

ДИАГНОСТИКА АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Коваленко И.А.¹⁾, Ковалев А.М.²⁾, Лобанов Е.В.³⁾, Зинченко Ю.С.⁴⁾, Ханаев В.В.⁵⁾

Донецкий национальный технический университет
¹⁻³⁾ бакалавры; ⁴⁾ к.т.н., доцент; ⁵⁾ ассистент

I. Постановка проблемы

Современные аналоговые и цифровые устройства, построенные на базе интегральных схем (ИС), характеризуются высокой сложностью и технологичностью, маленькими размерами и, следовательно, высокой стоимостью. В связи с уменьшением размеров устройств различные элементы и участки электрических цепей становятся все более чувствительными к различным отклонениям параметров, заложенным еще на стадии производства. Таким образом, возникает целый ряд проблем одного характера, как то: тестирование и диагностика произведенных схем, прогнозирование отказов в их работе, внедрение участков, способных к самоконтролю и самопроверке, а также снижение затрат на тестирование.

II. Цель работы

Целью данной работы является выбор и анализ инструментальной базы, которая позволила бы усовершенствовать модель тестирования (тестовые неточности, зоны покрытия и алгоритмы), быстро и точно обнаруживать и изолировать неисправности в электрических цепях, сократить количество работоспособных устройств, признанных негодными, а также снизить материальные затраты при производстве интегральных схем. Также в статье рассматривается стратегия тестирования, которая отталкивается от использования генератора псевдослучайного белого шума Гаусса в качестве генератора тестовых шаблонов (последовательностей).

III. Стратегия тестирования

В данный момент используется множество методик и устройств после производственной диагностики. Однако существует очевидная необходимость снижения стоимости и увеличения эффективности тестирования систем на кристалле на этапе проектирования и производства. Для этого может использоваться так называемая техника встроенного самоконтроля (ТВСК). В большинстве случаев ТВСК основана на оптимизации тестовых моделей на различных уровнях [1]. Некоторые другие методики предлагают использование способности распознавания образов искусственными нейронными сетями с целью диагностики неисправностей, мониторинг токов утечки и тестирование аналоговых и аналого-цифровых устройств путем контроля источника питания. Все они обладают своими преимуществами и недостатками.

В данной статье рассматривается использование генератора белого шума с целью сравнения реакций тестируемого устройства с эталонной моделью. Эталонная модель реализуется в виде многоуровневой искусственной нейронной сети, обученной при помощи алгоритма обратного распространения ошибки (АРО) [2]. Данная методика основана на возбуждении тестируемого устройства белым шумом и последующим измерением кратковременных ответных сигналов на выходных ножках схемы.

Преимущество использования псевдослучайного шума заключается в том, что тестирование производится через главные входы и выходы схемы. Это позволяет снизить количество проверяемых и эталонных цепей и участков и, таким образом, сократить структуру тестируемой модели.

Одновременно с этим возникает и ряд недостатков предлагаемой стратегии. Один из них связан с обучением нейронной сети при помощи алгоритма ОРО и характеризуется значительными затратами времени на обучение. При этом остается риск неполного или частичного обучения сети, что является неприемлемым.

Рисунок 1 упрощенно отображает предлагаемую систему диагностики неисправностей аналоговых ИС, использующую моделируемое обнаружение ошибок с последующим их изолированием.



Рисунок 1 – Стратегия тестирования

Процедуру предлагаемой стратегии тестирования можно разделить на три стадии:

- 1 Генерация сигнатур
- 2 Генерация прогнозных ошибок (ошибочных сигналов, сигнатур, остатков)
- 3 Обнаружение и изолирование неисправностей

Другим недостатком выступает неуверенность в том, что эталонная модель является неработоспособной или, что еще хуже, частично работоспособной. В связи с этим могут возникнуть дополнительные проблемы при отладке и тестировании схем, которые будут характеризоваться дополнительными затратами времени и средств.

Вывод

Современное проектирование интегральных микросхем требует разработки, а также совершенствования методов диагностики. Каждая из ныне существующих техник обладает набором преимуществ и недостатков. Одной из главных задач тестирования является соблюдение баланса между эффективностью используемых методик и затратами (средств, времени), а также определение правильности полученных результатов.

Список использованных источников

1. Prithviraj Kabisatpathy, Alok Barua, and Satyabroto Sinha. Fault detection and diagnosis in analog integrated circuits using artificial neural network in a pseudorandom testing scheme.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104с.