

Михаил Бараночников
г. Москва
E-mail: baranochnikov@mail.ru

Для проверки работоспособности некоторых типов цифровых микросхем, например, счетчиков, дешифраторов, преобразователей кодов, коммутаторов, сдвигающих регистров и т.п. целесообразно использовать простейший логический пробник, который можно соорудить за один день из имеющихся в наличии у радиолюбителя комплектующих и материалов.

Простейший логический пробник-генератор

Для начала – немного теории

Используемые в цифровых устройствах сигналы изменяются дискретно, принимая значения “нуля” и “единицы”, т.е. учитывается всего лишь два состояния: есть напряжение на выходе (входе) – значит **логическая единица**, нет напряжения – значит **логический ноль**. Такая комбинация и называется **цифровым кодом**.

Логический ноль – это сигнал, напряжение которого равно или близко к нулю (к “земле”), логическая единица – сигнал, напряжение которого равно или близко к напряжению источника питания. Обычно сигнал логического нуля (или просто нуля) называют **напряжением низкого уровня** или просто **низким уровнем**. Единицу называют напряжением **высокого уровня** или просто **высоким уровнем**.

У микросхем, выполненных по различным технологиям, логические уровни могут отличаться друг от друга. Обычно считают то, что от 0 до +0,8 В (для ТТЛ микросхем) или от 0 до +1,5 В (для КМОП микросхем), является “низким уровнем” или “нулём”, а то, что больше +2 В (для ТТЛ микросхем) или +1,5 В (для КМОП микросхем), будет уже “высоким уровнем” или “единицей”.

Если же напряжение на выходе цифрового устройства будет больше уровня логического нуля, но меньше уровня логической единицы, то такое состояние называется неопределённым.

При выполнении различного рода вычислений наибольшее распространение получила т.н. **двоичная система счисления** – это

позиционная система счисления с **основанием 2**. В этой системе счисления числа записываются с помощью двух символов: **0** и **1**. Двоичную цифру называют **битом**.

Для записи десятичных чисел используются **двоично-десятичные коды**.

Для записи одного десятичного разряда используется четыре двоичных бита. Эти четыре бита называются **тетрадой**. При помощи четырех бит можно закодировать шестнадцать цифр. Лишние комбинации в двоично-десятичном коде являются запрещенными.

Комбинации в двоично-десятичном коде могут быть описаны таблицей соответствия. Таблица соответствия двоично-десятичного кода и десятичных цифр приведена в **таблице 1**.

В первом столбце **таблицы 1** (ее называют таблицей истинности) записаны десятичные числа от 0 до 9, а в последующих четырех столбцах – разряды двоичного числа. Видно, что число в последующей строке получается в результате прибавления 1 к первому разряду двоичного числа. С помощью четырех разрядов можно записать числа от 0000 до 1111, что соответствует диапазону чисел от 0 до 15 в десятичной системе.

Таким образом, если двоичное число содержит N разрядов, то с его помощью можно записать максимальное десятичное число, равное $2^{(N-1)}$.

По **таблице 1** также несложно заметить, как можно перевести число из двоичной системы в десятичную. Для этого достаточно

Таблица 1. Таблица соответствия двоично-десятичного кода и десятичных цифр

Десятичное число	IV разряд (2^3)	III разряд (2^2)	II разряд (2^1)	I разряд (2^0)
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

сложить степени числа 2, соответствующие тем разрядам, в которых записаны логические 1. Так, двоичное число 1001 соответствует десятичному числу 9 ($2^3 + 2^0$).

Двоичную систему счисления используют в большинстве современных цифровых вычислительных машин.

В двоичной системе счисления знаки читаются по одному. Например, число 101 произносится “один ноль один”.

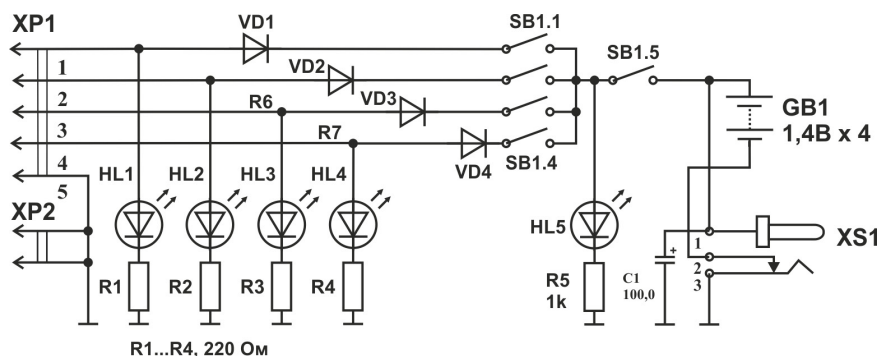


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема пробника-генератора

Описание принципа работы пробника-генератора

Принципиальная электрическая схема пробника-генератора приведена на рис. 1.

Принцип работы схемы предельно прост. При работе устройства в качестве логического пробника выход цифровой микросхемы подключается к разъему XP1. Выключатель SB1.1 находится в разомкнутом состоянии. Светодиоды HL1...HL4 индицируют уровни выходных сигналов.

На рис. 2 в качестве примера приведена схема проверки ИС двоично-десятичного 4-х разрядного счетчика типа K155IE2 [1]. При правильной работе счетчика, сигналы на выходе должны соответствовать таблице 1.

При работе устройства в качестве статического генератора, последний через разъем XP1 подключается к логическому входу проверяемой ИС. Выключатель SB1.1 находится в замкнутом состоянии. При помощи переключателей SB1.1...SB1.4 на входе ИС устанавливается необходимая комбинация “нулей” и “единиц”. При помощи светодиодов HL1...HL4 осуществляется логический контроль.

