

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

В настоящее время достаточно остро стоит вопрос разработки устройств, предназначенных для проектирования и тестирования электронных систем с большой степенью интеграции. Устройства должны обеспечивать связь в реальном масштабе времени программной среды моделирования и объекта диагностики.

Целью данной статьи является разработка структуры диагностического комплекса, отвечающей следующим поставленным задачам: открытая архитектура, возможность расширения числа каналов, формирование сигналов для проверки двунаправленных шин. Комплекс должен выполняться в отдельном корпусе, функционировать в составе ЭВМ как периферийное устройство и обеспечивать подключение как цифровых устройств, выполненных по различным технологиям, так и аналоговых устройств без изменения структуры.

На сегодняшний день ведущие производители предлагают достаточно широкий перечень комплексов, предназначенных для решения данной задачи [1]. При этом частота генерации и анализа колеблется от 160 Гц до 300 МГц, число каналов анализа – от 8 до 384, глубина анализа (число отсчетов на канал) – от 1000 до 100 млн. Практически стандартом является организация памяти данных на статических ОЗУ. Преимуществом СОЗУ является отсутствие необходимости регенерации памяти и высокая скорость работы, недостатком – малые объемы и высокая стоимость. Стоимость предлагаемых диагностических комплексов колеблется от 7000 \$ (число каналов 16, частота дискретизации 250 кГц, глубина анализа 8 Кбит) до 1 000 000 \$ (число каналов до 384, частота 300 МГц, глубина 1 Мбит, расширяемая до 32 Мбит).

Также различаются и способы методики построения диагностических комплексов. Различают автономные комплексы и предназначенные для работы в составе ЭВМ. Для автономных комплексов характерно наличие средств ввода-вывода (клавиатура, дисплей, дисковод) и встроенного управляющего процессора. Основным преимуществом автономных комплексов является их высокая мобильность, недостаток – непривычный интерфейс пользователя и наличие специализированного программного обеспечения для ввода диагностической информации. Данного недостатка практически лишены диагностические комплексы, предназначенные для работы в составе ПЭВМ, при этом ПЭВМ выступает в роли управляющего процессора, блока подготовки исходных данных и анализа результатов диагностирования. В функции аппаратной части диагностического комплекса входит сохранение подготовленной в ПЭВМ временной диаграммы в быстрой памяти, формирование входных данных для объекта диагностирования, сбор информации о функционировании объекта в виде соответствующих выходных временных диаграмм и передача данных в управляющую ПЭВМ.

Различают два типа построения диагностических комплексов, основанных на различных методиках проведения диагностической процедуры. При пассивном контроле о состоянии объекта судят на основе изучения только его выходных сигналов при работе в нормальном режиме. В данном случае в структуре комплекса присутствует только логический анализатор. При проведении активного контроля объект изучают путем подачи тестовых воздействий на его входы. В данном случае кроме анализатора в структуре присутствует и генератор сигналов. При использовании активного контроля значительно уменьшается время процедуры, но при этом снижается точность, так как необходимо моделирование не только логических уровней сигналов, но и физической среды объекта (уровни помех по питанию, зашумленность сигналов, длительность перепадов 0-1 и 1-0, и т.д.) Практически все современные диагностические комплексы строятся по схеме генератор – анализатор. Обобщенная структура данного комплекса приведена на рис. 1. Данная структура на сегодняшний день фактически является общепризнанным стандартом для диагностических комплексов [2].

В особенностях структурной схемы устройства можно выделить такие компоненты: модуль регистрации состояния физического объекта, модуль формирования временных диаграмм, модуль управления двунаправленными каналами, быстрая память и интерфейс с управляющей ЭВМ.

В особенностях функционирования устройства можно выделить то, что вначале временная диаграмма предварительно вычисляется в ПЭВМ и записывается в быструю память модуля формирования временных диаграмм. Временная диаграмма является параллельной диаграммой, как битов, так и оцифрованных аналоговых сигналов. Затем она извлекается из быстрой памяти и подается на физический объект, что заставляет его функционировать по собственной программе и выдавать свою временную диаграмму. Эта реакция физического объекта записывается в память модуля регистрации состояний физического объекта и анализируется в ЭВМ.

