

УДК 621-317 (575.2) (04)

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС TTL УРОВНЯ ДЛЯ РЕМОНТА ЦИФРОВОЙ АППАРАТУРЫ

**П.И. Пахомов** – докт. техн. наук,  
**С.С. Исаков** – соискатель

---

Use of a remembering logic oscilloscope and the programmed generator of logic signals will allow carrying out repair of various digital devices better.

При конструировании устройств на цифровых интегральных микросхемах типа TTL (транзисторно-транзисторные логические схемы) целесообразно осуществлять контроль напряжений на входах и выходах.

Сигналы в логических схемах несут информацию только двух возможных логических значений: сигнал 1 – информацию о логической 1, т.е. об истинном утверждении, в то время как сигнал 0 – информацию о логическом 0, т.е. о ложном утверждении [1]. Логическую 1 часто обозначают как сигнал В (высокий), а логический 0 – как сигнал Н (низкий).

Для TTL логики приняты следующие значения уровней сигналов: для сигнала логической единицы напряжение должно быть больше 2,4 В, а для логического нуля – меньше 0,4 В, напряжение в интервале от 0,4 В до 2,4 В запретная (неопределенная) область [2].

Логические состояния на входах и выходах логических элементов можно контролировать вольтметром или осциллографом. Более удобны сравнительно простые логические тестеры на интегральных микросхемах, которые определяют напряжение на входе, и индицируют логический уровень 1 (красный светодиод) при напряжении более 2,4 В, логический 0 (зеленый светодиод) при напряжении менее 0,4 В и неопределенный (желтый светодиод) при напряжении в интервале от 0,4 В до 2,4 В. В статическом режиме пользоваться этим тестером очень удобно, проще чем вольтметром, однако в динамическом режиме отслеживать

появление сигналов затруднительно. Для динамического режима целесообразно использовать осциллограф, однако если импульсы появляются хаотически, то необходим запоминающий осциллограф.

В настоящее время для решения этой проблемы предлагают использовать персональный компьютер (ПК) для сбора и обработки информации [3]. Имеются различные запоминающие осциллографы на базе ПК, как правило, они подразделяются на две группы: аналоговые и цифровые.

Аналоговые запоминающие осциллографы для ввода информации могут использовать: звуковую карту, либо отдельный аналого-цифровой преобразователь [4], подключаемый к системной шине, либо к одному из внешних портов: LPT; COM; Game; USB [5]. Запоминающий осциллограф на базе звуковой карты наиболее предпочтителен – не надо ничего приобретать, однако он работает только с изменяющимися сигналами в связи с наличием дифференцирующей цепи на входе звуковой карты (рис. 1).

Цифровые запоминающие осциллографы, как правило, подключаются к LPT порту персонального компьютера, однако они регистрируют только логические сигналы 0 и 1. Данные осциллографы очень удобны при анализе работы схемы, а при отладке и ремонте могут выдавать неверные результаты из-за отсутствия анализа неопределенного уровня (рис. 2).

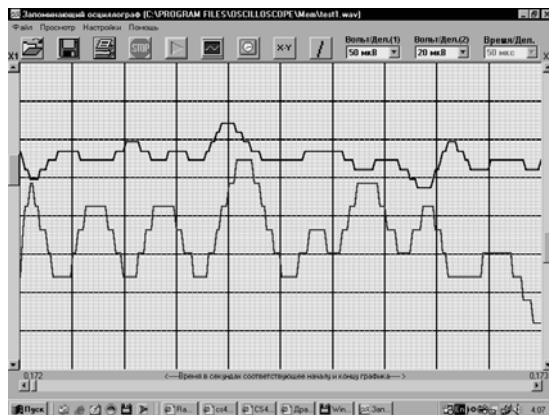


Рис. 1. Рабочее поле осциллографа, подключаемого к звуковой карте.

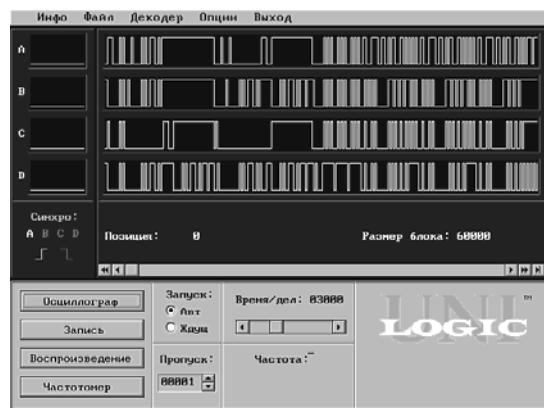


Рис. 2. Рабочее поле осциллографа, подключаемого к LPT порту.

