

Введение

Современный окружающий нас мир невозможно представить без электронных устройств. Персональные компьютеры, мобильные телефоны, мп3 плееры, видеокамеры, наручные электронные часы, калькуляторы, будильники, и прочие электронные приборы – все это цифровые устройства. «Все узлы цифровых вычислительных машин содержат элементы цифровой техники, с помощью которой осуществляется запоминание и хранение информации, управление вычислительным процессом, ввод и вывод информации»[1].

Понимание принципов работы и создания таких логических схем является первым необходимым условием того, что бы мобильный телефон мог отправлять сообщения, принимать и осуществлять звонки, будильник звонил тогда, когда вам это нужно, а наручные часы показывали точное время.

Как раз для этой цели на нашей кафедре и существует теоретический курс по цифровой электронике, на котором студенты обучаются алгебре логики, построению электронных схем, изучают основные цифровые устройства последовательного и параллельного типа (триггеры, шифраторы, сумматоры, регистры сдвига и т.п.).

Для лучшего усвоения теоретических знаний и получения новых навыков моим научным руководителем было предложено дополнить данный теоретический курс лабораторными занятиями.

Целью моей работы является разработка экспериментальной базы для практикума по дисциплине «Основы цифровой электроники», а так же сборка 4-х разрядного двоичного сумматора как примера одной из будущих лабораторных работ. В процессе создания мы надеемся выявить все проблемы, с которыми могут столкнуться студенты на данном практикуме и найти оптимальные пути решения задач, которые возникнут в ходе создания экспериментальной базы практикума.

Концепция установки

Типовая лабораторная установка практикума будет состоять из нескольких отдельных устройств:

- 1) Макетная плата – необходима для монтажа и соединения электронных компонентов.
- 2) Устройства ввода информации.
- 3) Устройство вывода информации.
- 4) Источник питания.
- 5) Логический пробник – для проверки уровня логического сигнала.

Блок-схему лабораторной установки вы видите на рис. 1.

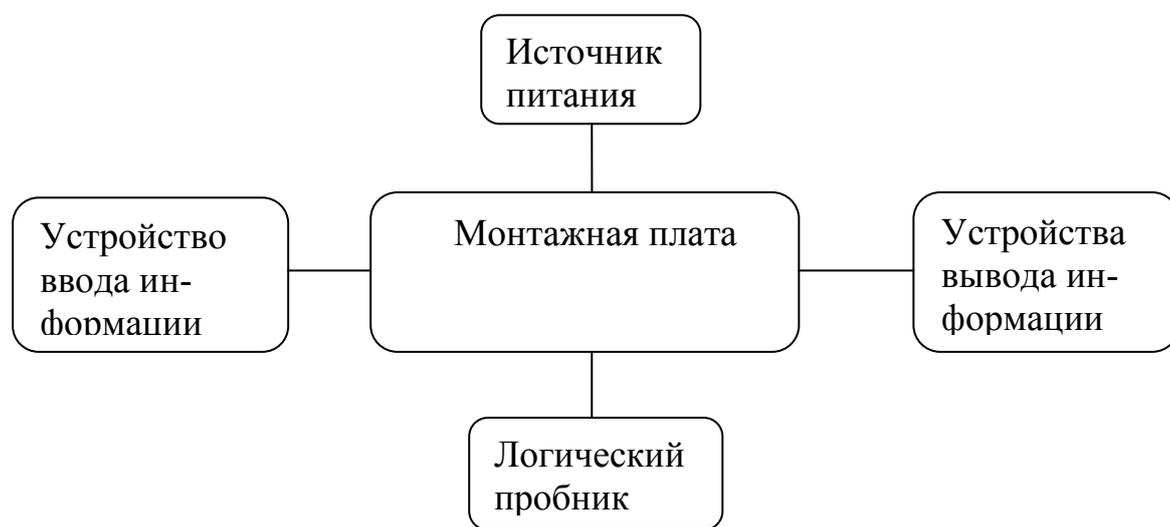


Рис. 1

Данная концепция лабораторной установки позволяет менять и соединять между собой отдельные устройства, тем самым расширяя спектр возможностей создания логических схем.