При решении поставленной задачи требуется программно – аппаратный комплекс для подключения исследуемого объекта к системе формирования тестов. Этот комплекс называется системой диагностирования и содержит в своем составе генератор слов (генератор данных, генератор тестовых последовательностей) и модуль регистрации состояний физического объекта (логический анализатор). Программное обеспечение необходимо для согласования протоколов обмена данными и управляющими структурами между системой моделирования и системой диагностирования.

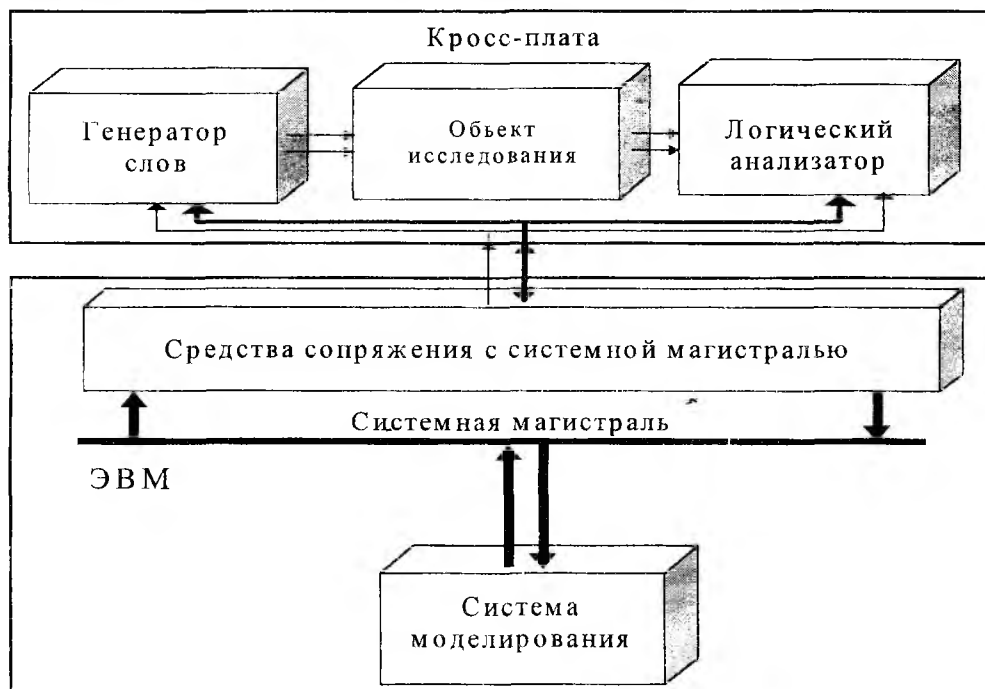


Рис. 1. Обобщенная структура диагностического комплекса

Структурная схема системы диагностирования включает в себя генератор слов, логический анализатор, кросс – плату исследуемого объекта и средства управления обменом с системной магистралью.

Взаимодействие этих компонентов приведено на рис. 2.