Для отладки и ремонта устройств на цифровых микросхемах с TTL уровнем желательно использовать логический тестер, подключенный к персональному компьютеру. В результате мы получим запоминающий осциллограф с анализом логических состояний 0,1 и неопределенного уровня. Для анализа в логическом тестере используются два компаратора: один для определения высокого уровня, а другой для определения низкого (рис. 3). Для подключения к компьютеру требуется двухпроводная линия ввода, наличие низкого уровня на выходе указывает на наличие одного из логических уровней, если на обоих выходах будет высокий уровень, следовательно, ни один из компараторов не включен (неопределенный уровень, рис. 4).

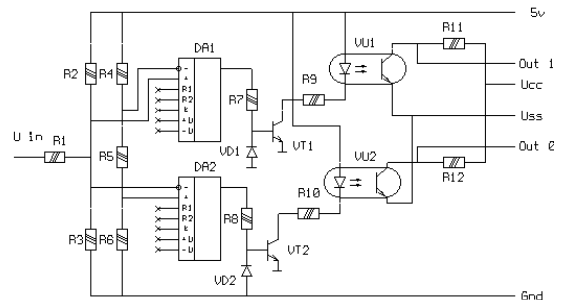


Рис. 3. Схема логического тестера, подключаемого к ПК.

Для анализа сигналов на входе и выходе требуется два канала, для этой цели был изготовлен двухканальный логический тестер с 4 гальванически развязанными линиями для подключения к ПК [3]. Данное устройство может быть подключено к любому из имеющихся на ПК портов [6]: LPT; COM; GAME.

Однако многие запоминающие осциллографы осуществляют ввод и регистрацию информации через заданный интервал времени, что не обеспечивает обнаружение случайных помех.

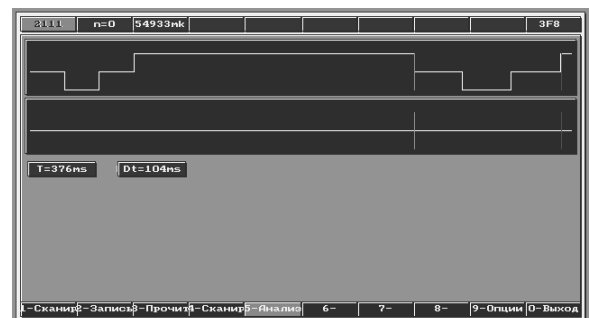


Рис. 4. Рабочее поле осциллографа на базе логического тестера.

В данной работе ввод и анализ сигналов осуществляется постоянно по принципу "ловушки", постоянно анализируя его изменение с фиксацией нового кода и текущего времени (код + системные часы + таймер) [7]. Под одну запись отводится двойное слово – 32 бита (рис. 5).

Таким образом, мы измеряем время с максимально возможной точностью, интервал времени определяется как разность между двумя записями.

31	30	29	28	27			...			16	15					...				0
код 1 канала		код 2 канала		системные часы младшая часть							показания таймера старший байт                      младший байт									

Рис. 5. Структура записи.

Вся полученная информация фиксируется в файле на магнитном диске и в дальнейшем может быть вызвана для обработки.

Определение длительности сигналов осуществляется подводом маркера к началу участка и его фиксацией, клавишей – пробел, далее при перемещении маркера указывается временной интервал от начала помеченного участка до текущего положения маркера.

При анализе работы оптического преобразователя были зафиксированы выходные сигналы (рис. 4), а при их анализе обнаружены участки с неопределенным уровнем (средняя линия). При детальном анализе схемы преобразователя выяснена их причина – это линейный участок усилителя, для его ликвидации применена схема с триггером Шмитта.

При отладке и ремонте измерительных и диагностических приборов, работающих с датчиками, имеющими дискретный выход, могут возникать затруднения в формировании этих сигналов. Для формирования входных сигналов необходима установка или испытательный стенд, которые могут иметь большие габариты, и не всегда транспортабельны, поэтому ремонт и отладку часто приходится выполнять непосредственно у стенда. Создание макетов стенда не всегда дает хорошие результаты, так как не формируются все параметры стенда, поэтому возникает необходимость по формированию этих импульсов иным способом.

Для подачи сигналов необходим генератор, в настоящее время имеется множество различных генераторов: автономные; на базе ПК; синусоидальные; прямоугольных импульсов; специальной формы.

В данной работе предлагается восьмиканальный программируемый генератор испытательных сигналов TTL уровня, позволяющий подавать прямоугольные импульсы, имитирующие датчики, на различные входы устройства обработки.

