

$f_{\text{сигнала}} - f_{\text{дискр.с}} / 2 = 1000 - 923 = 77 \text{ Гц}$;
 $f_{\text{помехи}} = 923 - 77 = 846 \text{ Гц}$ – частота, на которой проявится помеха (наблюдается элайсинг).

Проведенный расчет подтвержден натурным экспериментом, результат которого представлен на рис. 6.

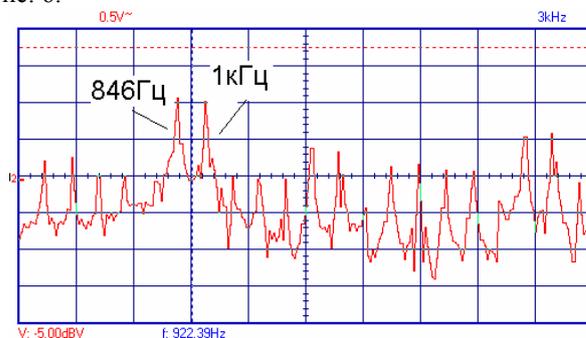


Рис. 6. Спектр выходного сигнала при децимации

Выводы

Приведенная в статье методика может быть использована в качестве лабораторной работы в дисциплине «Прикладные задачи цифровой обработки сигналов», внедрение которой в учебный процесс позволит студентам провести не только теоретическое изучение, но и практическое исследование фундаментальных основ цифровой обработки сигналов на примере явления элайсинга.

Список литературы:

- [1] Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Учебное пособие. «Основы цифровой обработки сигналов».
- [2] Грошева Л.С., Мерзляков В.И. Учебно-методические указания. «Цифровые сигнальные процессоры в радиооборудовании. Архитектура и прикладные задачи»
- [3] Гордяскина Т.В., Грошева Л.С. Учебно-методические указания Основы цифровой обработки сигналов в радиоэлектронном оборудовании

В.Ф. Сухова
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ЦИКЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ»

В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией цикла лабораторных работ по дисциплине «Схемотехника» на базе промышленного стенда «Электроника»: методы сборки схем, примерный перечень заданий, требования, предъявляемые к оформлению отчета.

Данный цикл лабораторных работ, предназначен для изучения раздела «Схемотехника цифровых устройств» дисциплины «Схемотехника».

На кафедре уже выполняется цикл лабораторных работ по цифровой схемотехни-

ке, построенный на базе программного пакета Digital Works. Используя его графические инструменты, студенты моделируют стандартные узлы цифровых схем на основе готовых электронных блоков, например, преобразователи кодов и триггеры – на готовых логических элементах, регистры и счетчики – на готовых триггерах. Затем они исследуют эти схемы, используя виртуальные источники питания, генераторы, осциллографы, а также цифровые и светодиодные индикаторы.

Выполняя лабораторные работы, студенты действуют как проектировщики электронных схем, и это позволяет им лучше понять принцип построения того или иного цифрового устройства и логику его функционирования. Все это несомненно способствует лучшему пониманию и закреплению лекционного материала по дисциплине.

У такого метода исследования есть огромное достоинство: он дает большую свободу действий студентам. Они не ограничены схемными заготовками, а поэтому могут предлагать любые схемные решения для реализации поставленных задач. При этом у преподавателя имеется возможность осуществлять индивидуальный подход к студентам в процессе защиты лабораторных работ.

Новый цикл лабораторных работ по дисциплине «Схемотехника» направлен на решение другой задачи: научить студентов работать с готовыми интегральными микросхемами электронных устройств, используя для этого стандартные источники питания, генераторы и средства отображения цифровой информации.

Лабораторные работы выполняются на универсальном промышленном стенде «Электроника». Стенд состоит из отдельных электронных блоков, схемные решения которых представлены на лицевой панели стенда. Контрольные точки схем и внешние выводы блоков оформлены в виде гнезд, которые можно коммутировать друг с другом переключателями. С их помощью можно собирать и исследовать различные электронные узлы: выпрямители, усилители, генераторы и даже такие сложные устройства, как цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП).

При постановке лабораторных работ по цифровой схемотехнике был задействован блок для исследования цифровых устройств. На рис. 1 показана часть передней панели стенда, используемая для исследований.

