

4. "Основы технической диагностики". Кн.1. "Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза". Под ред. П.П. Пархоменко. М., «Энергия», 1976.

УДК 681.3

СИНТЕЗ ГЕНЕРАТОРА ТЕСТОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ САМОТЕСТИРОВАНИЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ.

Шмидман А.М.

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

1. Введение

В середине 70-х годов достижения в технологии изготовления интегральных схем (ИС) позволили выпускать аналого-цифровые устройства в виде единой ИС, выполненной по КМОП (CMOS) или Биполярной/КМОП (BiCMOS) технологии [1]. Однако, изготовление аналого-цифровых устройств в виде единой ИС вызвало ряд проблем, связанных с проверкой работоспособности данных устройств. Это связано с невозможностью доступа ко внутренним точкам схемы для подачи тестовых воздействий и снятия реакций тестируемой схемы. Для решения данной проблемы используется подход, который основан на том, что источник тестовых воздействий и анализатор реакций размещаются непосредственно в проектируемом модуле (кристалле или ТЭЭе) [2], то есть на встроенном самотестировании (ВСТ).

При синтезе самотестируемой структуры аналого-цифрового устройства необходимо, чтобы [1]:

- для организации встроенного самотестирования цифровой подсхемы могли использоваться ранее разработанные методы встроенного самотестирования для цифровых устройств;

- методы встроенного самотестирования для аналоговой подсхемы не должны накладывать ограничений на их совместное применение с используемыми методами встроенного самотестирования для цифровой подсхемы;

- аппаратные затраты на тестовое оборудование были минимальными.

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с синтезом генератора тестовых воздействий для встроенного самотестирования аналого-цифровых схем.

2. Генератор гармонических колебаний

Традиционно, для ВСТ цифровых схем используются псевдослучайные последовательности (ПСП) максимальной длины или счетчиковые последовательности в качестве тестовых воздействий [2]. Для тестирования аналоговых схем в качестве тестового воздействия используется гармонический сигнал, ПСП в аналоговом виде и сигналы специальной формы [3].

Формирование ПСП для тестирования цифровых схем исследовалось достаточно широко [2]. Здесь только отметим, что генераторы ПСП представляют собой линейный сдвиговой регистр с обратной связью. Для формирования счетчиковых последовательностей используется счетчик, функционирующий в режиме суммирования или вычитания.

Для аналоговой схемы тестовые воздействия в виде ПСП получаются посредством преобразования цифрового кода в аналоговую форму [3]. Для получения таких сигналов специальной формы, как пилообразный может применяться счетчик с последующим преобразованием цифрового кода в аналоговый сигнал.

Рассмотрим теперь подробнее синтез генератора гармонических сигналов. Традиционно, для получения гармонического сигнала применяют

следующий подход: дискретные отсчеты $1/4$ части периода сигнала хранятся в запоминающем устройстве (ЗУ); посредством счетчика происходит обращение в i -й такт времени к определенной ячейке ЗУ для формирования i -го уровня сигнала. Дополнительная комбинационная схема обеспечивает формирование знака сигнала и направление изменения адресов (т.е. для обеспечения возрастания и спада сигнала). При таком подходе для формирования сигнала с периодом T и диапазоном изменения значений A необходимы следующие аппаратные затраты:

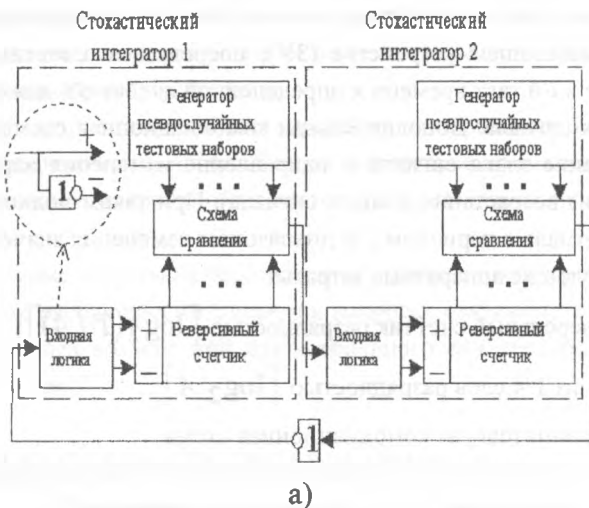
- реверсивный счетчик разрядностью $\lceil \log_2(T/4) \rceil$;
- ЗУ из $T/4$ слов разрядностью $\lceil \log_2 A \rceil$;
- дополнительная комбинационная схема.

