

УДК 681.325.66

А. И. ТИМОШКИН – к. т. н., доц., Национальный горный университет, г. Днепропетровск

КОНТРОЛЕПРИГОДНЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЦИФРОВЫХ КОМПАРАТОРОВ

Статью представил д. физ. - мат. н., проф. В. И. Гаврилюк

Известно, что функциональный контроль и диагностирование дефектов печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является одной из длительных и трудоемких стадий процесса их производства и эксплуатации [1]. Снижение трудоемкости и уменьшение длительности функционального контроля печатных узлов и блоков из них достигается за счет повышения их контролепригодности.

Одним из перспективных подходов к повышению контролепригодности цифровых печатных узлов и блоков РЭА является подход, описанный в [2]. Этот подход связан в общем случае с модификацией (как правило, с усложнением) базисных логических элементов и синтезом контролепригодных логических схем из них.

В данной работе представлены две контролепригодные двухканальные (парафазные) логические схемы цифровых компараторов, синтезированные в рамках рассматриваемого подхода и предназначенные для реализации в виде печатных узлов. Для построения этих схем используются специальные функциональные элементы «И», «ИЛИ», «РАВНОЗНАЧНОСТЬ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» двухканальной логики, которые реализуются в виде отдельных монолитных [3] интегральных схем. Специальными двухканальными функциональными элементами «И» и «ИЛИ» являются элементы двухканальных древовидных схем S_1 и S_2 , заключенные в прямоугольники 1, 2, ..., $n-1$ (где n – четное число), соответственно на рис. 1 и 2.

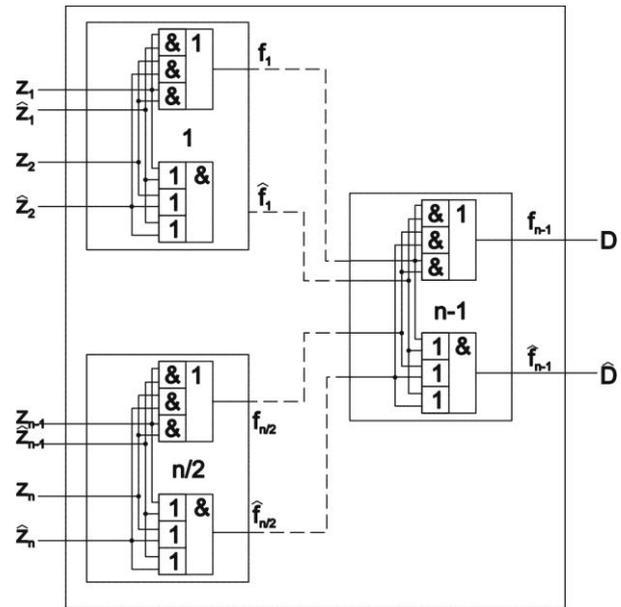


Рис. 1. Схема S_1

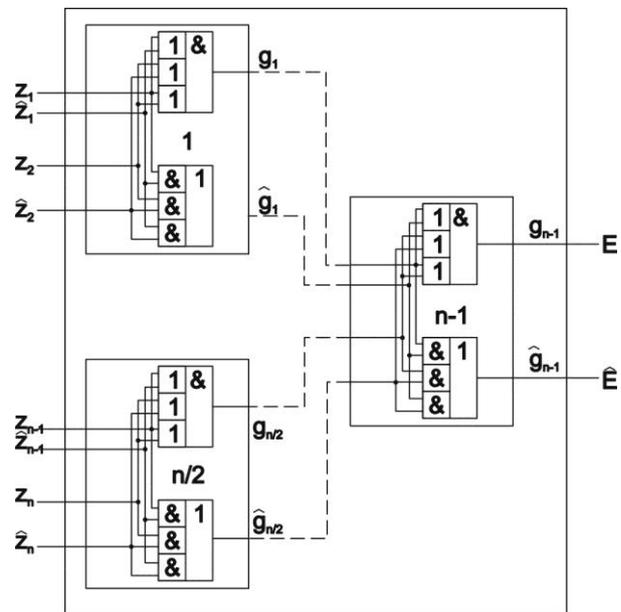


Рис. 2. Схема S_2

Специальные двухканальные функциональные элементы «РАВНОЗНАЧНОСТЬ»

и «ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ИЛИ», заключенные в прямоугольники, показаны соответственно на рис. 3 и 4.