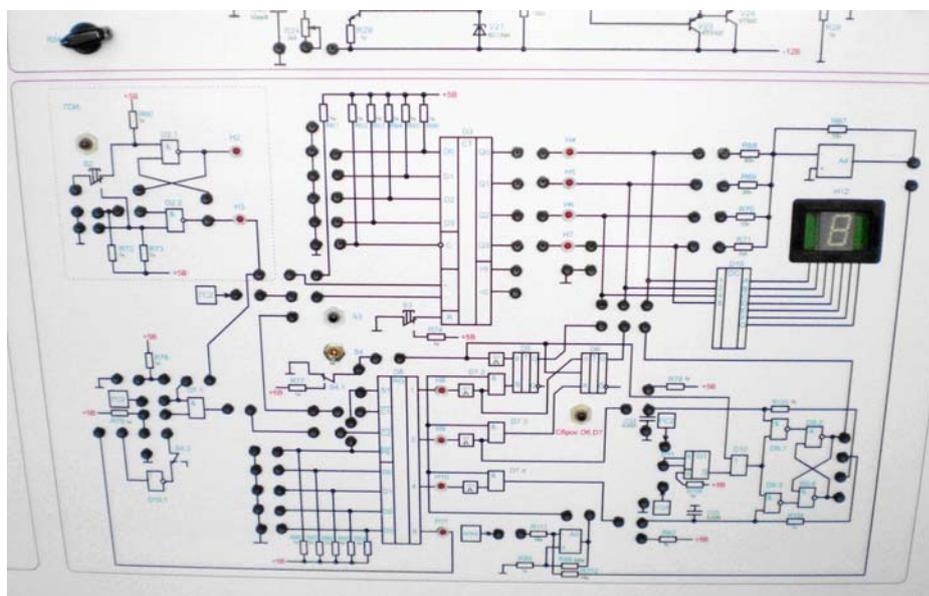


Рис. 1. Рабочая часть стенда «Электроника», используемая для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Схемотехника»

На коммутационном поле стенда (рис. 1) показаны условные графические обозна-

чения цифровых микросхем, корпуса которых запаяны на внутренней стороне панели стенда, а выводы оформлены в виде гнезд на ее лицевой стороне.

В процессе работы с микросхемами на их входы необходимо подавать высокие и низкие уровни напряжения (лог. 0 и лог. 1), для этого рядом с каждой микросхемой выполнены гнезда, подсоединенные к корпусу (лог. 0), а также к источнику питания (лог. 1). Это создает определенные удобства при исследовании функционирования микросхем. Для коммутации гнезд используются стандартные переключки.

Помимо этого на коммутационном поле присутствует большое число светодиодов для индикации логических уровней на входах и выходах микросхем или дискретных цифровых устройств, а также еще один вариант индикаторного устройства в виде интегрального цифрового семисегментного индикатора.

Лабораторный цикл состоит из четырех работ, в которых исследуются логические элементы, триггеры, регистры и счетчики. Теоретические сведения об этих цифровых устройствах, а также указания по выполнению лабораторных работ изложены в изданном на кафедре учебно-методическом пособии «Цифровые микросхемы». Методика выполнения лабораторных работ на стенде «Электроника» преследует цель привить студентам навыки исследований готовых микросхем, зная назначение их входов и выходов. Суть исследований в основном сводится к анализу работоспособности цифровых устройств, для чего проверяются их таблицы работы и сравниваются с теоретическими таблицами истинности.

В лабораторной работе «Исследование цифровых логических элементов» такое задание формулируется следующим образом: исследовать работу логических элементов НЕ (D10.1), И-НЕ (D2.2), И (D7.1), для чего подавать на их входы различные комбинации уровней лог.1 и лог.0 и наблюдать выходные сигналы с помощью светодиодов H3, H4 – H7. По результатам исследований составить таблицы работы логических элементов и сравнить их с теоретическими таблицами истинности.

На рис. 2 показано, как должно выглядеть коммутационное поле стенда для выполнения этого задания. Пунктирными линиями на коммутационном поле выполнены соединения в случае подачи на входы уровня лог. 0, сплошными линиями – соединения при подаче на входы уровня лог. 1.