Логический пробник

Логические схемы, которые нам предстоит строить на практикуме, работают на цифровых сигналах. Для того, что бы детектировать наличие и уровень сигнала в конкретной точке схемы, нам необходим логический пробник. Схему такого устройства вы видите на рис. 2

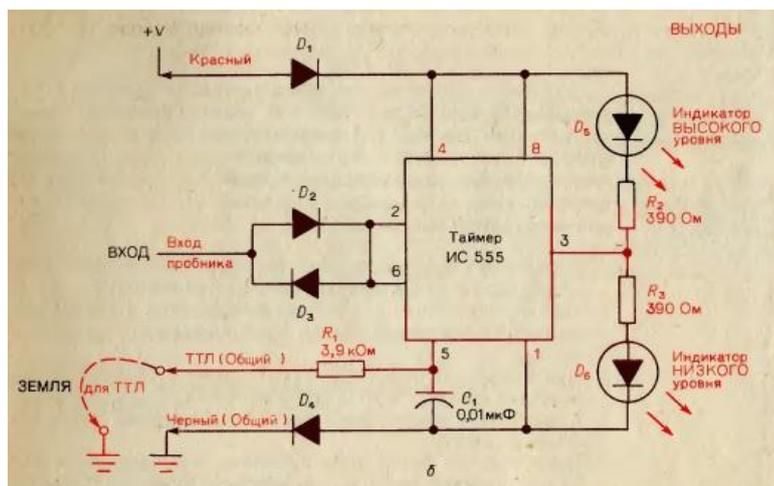


Рис. 2 [2]

Разработка пробника началась с разработки печатной платы (рис. 3).

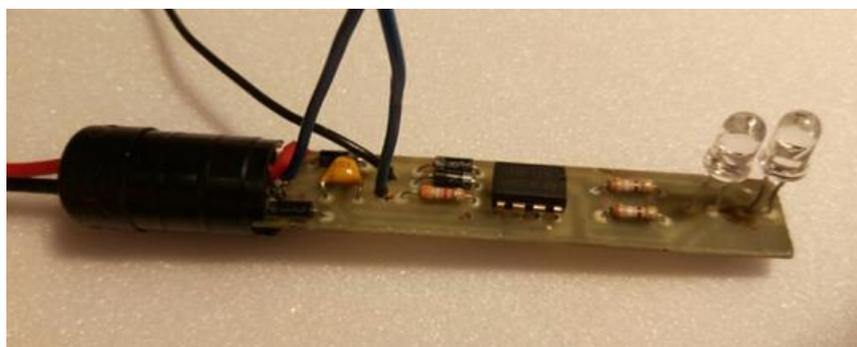


Рис. 3

Как видите, данный пробник имеет два выхода питания, острие для контакта с регулируемой точкой схемы, переключатель режимов ТТЛ и КМОП, и два световых индикатора. Зеленый соответствует высокому уровню сигнала, а красный – низкому. Так же пробник имеет колпачок для защиты острия при транспортировке (рис. 4)

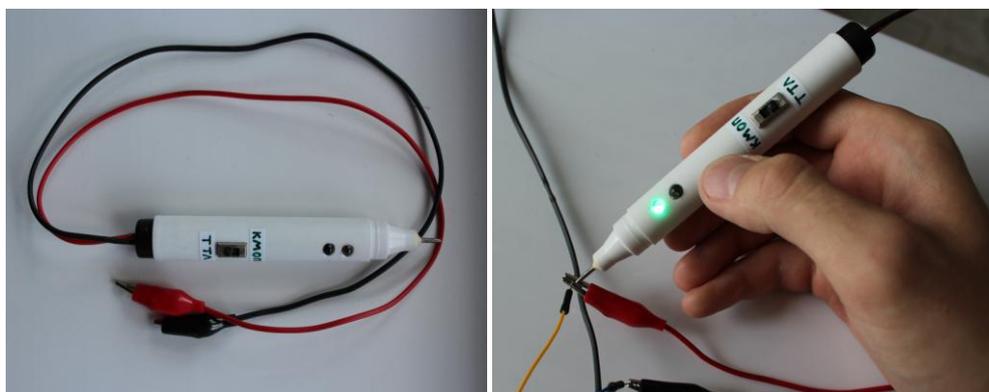


Рис. 4

Создание лабораторной установки

Основным звеном лабораторной установки будет макетная плата, Она позволяет без пайки, быстро и удобно размещать электронные компоненты. Контакты компонентов соединяются с помощью перемычек.