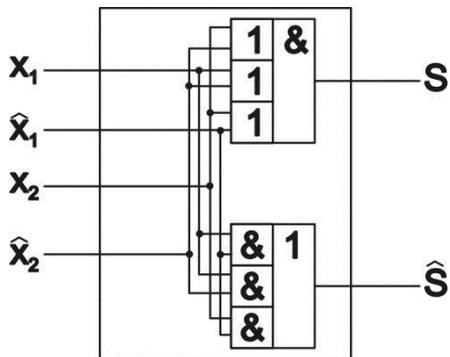


Рис. 3. Элемент «РАВНОЗНАЧНОСТЬ»

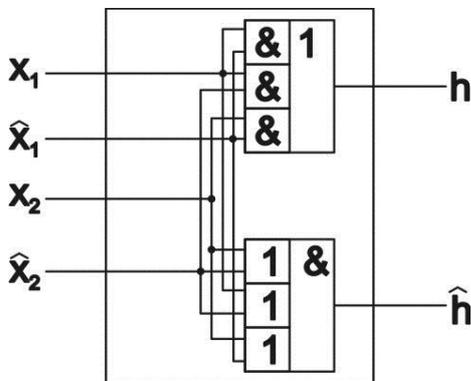


Рис. 4. Элемент «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ»

Главная особенность данных элементов четырех видов, отличающая их от обычных элементов двухканальной логики [4], заключается в том, что они обладают проверяющими тестами длины 2 относительно одиночных и ряда кратных константных неисправностей их входов и выходов. Состав этих тестов для элементов «И» и «ИЛИ» одинаков и описывается табл. 1.

Таблица 1

Состав тестов для элементов «И» и «ИЛИ»

z_1	\hat{z}_1	z_2	\hat{z}_2	f_1	\hat{f}_1	g_1	\hat{g}_1
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0

Состав же упомянутых тестов для элементов «РАВНОЗНАЧНОСТЬ» и

«ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» также одинаков и описывается табл. 2.

Таблица 2

Состав тестов для элементов «РАВНОЗНАЧНОСТЬ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ»

x_1	\hat{x}_1	x_2	\hat{x}_2	h	\hat{h}	S	\hat{S}
1	1	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0

Далее эти функциональные элементы будем для краткости называть 2 – проверяемыми. Полные проверяющие тесты для этих функциональных элементов относительно их одиночных константных неисправностей содержат по пять векторов и описываются табл. 3 и 4 соответственно.

Таблица 3

Полные проверяющие тесты

z_1	\hat{z}_1	z_2	\hat{z}_2	f_1	\hat{f}_1	g_1	\hat{g}_1
1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0

Таблица 4

Полные проверяющие тесты

x_1	\hat{x}_1	x_2	\hat{x}_2	h	\hat{h}	S	\hat{S}
0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	1

Необходимые и достаточные условия 2 – проверяемости функциональных элементов двухканальной логики относительно одиночных константных неисправностей их входов и выходов, а также древовидных схем из них относительно одиночных константных не-исправностей сигнальных линий, были рассмотрены ранее в работе [5].

Древоподобные схемы S_1 и S_2 , реализующие зависящие от n пар переменных (Z_1, \hat{Z}_1) ; (Z_2, \hat{Z}_2) ; ...; (Z_n, \hat{Z}_n) функции «И» и «ИЛИ» двухканальной логики, согласно этим условиям, являются 2 – проверяемыми относительно одиночных и ряда кратных константных неисправностей сигнальных линий, не принадлежащих их двухканальным элементам. (Двухканальные элементы «И» и «ИЛИ» этих схем, как уже отмечалось, заключены в прямоугольники). Упомянутые сигнальные линии представляют собой межсоединения печатных узлов.

Контролепригодные двухканальные логические схемы цифровых компараторов показаны на рис. 5 и 6.