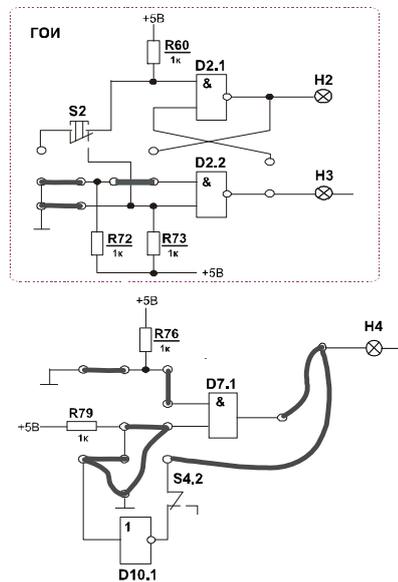


Рис. 2. Коммутационное поле для исследования логических элементов

Если устройство тактируемое, то на его тактовый вход необходимо подавать один

или несколько тактовых импульсов с тактового генератора и каждый раз анализировать состояние его выходов по показаниям светодиодных индикаторов. Так поступают при исследовании синхронных триггеров, регистров и счетчиков, и в заданиях на лабораторную работу на этот счет имеются особые указания.

Если цифровое устройство может функционировать в различных режимах, то проверяются все режимы его работы. В лабораторной работе «Исследование регистров в интегральном исполнении» исследуются режимы записи информации в регистр последовательным, параллельным кодом, режим сдвига информации, а также режим ее хранения. Учитывая, что студент впервые выполняет такого рода работу, в заданиях перечислен порядок действий, следуя которому можно получить правильный результат.

Так задание по исследованию четырехразрядного регистра К155ИР1 в режиме сдвига информации вправо сформулировано следующим образом: осуществить сдвиг информации, записанной в регистр, вправо на три разряда. Для этого на режимном входе PE установить лог.0, на тактовом входе C2 – лог. 1. Для сдвига информации подавать тактовые импульсы на вход C1 с генератора ГОИ, при этом на входе S1 должен присутствовать лог.0. После подачи каждого тактового импульса регистрировать состояние индикаторов H8 –H11. Результаты наблюдений занести в таблицу.

На рис. 3 представлено коммутационное поле стенда для выполнения этого задания. Здесь помимо других соединений показано, как с помощью перемычек собрать и подключить к регистру генератор одиночных импульсов (ГОИ), роль которого выполняет асинхронный триггер на логических элементах.

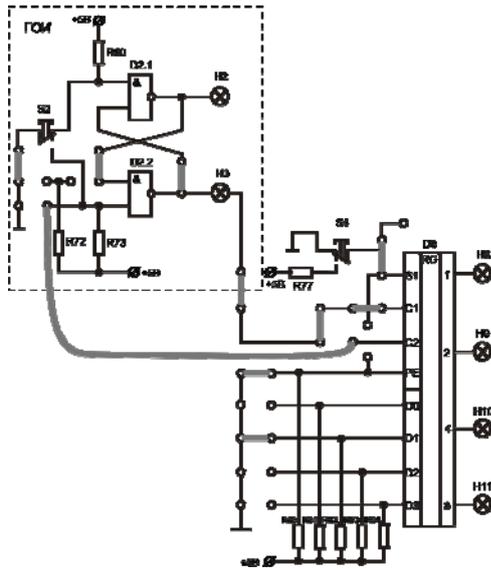


Рис. 3. Коммутационное поле для исследования работы регистра в сдвиговом режиме

Ниже приведен пример заполнения таблицы исследования работы регистра в режиме сдвига.

Режим работы	Входы								Выходы			
	C1	C2	S1	PE	D0	D1	D2	D3	1	2	4	8
					1	0	1	1	1	0	1	1
Сдвиг вправо		1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
		1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
		1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1

Результаты, полученные в процессе исследований и записанные в таблицы, необходимо уметь оценивать, обобщать и использовать при защите лабораторной работы. Для подготовки к защите в учебно-методическом пособии приводятся контрольные вопросы в конце каждой лабораторной работы.

В заключении необходимо еще раз отметить, что, выполняя лабораторные работы на стенде «Электроника», студенты выступают в роли пользователей, приобретая при этом весьма ценные навыки работы не только с микросхемами, но и с реальными, а не виртуальными источниками питания, генераторами, коммутирующими устройствами, а также устройствами отображения информации в большом количестве присутствующими на стенде.