Предлагаемый подход к синтезу генератора гармонических колебаний базируется на решении дифференциального уравнения [4]

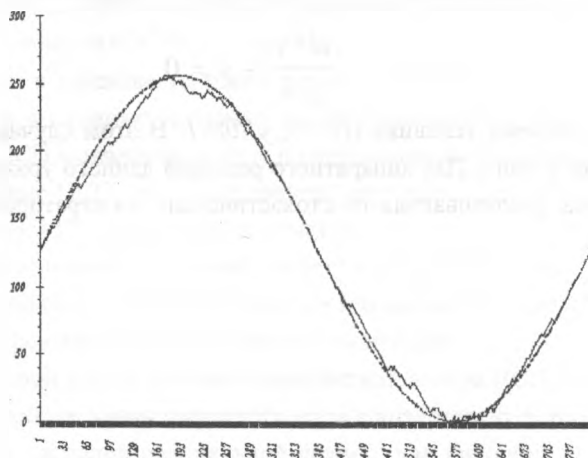
$$\frac{d^2 y}{dt^2} + y = 0 \quad (1)$$

при начальных условиях $y(0)=0$, $y'(0)=1$. В этом случае воспроизводится функция $y=\sin t$. Для аппаратного решения данного уравнения используется схема, реализованная на стохастических интеграторах как показано на рис.1.а.

5. Диагностика вычислительной техники



а)



б)

Рис.1. Схема формирования гармонического сигнала (а), результаты моделирования генератора гармонического сигнала (б)

В этом случае, на выходе стохастического интегратора 1 формируется первая производная, а на выходе стохастического интегратора 2 — восстановленная функция. Как следует из (1)

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -y \quad (2)$$

Выполнение данного равенства обеспечивается за счет обратной связи через инвертор. Работа стохастического интегратора подробно описана в [5]. В отличие от стохастического интегратора, описанного в [5], в данном случае на реверсивный счетчик накладывается ограничение в виде запрета на операцию переполнения, т.е. при состоянии счетчика в i -й момент времени "111..1" и поступлении сигнала "+1" состояние счетчика в $(i+1)$ -й момент времени останется "111..1". Аналогично происходит работа и при состоянии счетчика "000..0" и поступлении сигнала "-1". При такой аппаратной реализации, функция $y = \sin t$ формируется на выходах второго стохастического интегратора.

Как видно из рис.1.а данный генератор может также использоваться и для формирования ПСП и счетчиковых последовательностей, что не потребует дополнительных затрат на реализацию генератора тестовых воздействий для цифровой схемы.

На рис.1.б представлены результаты моделирования 8-разрядного генератора гармонических колебаний (пунктирная линия — идеальная синусоида, сплошная линия — полученный синусоидальный сигнал). Период полученного сигнала равен $T=766$ тактов. Для сравнения аппаратных затрат, при традиционном подходе потребовалось бы 3У из 192 слов разрядности 8, 8-й разрядный счетчик и дополнительная комбинационная схема.

Литература

1. Ohletz M.J. Hybrid Built-In Self-Test (HBIST) for Mixed Analogue/Digital Integrated Circuits, IEEE European Test Conference, 1991, pp.307-316.

2. Ярмолик В.Н. Контроль и диагностика цифровых узлов ЭВМ, Мн.:Наука и техника, 1988, 240с.
3. Soma M., Fault Modeling and Test Generation for Sample-and-Hold Circuits //International Symposium on Circuits and Systems, 1991, pp. 2072-2075.
4. Анисимов Б.В., Голубкин В.Н., Петраков С.В. Аналоговые и гибридные ЭВМ, М.: Высшая школа, 1986.
5. Яковлев В.В., Федоров Р.Ф. Стохастические вычислительные машины, Л.: Машиностроение, 1974.

УДК 681.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ ОЗУ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА

Климец Ю.В.

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

1. Введение

Рост возможностей технологии в последние годы привел к тому, что на рынке появилось огромное количество микросхем, объединяющих на одном кристалле логическую часть и массив запоминающих элементов. В силу сложности доступа к встроенной памяти извне для тестирования подобных устройств чаще всего используют аппаратуру встроенного самотестирования (built-in self testing - BIST). Классические подходы к тестированию, основанные на сохранении-тестировании-восстановлении блоков памяти не всегда эффективны из-за необходимости в дополнительной па-