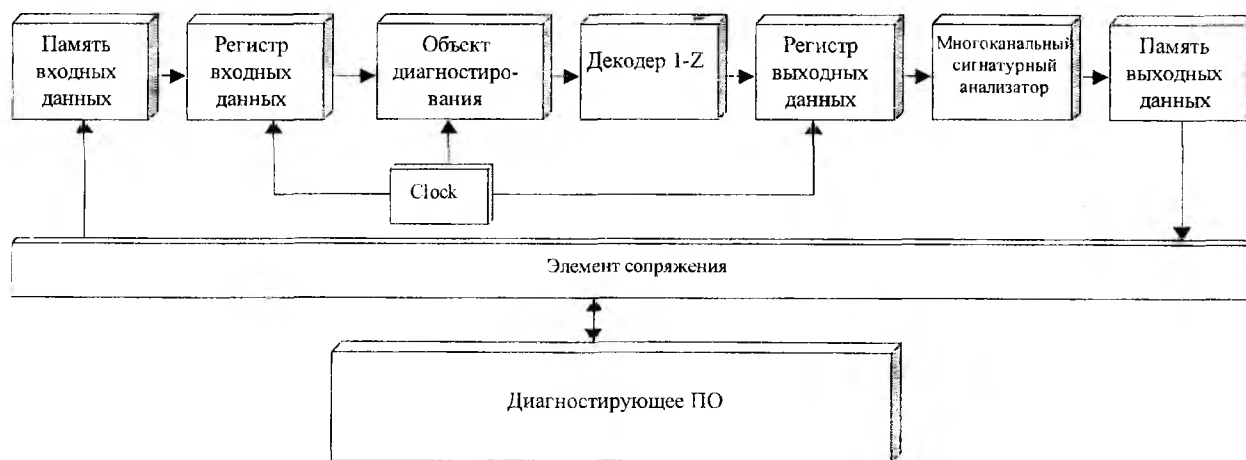


Рис. 2

Устройство формирования входных воздействий

Генераторы слов (генераторы данных, генераторы тестовых последовательностей) – приборы, предназначенные для формирования и подачи входных воздействий на проектируемую или диагностируемую дискретную систему. Совместно с логическими анализаторами генераторы слов образуют

системы подачи внешних стимулирующих сигналов и сбора ответных реакций как микропроцессорных модулей, так и схем произвольной логики. Генераторы слов применяются для дискретных схем, для эмуляции отсутствующих (например, еще не спроектированных или не изготовленных) дискретных устройств проектируемой системы. Известно несколько типов генераторов слов.

Генераторы слов характеризуются числом каналов, емкостью памяти, частотой подачи воздействий, называемой тактовой, способами подачи данных и формирования входных воздействий. Обобщенная структурная схема генератора слов приведена на рис. 3.

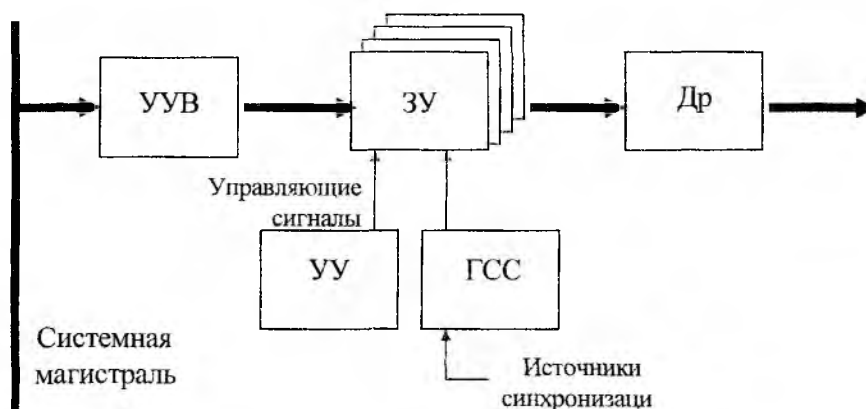


Рис. 3

Обобщенная структура генератора слов включает в себя ЗУ, драйверы (Др), устройство управления (УУ), генератор синхросигналов (ГСС), устройство управления вводом (УУВ).

Последовательность входных векторов, которую необходимо подать на объект диагностирования или проектируемую систему, заносится в ЗУ. Информация вводится в ЗУ из процессора или из памяти через системную шину под управлением УУ. Устанавливается частота тактирования, с которой входные наборы будут подаваться на схему диагностирования, уровни "0" и "1", (обеспечиваются драйверами, являющимися, по сути, управляемыми источниками напряжения), режим цикличности подачи воздействия (1 цикл, n циклов, непрерывный). К выходным линиям подключается объект диагностирования. Сигнал ПУСК подается либо от ЭВМ, либо извне (от объекта диагностирования, логического компаратора, другого генератора слов). После сигнала ПУСК данные считываются из памяти и поступают на выходные каналы генератора слов с заданной частотой.