В качестве примера практической работы, моим руководителем было предложено спроектировать 4-х разрядный сумматор. Сумматор – это логическое операционное устройство, выполняющее арифметическое сложение кодов двух чисел. Тут вы видите схему такого устройства, построенную в бесплатной программе Logisim (рис.5).

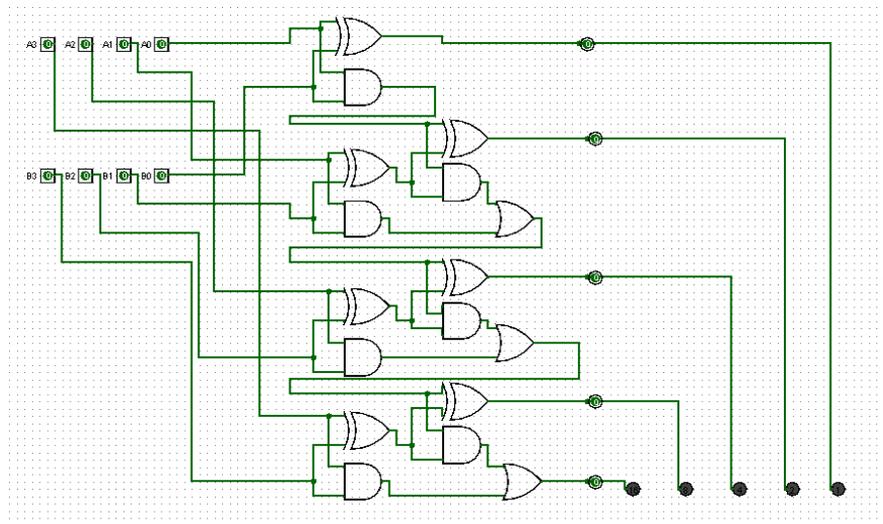


Рис. 5[3]

Все необходимые логические элементы для построения сумматора можно найти в микросхемах серии к155. В каждой микросхеме находится четыре отдельных логических элемента одного типа (рис. 6). Для нашей задачи нам необходимо пять микросхем.

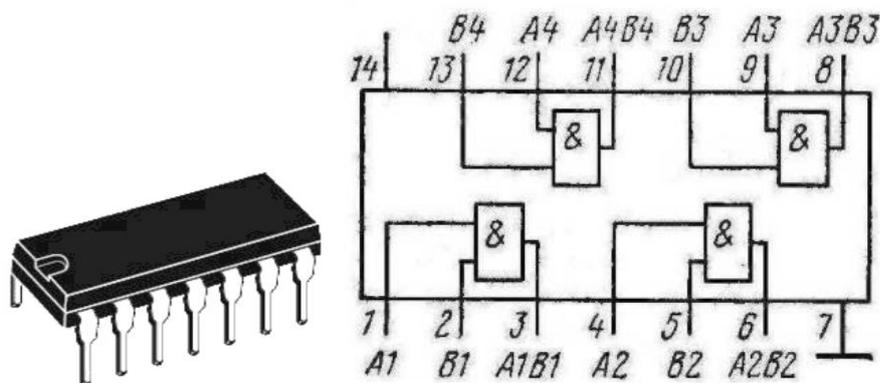


Рис. 6[4]

На рис. 7 вы видите собранную схему 4х разрядного сумматора. Как видите, микросхемы располагаются последовательно в ряд, а контакты соединяются перемычками.