Зная параметры испытательного стенда и закон формирования выходных сигналов дат-

чиков, мы можем математически для каждого случая и на любой момент времени определить выходной сигнал датчика и записать на один из носителей последовательность формируемых сигналов, а затем воспроизвести ее и подать на устройство обработки этих сигналов. В качестве носителя информации предлагается микросхема перепрограммируемой постоянной памяти, информация записывается через программатор. Для воспроизведения и формирования сигналов разработано устройство, состоящее из: генератора прямоугольных импульсов регулируемой частоты; счетчика импульсов; буферного усилителя (рис. 6).

Период колебаний генератора импульсов определяется по формуле

$$T_0 = 3RC, \quad (1)$$

где R состоит из двух резисторов, подключенных последовательно, один из резисторов переменный. Конденсатор C постоянный и устанавливается в зависимости от необходимого периода колебаний.

Длительность формируемого сигнала определяется периодом генератора и количеством ячеек памяти (адресов), в которые записывается сигнал

$$T_i = N_i T_0. \quad (2)$$

В ячейки памяти записывается: 1 для высокого уровня; 0 для низкого уровня, минимальная длительность сигнала равна периоду колебаний задающего генератора, а максимальная – размеру памяти микросхемы (для микросхемы типа 27512 можно записать для каждого канала по 524288 записей). В одну ячейку памяти можно записать 8 бит по 1 биту для каждого канала, если используется не вся память, то 8 бит может быть использован для перезапуска. Для использования 8 бита для перезапуска необходимо установить переключатель SB1 в соответствующем положении (рис 6).

Данный генератор может быть использован также для отладки алгоритма обработки сигналов, микропроцессорных систем управления.

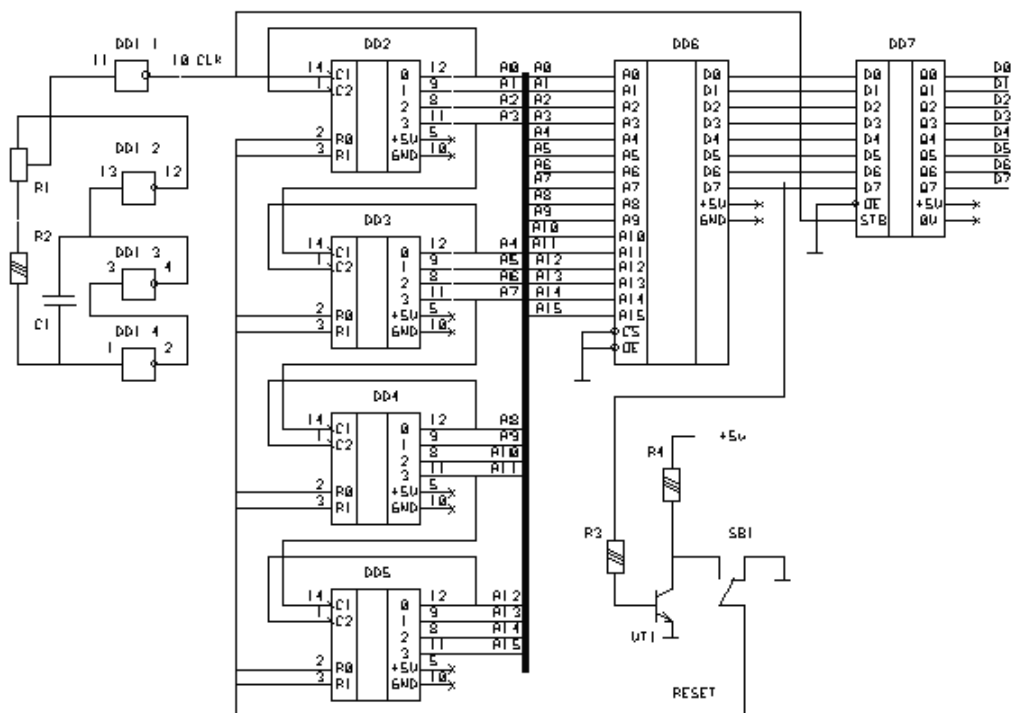


Рис. 6. Принципиальная схема программируемого генератора.

### Литература

1. Хуан Я. Прибор для испытания логических схем // Конструкции советских и чехословацких радиолюбителей. – М.: Энергия, 1978. – 384 с.
2. Янсен Й. Курс цифровой электроники. – М.: Мир, 1987. – Т. 1. – 334 с.
3. Смит Дж. Сопряжение компьютера с внешними устройствами. – М.: Мир, 2000. – 266 с.
4. Гель Патрик. Как превратить компьютер в измерительный комплекс. – М., 1999. – 144 с.
5. Новиков Ю.В., Калашиников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. – М.: ЭКОМ, 2000. – 224 с.
6. Пей Ан. Сопряжение ПК с внешними устройствами. – М.: ДМК, 2001. – 320 с.
7. Кулаков В. Программирование на аппаратном уровне: специальный справочник. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 847 с.