Число выходных каналов – один из важнейших параметров генератора слов, так как при тестировании дискретных систем необходимо, чтобы на все входы были поданы вполне определенные последовательности сигналов. В ряде случаев можно вести тестирование разбиением всех входов на группы и подачу воздействий – последовательно на каждую группу входов. Однако при этом значительно усложняется построение тестов, удлиняется время диагностирования.

Тактовая частота – следующий важный параметр генератора слов. Ряд неисправностей дискретной системы, как физических, так и нефизических, проявляется только на высоких частотах функционирования системы. Для обнаружения этих неисправностей необходимо вести тестирование на максимально возможной для конкретной проверяемой системы частоте. Наличие в генераторе кодоуправляемого делителя частоты позволяет испытывать одним и тем же генератором слов различные системы.

Важным параметром генератора слов является также количество отсчетов на канал. Для диагностирования или моделирования сложных схем необходимое число тест – векторов может достигать десятков тысяч. При недостаточном количестве отсчетов тестирование и моделирование иногда становятся невозможными или сильно затрудненными, так как приходится искать минимальное количество входных воздействий, приводящих диагностируемый объект в состояние, эквивалентное требуемому.

Драйверы подключают генератор слов к испытуемым объектам, выполненным по различной технологии (ТТЛ, ТТЛ-ДШ, К-МОП, ЭСЛ) и имеющим различные нагрузочные характеристики. Некоторые драйверы имеют выходы с ОК или Z – состояниями. Наличие Z – состояния позволяет непосредственное подключение генератора слов к двунаправленным магистралям.

Структурно – функциональная схема ГС представлена на рис. 4.

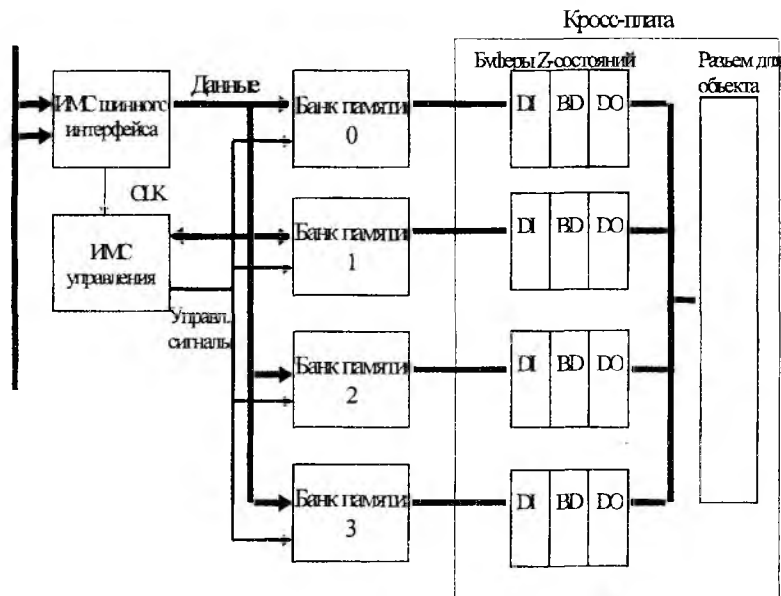


Рис. 4

Логический анализатор

Логический анализатор – прибор, предназначенный для сбора информации о сигналах.

Логический анализатор (ЛА) входит в состав комплекса наряду с генератором слов (ГС) и предназначен для сбора данных о поведении дискретных систем и передачи этих данных на обработку в ЭВМ. ЛА работает независимо от объекта диагностирования (ОД) и не должен оказывать влияния на его функционирование. Прибор применяется для отладки и диагностирования дискретных систем на всех этапах их жизненного цикла. Таким образом ЛА, работая совместно с ГС позволяет снять реакцию ОД на векторы, посланные ГС. Обобщенная структурная схема логического анализатора приведена на рис.5