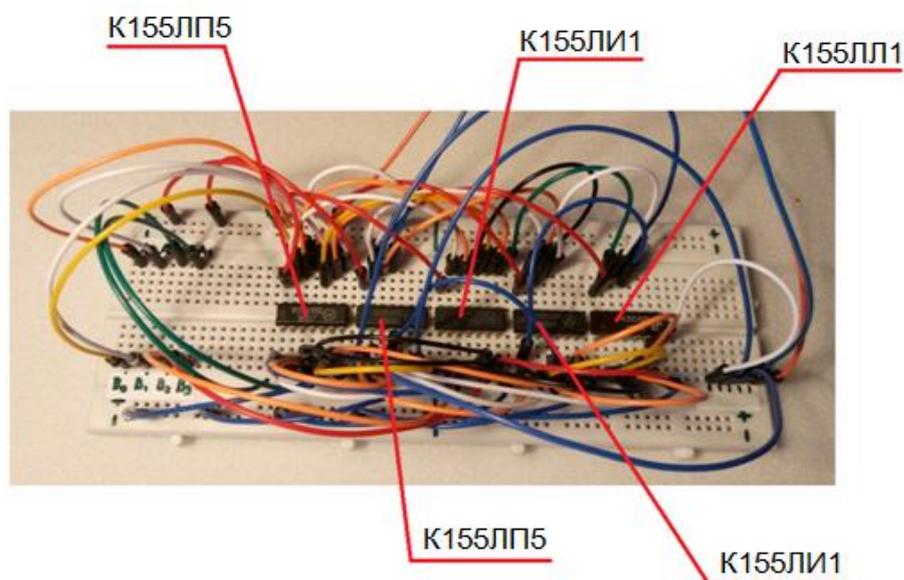


Рис. 7

Устройства ввода/вывода информации.

Сигналы на входе сумматора должны иметь либо высокий, либо низкий уровень напряжения. Сигналы с неопределенным уровнем недопустимы, поэтому для коммутации цепи высокого и низкого уровня нам необходимы переключатели. Так же, для индикации уровня на входе, в схеме предусмотрены световые индикаторы, подключенные через биполярный транзистор, управляет которым сигнал со входа сумматора (рис. 8)

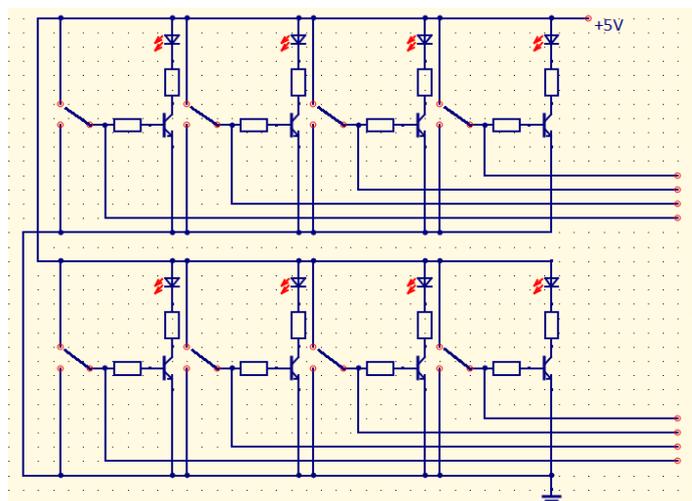


Рис. 8[5]

Устройство ввода в корпусе. Верхнее положение переключателя соответствует высокому уровню входного сигнала, а нижнее – низкому (рис. 9).

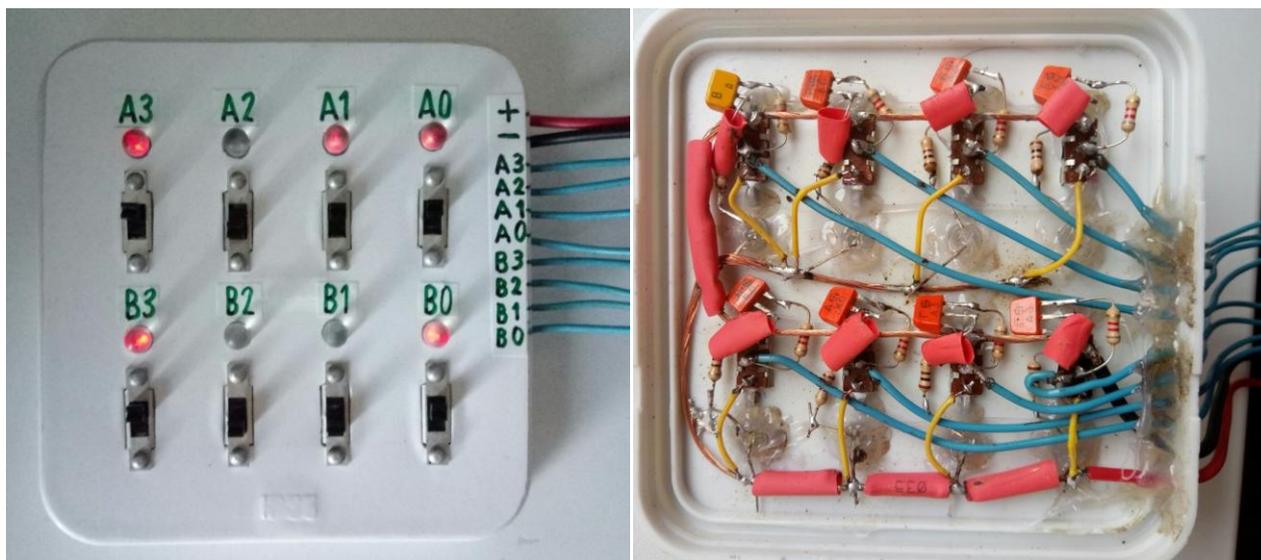


Рис. 9

Устройство вывода представляет собой 5 световых индикаторов, с общей землей. На анод каждого индикатора подается сигнал с соответствующего выхода сумматора (рис. 10).

