследования выразить в виде таблицы истинности.

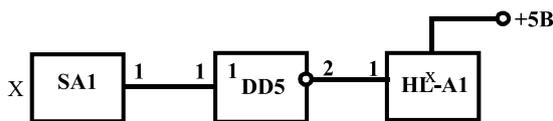


Рис. 4. Схема проверки элемента НЕ в статике

Примечание: ИМС типа K155ЛН1 включает в себе шесть элементов НЕ. Поэтому можно ограничиться проверкой только одного элемента. То же самое относится и к другим ИМС этой серии (см. Приложение 8).

1.2. Исследовать в статике работу логического элемента И на ИМС DD4 типа K155ЛИ1 (рис. 5). Результаты исследования свести в таблицу истинности.

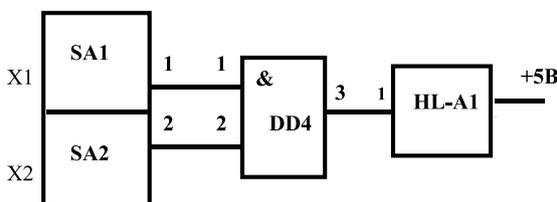


Рис. 5. Схема проверки элемента И в статике

1.3. Исследовать в статике работу логического элемента ИЛИ на ИМС DD12 типа K155ЛЛ1 (рис. 6). Результаты исследования отразить в виде таблицы истинности.

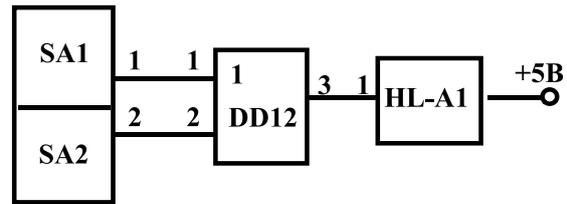


Рис. 6. Схема проверки элемента ИЛИ в статике

1.4. Исследовать в статике работу базового логического элемента 2И-НЕ на ИМС DD2 типа K155ЛА3 (рис. 7). Результаты исследования отразить в виде таблицы истинности.

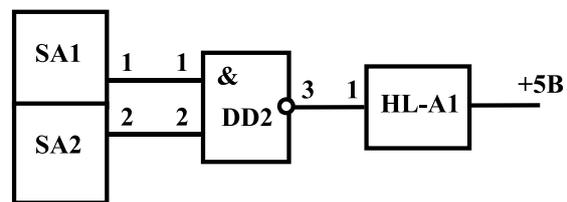


Рис. 7. Схема проверки элемента И-НЕ в статике

Задание 2

Динамический режим работы логических элементов.

2.1. Исследовать в динамике работу логического элемента НЕ на ИМС DD5 типа K155ЛН1. Результаты исследований выдать в виде осциллограмм и данных измерений времени задержки по фронту $\tau_{зф}$. Для изучения динамического режима используется схема на рис. 3.

2.2. Исследовать в динамике работу логического элемента И на ИМС DD4 типа K155ЛИ1. Отчетность по заданию такая же, как в п. 1.1.

2.3. Исследовать в динамике работу базового логического элемента 2И-НЕ на ИМС DD2 типа K155ЛА3 с той же отчетностью.

Задание 3

Начертить и смонтировать на базе элемента 2И-НЕ на ИМС K155ЛА3 схему, реализующую функцию следующего вида: $Y = \overline{X1} \wedge X2$.

Подсказка: $Y = X1 \wedge X2 = X1 \wedge X2$.

3.2. Начертить и смонтировать на базе элемента 2И-НЕ на ИМС K155ЛА3 схему, реализующую функцию следующего вида: $Y = X1 \wedge X2 \wedge X3$.

3.3. Такая схема может быть построена по образцу рис. 8.

3.4. Составить таблицу истинности схемы и экспериментально убедиться в справедливости выполняемой операции. Закончить работу, демонтировать схему и привести рабочее место в порядок.

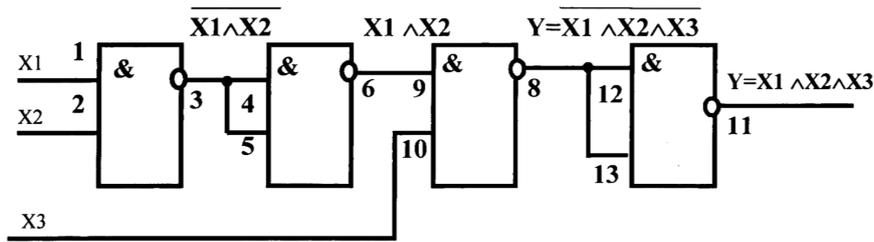


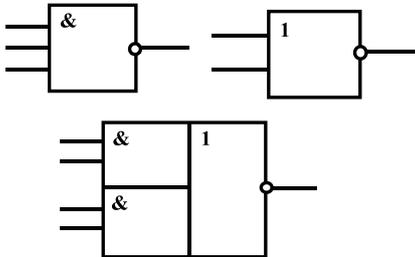
Рис. 8. Схема реализации логической операции

Задание на дом

1. Подготовить отчет по теме.
2. Изучить логику работы логических элементов.
3. Освоить принципы построения простых логических элементов на транзисторах.
4. Освоить методы проверки логических элементов в статике и динамике.
5. Изучить принцип действия светоизлучающих диодов и возможность использования их для проверки состояния логических элементов.
6. Изучить и запомнить принцип маркировки ИМС (см. Приложение 3).
7. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какую логическую функцию реализуют следующие схемы:



2. Какими способами можно получить элемент **НЕ** из базового логического элемента **2И-НЕ**?

3. Устройство элемента **2И-НЕ**?

4. Как проявляется ключевой режим транзистора в работе логических элементов?

5. Почему нужно знать время задержки входного сигнала при прохождении через логический элемент?

6. Какие преимущества имеет ТТЛ – логика перед ДТЛ-схемой?

7. Запомните следующие тождества:

$$A + A = A; \bar{A} + A = 1; A + 0 = A; A + 1 = 1;$$

$$A \wedge A = A; \bar{A} \wedge A = 0; A \wedge 0 = 0;$$

$$\bar{\bar{A}} \wedge 1 = A; A = \bar{\bar{A}}$$

8. Составьте схемы, реализующие следующие функции:

$$Y1 = (X1 \vee X2) \times X3; Y2 = \overline{(X1 \vee X2)} X3;$$

Список литературы

1. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энерго-атом-издат, 1988.
2. Алексеенко А.Г. Основы микросхемотехники. – М.: Радио и связь, 1987.
3. Прянишников В.А. Электроника. – С.-Пб.: Корона принт, 1998.