

УДК 681.324.7

СИНТЕЗ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ КОМБИНАЦИОННЫХ СХЕМ

С. А. Останин

В современных военных, аэрокосмических, медицинских и др. компьютерных системах предъявляются повышенные требования к надежности аппаратного обеспечения. Один из подходов к повышению надежности аппаратуры — это обеспечение ее отказоустойчивости. Отказоустойчивость достигается добавлением избыточности: аппаратурной, программной, информационной или вычислительной. Один из традиционных подходов к обеспечению аппаратурной избыточности — тройное резервирование модулей с последующим голосованием на их выходах: корректным считается значение, реализованное на выходах двух или трех модулей [1]. В таких системах неисправности в одном модуле маскируются. Слабым местом таких систем является блок голосования.

В данной работе рассматривается метод обеспечения отказоустойчивости с использованием аппаратурной избыточности на базе самопроверяемой схемы. Рассмотрим архитектуру отказоустойчивой комбинационной схемы (рис.1).

СПКС₁ — самопроверяемая комбинационная схема. Для реализации СПКС₁ предлагается использовать один из известных методов синтеза самопроверяемых устройств, например схемы с контролем четности или схемы с монотонным проявлением неисправностей. Последний подход, как правило, дает более компактные решения. Здесь X^1 — входные линии СПКС₁; Y^1 — выходные линии, на которых реализуется собственно функциональность комбинационной схемы; Z^1 — выходные линии, на которых реализуются дополнительные выходы комбинационной схемы, доопределяющие основные

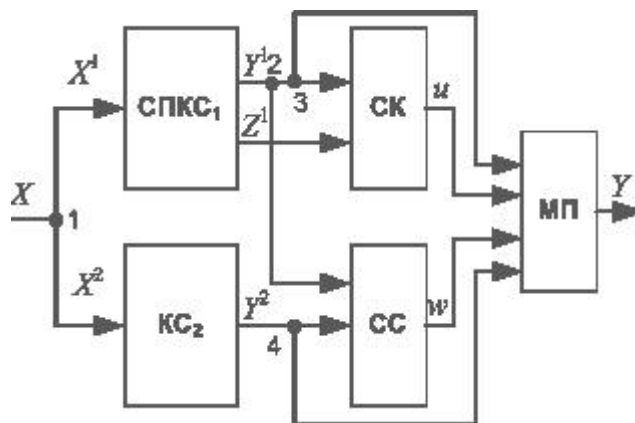


Рис. 1

выходы до одного из кодов, например кода Бергера или равновесного кода. Будем рассматривать одиночные константные неисправности на полюсах элементов схемы СПКС₁; обозначим множество таких неисправностей $V_{СПКС}$.

КС₂ — комбинационная схема. Для реализации этого блока нет никаких ограничений. Рекомендуется использовать реализацию, обеспечивающую минимальные аппаратные затраты. X^2 — входные линии КС₂, Y^2 — выходные линии, на которых реализуются булевы функции, описывающие функционирование комбинационной схемы. В качестве неисправностей КС₂ будем рассматривать одиночные константные неисправности на полюсах элементов схемы; обозначим множество таких неисправностей $V_{КС}$.

СК — схема контроля. Основное назначение схемы контроля — выявить проявление неисправности на выходах самопроверяемой схемы. В случае реализации на выходах самопроверяемой схемы одного из неупорядоченных кодов (код Бергера, равновесный код) в качестве схемы контроля используется детектор кода, определяющий принадлежность вектора выходных значений самопроверяемой схемы к множеству кодовых слов неупорядоченного кода. Входами блока СК являются выходы Y^1 и Z^1 блока СПКС₁; u — выход блока СК, $u = 0(1)$ в случае корректного (некорректного) вход-

ного вектора. Класс неисправностей схемы контроля включает одиночные и кратные константные неисправности на полюсах элементов схемы; обозначим такой класс $V_{СК}$.

СС — схема сравнения. Она выполняет попарное сравнение выходов схемы СПКС₁ с соответствующими выходами схемы КС₂. Входами блока СС являются выходы Y^1 блока СПКС₁ и выходы Y^2 блока КС; w — выход блока СС, $w = 0$, если значения на соответствующих выходах равны, и $w = 1$, если значения по крайней мере на одной паре выходов отличны. Класс неисправностей схемы сравнения включает одиночные и кратные константные неисправности на полюсах элементов схемы; обозначим такой класс $V_{СС}$.

МП — мультиплексор. Мультиплексор выполняет переключение выходных линий блоков СПКС₁ (Y^1) и КС₂ (Y^2) на основные выходы схемы (Y) в зависимости от исправности этих блоков. В мультиплексоре допускаются неисправности, приводящие к некорректному переключению выходных линий; обозначим такой класс неисправностей $V_{МП}$.

Допускаются одиночные константные неисправности на линиях, соединяющих блоки архитектуры. На основных входах схемы (линия X до точки 1) и на основных выходах (Y) неисправности не допускаются. Обозначим класс допустимых неисправностей на линиях связи V_L .

Утверждение. Схема на рис. 1 устойчива к проявлению одиночной неисправности из класса $V = V_{СПКС} \cup V_{КС} \cup V_{СК} \cup V_{СС} \cup V_{МП} \cup V_L$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lala Parag K. Digital Circuit Testing and Testability // Academic Press. 1997. P. 199.