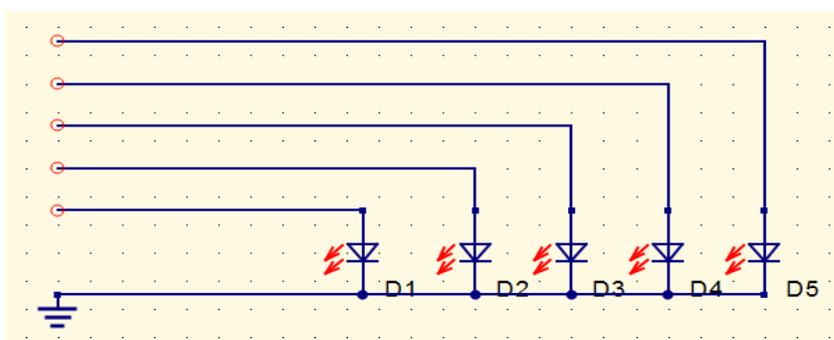


Рис. 10[5]

Корпусом устройства вывода служит отрезок кабель-канала (рис.11).

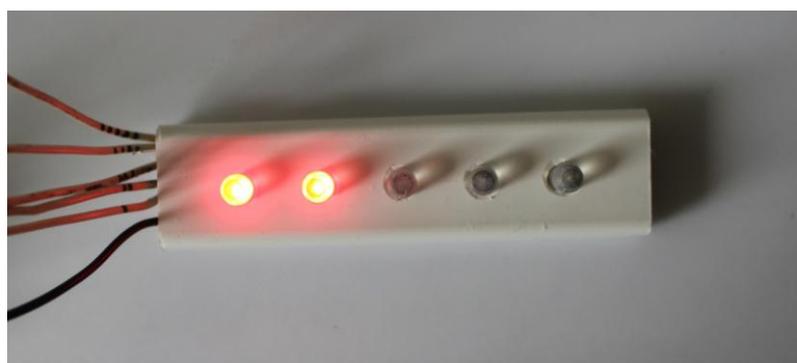


Рис. 11

Питание установки

В качестве источника питания необходимо использовать блок питания, способный выдавать стабилизированные 5 вольт, при токе не менее 0,25А. Напряжение питания зависит от типа используемых микросхем. В нашем случае микросхем выполнены по ТТЛ технологии. Для таких микросхем напряжение питания всегда +5в.[6]

В своей работе я использовал зарядное устройство от мобильного телефона напряжением питания 5В.

Тестирование лабораторной установки

Для тестирования лабораторной установки произведем суммирование двух кодов чисел. Для этой цели нам понадобится таблица перевода десятичных чисел в двоичный код (рис. 12).

10	2	10	2
0	0000	16	10000
1	0001	17	10001
2	0010	18	10010
3	0011	19	10011
4	0100	20	10100
5	0101	21	10101
6	0110	22	10110
7	0111	23	10111
8	1000	24	11000
9	1001	25	11001
10	1010	26	11010
11	1011	27	11011
12	1100	28	11100
13	1101	29	11101
14	1110	30	11110
15	1111		

Рис. 12

Порядок выполнения суммирования:

- 1) Выбираем любые два числа до 15 включительно, например 10 и 6.
 - 2) Переводим их в двоичный код, согласно таблице на (рис. 23).
Число 10 – **1010**, а число 6 – **0110**.
 - 3) Вводим их коды с помощью устройства ввода.
 - 4) Переводим получившийся код с устройства вывода в десятичную систему. Устройство вывода показало код – **10000**, что соответствует десятичному числу 16.
 - 5) Проверяем результат. $10 + 6 = 16$ - Верно!
- Данный пример вы видите на (рис. 13).