На рис. 3 в качестве примера приведена схема проверки интегральной схемы 8-ми канального аналогового коммутатора типа K590KH1. При правильной работе коммутатора, сигналы на выходе должны соответствовать таблице 2 [1].

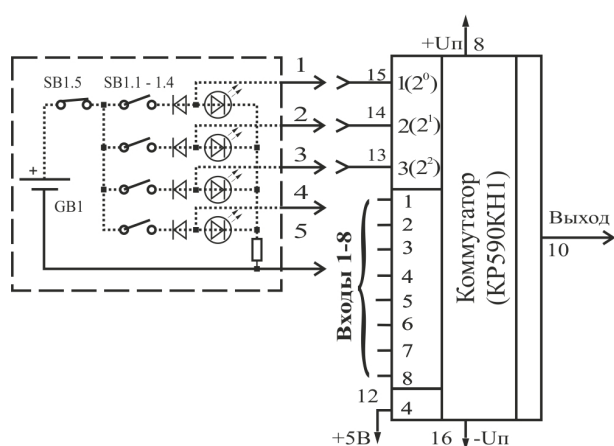


Рис. 3. Пример подключения пробника при проверке коммутатора

Конструкция пробника-генератора

Внешний вид предлагаемого устройства приведен на рис. 4.

Все элементы схемы (рис. 1) расположены на макетной плате типа “слепыш”. Толщина платы 1,5 мм. Максимальные габаритные размеры платы 44x51x16 мм.

Детали и элементы

Светодиоды HL1...HL4 – светодиоды типа АЛ307 красного света, HL5 – типа КИПД66 зеленого света, SB1.1...SB1.5 – DIP переключатель типа DS5, диоды VD1...VD4 типа КД521, резисторы R1...R5 чип типо-

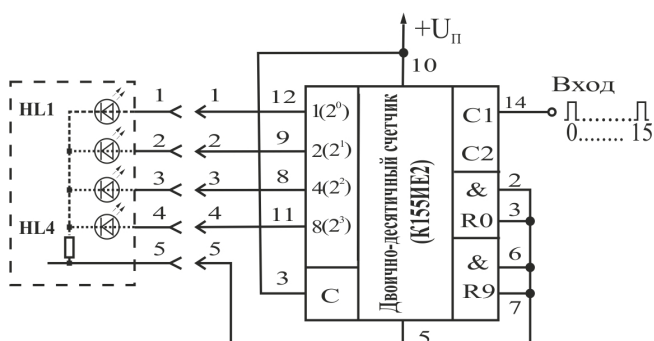


Рис. 2. Пример подключения пробника при проверке двоично-десятичного счетчика

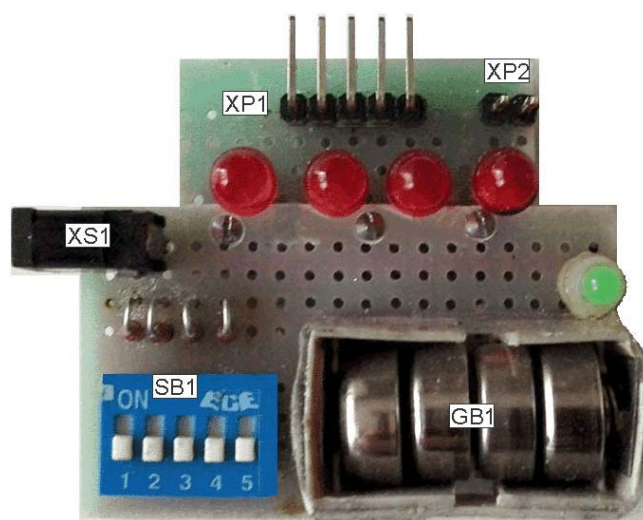


Рис. 4. Внешний вид пробника-генератора

размер 1206. Конденсатор С1 чип танталовый 100,0 мкФ х 6,3 В.

Разъемы: входной ХР1 – штыревой типа PLS5; питания ХS1 – типа DS-212В.

GB1 – 4 дисковых элемента типа PR70 (1,4 В, 75 мА/ч).

При всех включенных светодиодах: напряжение лог “1” – 3,5 В, ток потребления устройства от элементов питания PR70 составляет не более 40 мА. Напряжение лог “0” – 0 В.

Для питания пробника можно использовать 5-ти вольтовой адаптер, применяемый для зарядки аккумулятора мобильного телефона, который подключается к разъему ХS1.

Конструкция устройства специально не отработывалась. Использовались доступные автору материалы и комплектующие элементы.

Литература

1. Интегральные микросхемы: Справочник. / Б.В. Тарабрин, Л.Ф. Лунин, Ю.Н. Смирнов и др.; Под ред. Б.В. Тарабрина. 2-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1985 г.

Таблица 2. Таблица истинности на коммутаторы К590КН1 [1]

Логический вход (выв. 13, 14, 15)			Разрешение (выв. 12)	Открыты каналы
2 ²	2 ¹	2 ⁰		
0	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	1	0	1	3
0	1	1	1	4
1	0	0	1	5
1	0	1	1	6
1	1	0	1	7
1	1	1	1	8
X	X	X	0	все

При возможном повторении устройства могут использоваться иные электрорадиоэлементы, находящиеся в распоряжении радиолюбителя.

Возможные доработки

1. Целесообразно заменить DIP выключатель SB1.5 на другой, дискретный.
2. Желательно заменить светодиоды HL2...HL4 на более экономичные.