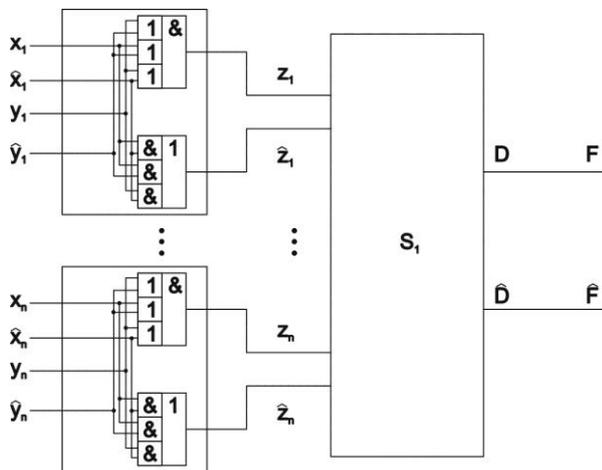


Рис. 5. Контролепригодная двухканальная логическая схема цифрового компаратора

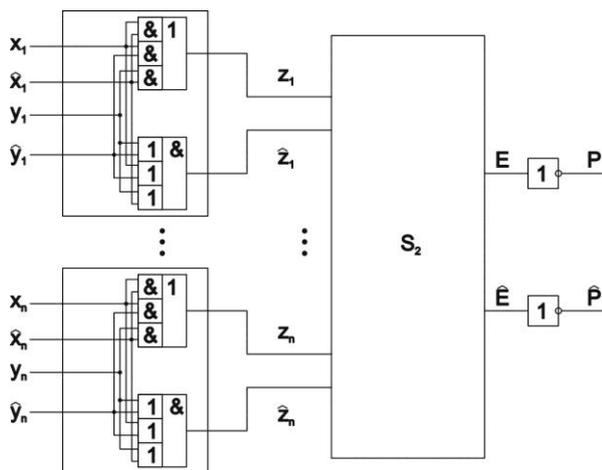


Рис. 6. Контролепригодная двухканальная логическая схема цифрового компаратора

Они получаются путем подключения входов древоподобных схем S_1 и S_2 к выходам параллельных блоков из двухканальных элементов «РАВНОЗНАЧНОСТЬ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» соответственно.

Проверяющие тесты для контролепригодных двухканальных схем цифровых компараторов относительно одиночных и ряда кратных константных неисправностей сигнальных линий, соответствующих межсоединениям печатных узлов, состоят из двух векторов и описываются табл. 5.

Эти тесты также обнаруживают более половины неисправностей типа И- и ИЛИ-перемычек межсоединений рассматриваемых печатных узлов.

Таблица 5

Проверяющие тесты для контролепригодных двухканальных схем цифровых компараторов

x_1	\hat{x}_1	y_2	\hat{y}_2	...			
1	1	0	0	...			
0	0	1	1	...			
x_n	\hat{x}_n	y_n	\hat{y}_n	F	\hat{F}	P	\hat{P}
1	1	0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	1

В заключение необходимо отметить, что представленные контролепригодные логические схемы цифровых компараторов являются самопроверяемыми относительно одиночных и однонаправленных кратных константных неисправностей межсоединений их печатных узлов, так как все отмеченные неисправности проявляются на выходах F, \hat{F} или P, \hat{P} в виде пар значений 00 или 11 на двух входных векторах $x_1, \hat{x}_1, y_1, \hat{y}_1 \dots x_n, \hat{x}_n, y_n, \hat{y}_n$: 0011...0011,

1100...1100. (Одно-направленная кратная константная не-исправность – такая кратная неисправность, у которой все её составляющие одиночные константные неисправности одного типа: «1» или «0».)

Библиографический список

1. Лихтциндер, Б. Я. Внутрисхемное диагностирование узлов радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / Б. Я. Лихтциндер. – К.: Техника, 1988 – 168 с.
2. Горяшко, А. П. Синтез диагностируемых схем вычислительных устройств [Текст] / А. П. Горяшко – М.: Наука, 1987 – 288 с.
3. Мурога, С. Системное проектирование сверхбольших интегральных схем [Текст] / С. Мурога – М.: Мир, 1985 – 294 с.

4. Аперидические автоматы [Текст]/ Под ред. В. И. Варшавского. – М.: Наука, 1976 – 423 с.
5. Тимошкин, А. И. О реализации некоторых функций двухканальной логики 2-проверяемыми древовидными схемами [Текст] / А. И. Тимошкин // Радиопромышленность – 1994 – № 4 – С. 52–58.

Ключові слова: контролепридатність, двоканальні цифрові компаратори, друковані вузли

Ключевые слова: контролепригодность, двухканальные цифровые компараторы, печатные узлы

Keywords: testability, dual-link digital comparators, printed circuit cards

Надійшла до редколегії 21.03.2014