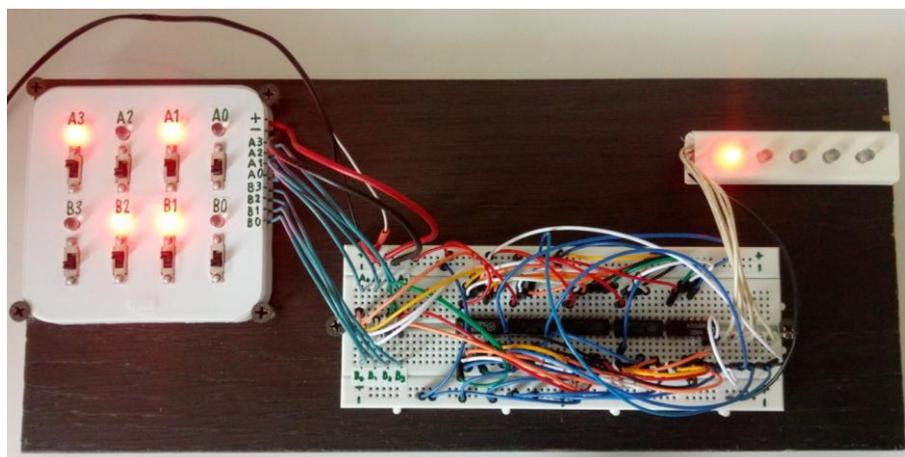


Рис. 13

Проверим еще несколько комбинаций:

- 1) **1010+1010=10100** - $10+10=20$ (рис. 14).
- 2) **1011+1101=11000** - $11+13=24$ (рис. 15).
- 3) **1110+1011=11001** - $14+11=25$ (рис. 16).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что устройство работает исправно.