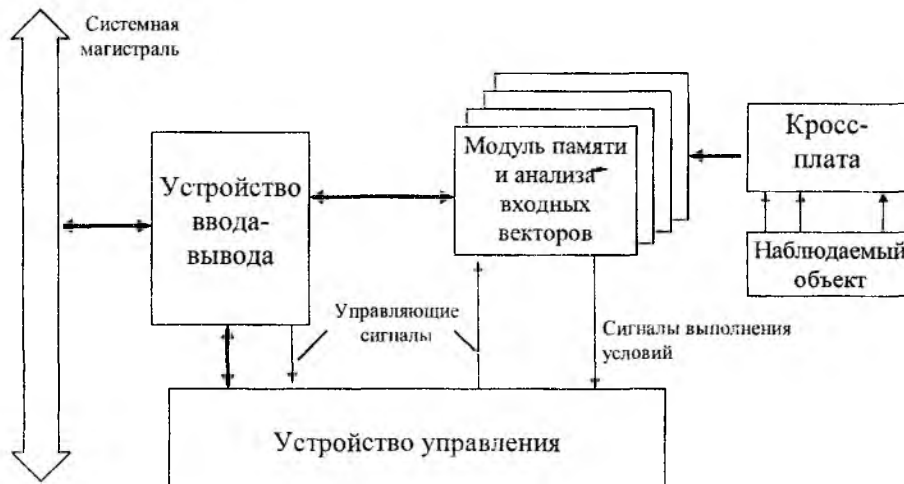


Рис. 5

Логический анализатор состоит из следующих модулей:

- *Устройство ввода-вывода.* Предназначено для осуществления интерфейса между персональным компьютером и логическим анализатором. В разрабатываемом варианте этот модуль выполнен в виде платы, вставляемой в ISA-разъем материнской платы компьютера.
- *Модуль памяти и анализа входных векторов.* В режиме анализа осуществляет запись входных сигналов от объекта, формирует признаки выполнения условий равенства входных векторов и регистров сравнения. В режиме чтения обеспечивает мультиплексирование и выдачу на шину данных запомненных векторов. Модуль памяти состоит из четырех независимых плат расширения.

- *Устройство управления.* Осуществляет выработку управляющих сигналов во всех режимах работы анализатора.

- *Кросс-плата.* Обеспечивает интерфейс между анализируемым объектом и модулями памяти. Возможны несколько конфигураций кросс-платы в зависимости от исследуемого объекта и возлагаемых функций (например, реализация режима скоростного анализа).

Кросс-плата

Кросс-плата является основным коммутирующим и конструктивным элементом комплекса диагностики. На ней располагается объект диагностирования, платы управления и памяти генератора и анализатора, линии межсоединений. Также в данном исполнении на кросс плате располагаются буферы управления Z – состояниями выводов генератора. Управление Z-состояниями осуществляется группами по 8 разрядов. Формирование Z-состояний осуществляется быстродействующими буферами АСТ245 фирмы Motorola.

Интерфейсная плата

Интерфейсная плата предназначена для согласования протоколов обмена шины ISA и устройства. Фактически интерфейсная плата формирует 16-разрядную внутреннюю двунаправленную шину данных устройства и управляющие сигналы.

Данная статья посвящена вопросу построения аппаратных средств функциональной диагностики электронных систем. Рассмотрен ряд существующих аналогов, проведён их анализ и предложена структура комплекса диагностики. Предлагаемая структура имеет открытую архитектуру, что позволяет легко изменять число каналов в генераторе и анализаторе, а также глубину анализа (количество отсчетов на канал). Для минимизации диагностической информации в структуре комплекса предложен многоканальный сигнатурный анализатор. Предложенная структура полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к современным комплексам диагностики. Макет устройства реализован с помощью программируемых СБИС фирмы ALTERA и функционирует на кафедре ЭВМ ХТУРЭ.

Список литературы: 1. *Логические анализаторы* // Радиолобитель. 1993. № 3 С. 29-33. 2. *Микропроцессоры* / Под ред. Л.Н. Преснухина. М.: Высшая школа, 1986. 352 с.

Харьковский государственный технический университет радиозлектроники

Поступила в редколлегию 14.07.2000