

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ «И» И «ИЛИ» ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

К. ф.-м. н. А. И. Тимошкин

Национальная металлургическая академия Украины  
Украина, г. Днепр  
timoshkin1964@gmail.com

*Одним из перспективных путей повышения показателей надежности, отказоустойчивости и диагностируемости вычислительных систем является их построение на основе цифровых компонентов с кодово-структурной избыточностью. Разработаны базовые функциональные элементы «И» и «ИЛИ» четырехканальной логики, обладающие возможностью исправления всех ошибок кратности 1 и одновременного обнаружения всех ошибок кратности 2. При двукратной ошибке на выходах данных элементов появляются комбинации (0, 0, 0, 0) и (1, 1, 1, 1), которые могут быть обнаружены в схемах четырехканальной логики средствами встроенного самоконтроля.*

*Ключевые слова: надежность, отказоустойчивость, диагностируемость, функциональные элементы, четырехканальная логика.*

Одним из перспективных путей повышения показателей надежности, отказоустойчивости и диагностируемости вычислительных систем является их построение на основе цифровых компонентов с кодово-структурной избыточностью. Хорошо известным примером цифровых компонентов с кодово-структурной избыточностью являются двухканальные функциональные элементы [1, 2], обладающие возможностью обнаружения наиболее вероятных, а именно одиночных ошибок. Однако двухканальные функциональные элементы не обладают потенциальной возможностью исправления собственных ошибок, т. е. возможностью самокоррекции функционирования.

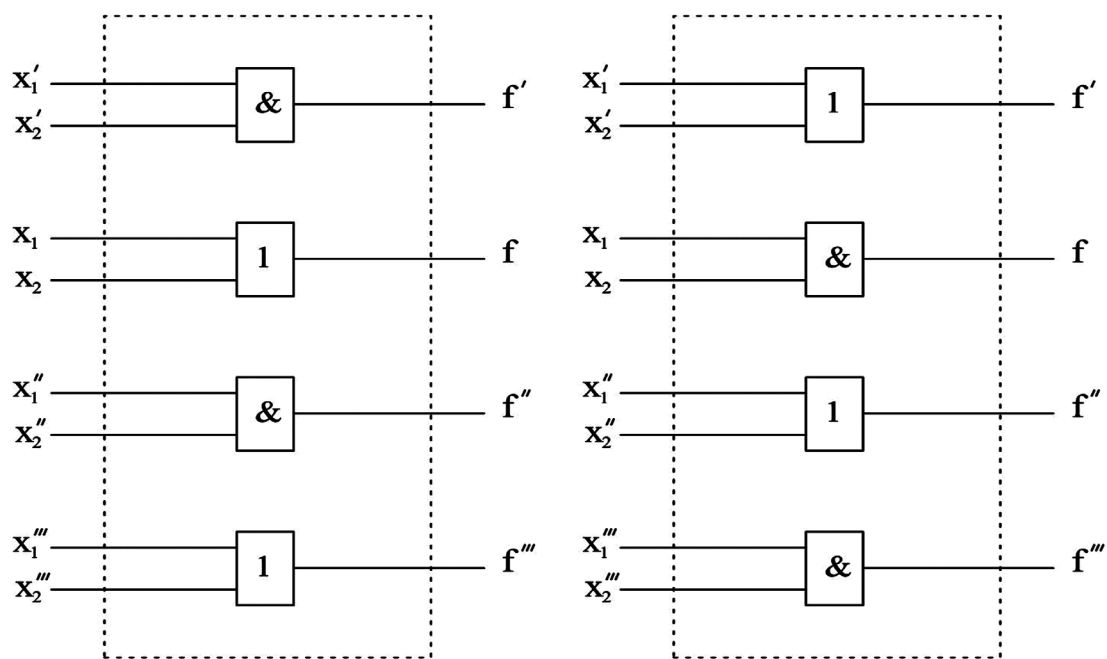
В [3] были предложены базовые функциональные элементы «И» и «ИЛИ» трехканальной логики, обладающие возможностью исправления любых одиночных ошибок. Однако в перспективных отказоустойчивых вычислительных системах необходимо предусмотреть возможность не только исправлять ошибки, но и одновременно обнаруживать их.

Целью настоящей работы является разработка функциональных элементов, обладающих возможностью исправления всех ошибок кратности 1 и одновременного обнаружения всех ошибок кратности 2.

Известно, что для исправления любой одиночной ошибки и одновременного обнаружения любой ошибки кратности 2 минимально необходимое хэммингово расстояние [4] между разрешенными кодовыми комбинациями должно быть равно четырем. В настоящей работе предлагаются базовые функциональные элементы «И» и «ИЛИ» четырехканальной логики (см. рисунок).

Любой логической переменной  $x_i$  (где  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ) произвольной функции одноканальной логики ставится в соответствие четверка переменных  $(x_i', x_i'', x_i''')$  вектор-функции четырехканальной логики. При этом логический нуль кодируется комбинацией (0, 1, 0, 1), а логическая единица — (1, 0, 1, 0). Функционирование данных элементов на разрешенных входных наборах описывается таблице. Представленные элементы обладают возможностью исправления одиночных и одновременного обнаружения ошибок кратности 2.

При двукратной ошибке на выходах данных элементов появляются комбинации (0, 0, 0, 0) и (1, 1, 1, 1), которые могут обнаруживаться в схемах четырехканальной логики средствами встроенного самоконтроля.



Функциональные элементы «И» (слева) и «ИЛИ» (справа) четырехканальной логики

Функционирование четырехканальных элементов «И» и «ИЛИ»

$x'_1$	$x_1$	$x''_1$	$x'''_1$	$x'_2$	$x_2$	$x''_2$	$x'''_2$	$f'$	$f$	$f''$	$f'''$
Элемент «И»											
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Элемент «ИЛИ»											
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Таким образом, получены базовые четырехканальные элементы, обладающие возможностью исправления одиночных и одновременного обнаружения ошибок кратности 2.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аperiodические автоматы / Под ред. В.И. Варшавского.— Москва: Наука, 1976.— 424 с.
2. Граф Ш., Гессель М. Схемы поиска неисправностей.— Москва: Энергоатомиздат, 1989.— 144 с.
3. Тимошкин А.И. Об одном способе реализации функциональных элементов «И» и «ИЛИ» трехканальной логики // Материалы междунар. науч.-техн. конфер. «ИТММ».— Днепр.— 2016.— С. 47.
4. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации.— Москва: Высш. шк., 1989.— 320 с.

Timoshkin A. I.

#### One way to realize «AND» and «OR» functional elements of four-link logic

*One of the promising ways to increase reliability, fault-tolerance and diagnosability of computer systems is to base them on digital components with structural-code redundancy. The author develops «AND» and «OR» functional elements of four-link logic, that can correct all single faults and simultaneously detect all two-multiple faults. In case of a two-multiple fault, these elements output (0, 0, 0) and (1, 1, 1) combinations, which can be detected in the four-link logic circuits by built-in self-monitoring tools.*

*Keywords: reliability, fault-tolerance, diagnosability, functional elements, four-link logic.*