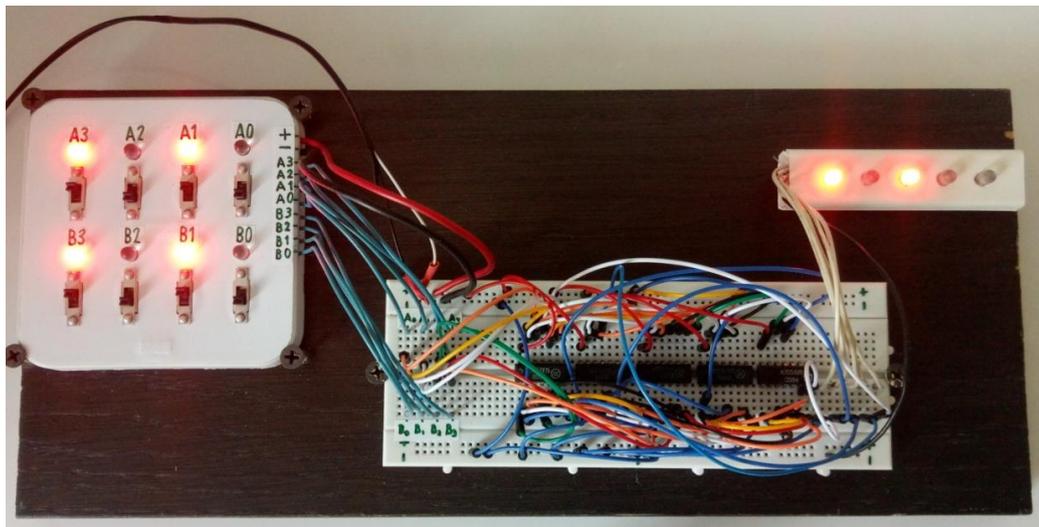


Рис. 14

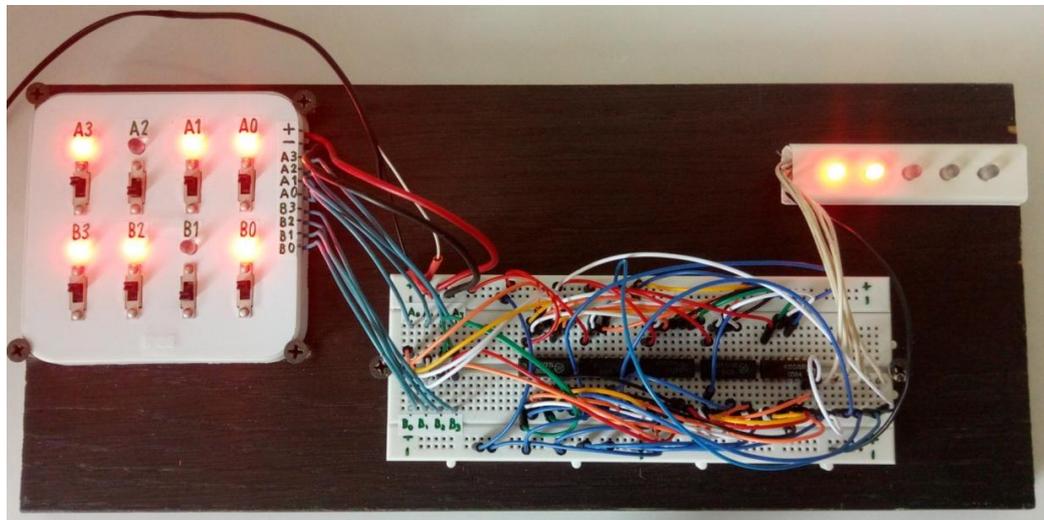


Рис. 15

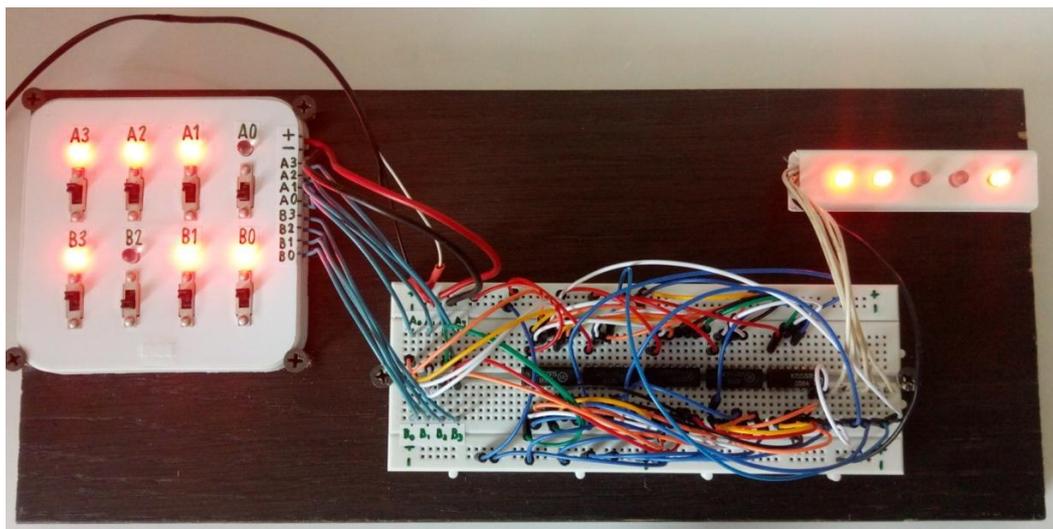


Рис. 16

Заключение

В результате проделанной работы были получены следующие результаты:

1. Разработана концепция типовой лабораторной установки для практикума по дисциплине «Основы цифровой электроники».
2. В соответствии с разработанной концепцией собрана лабораторная установка со схемой двоичного четырехразрядного сумматора.
3. Было проведено тестирование собранной установки, которая показала отличную работоспособность.
4. Был найден бесплатный программный комплекс Logisim, позволяющий моделировать и проверять цифровые схемы. Такой комплекс будет полезен для практикума.
5. Собран логический пробник, необходимый при работе с цифровыми интегральными микросхемами.

Результаты данной работы будут полезны для создания практикума по дисциплине «Основы цифровой электроники» («Цифровая электроника»).

Список использованных источников

- 1 Безуглов Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры/ Д.А. Безуглов, И. В. Калиенко. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 468, [1] с: ил. – (Высшее образование). ISBN 978-5-222-13917-2
- 2 Токхейм Р. Основы цифровой электроники: Пер. с англ.- М.: Мир, 1988. - 932 с., ил. ISBN 5 - 03 - 000981 - 7
- 3 Logisim ver. 2.7.1. www.cburch.com/logisim
- 4 Шило В. Л. Популярныe цифровые микросхемы: Справочник. М.: Радио и связь, 1987. – 352 с.: ил. – (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1111).
- 5 Qucs 0.0.18 Copyright (c) 2011 - 2014 Qucs Team
- 6 Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник/С. В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова и др.: Под ред С. В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.: ил. ISBN 5-256-00259-7.