

Ж.А. КИРЕЕВА, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ», Харків
В.А. КИРЕЕВ, канд. техн. наук, доц. НАКУ «ХАИ», Харків
А.Ю. СЕМЕНЕЦ, студент НАКУ «ХАИ», Харків

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ОШИБОК МОНТАЖА ЦИФРОВЫХ УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Наводиться методика та алгоритм програми діагностування помилок монтажу та катастрофічних відмов цифрових вузлів. Розглянуті особливості внутрішньо схемного діагностування. Приведена методика та програма діагностування реалізовані на конкретному прикладі.

The methods and algorithm of diagnosing installation errors and catastrophic failures of digital units. The features internal circuit diagnosis. A method of diagnosing software and implemented on a specific example.

Введение. В производстве радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) для диагностирования ее состояния используется внутрисхемный и функциональный контроль [1]. Под внутрисхемным контролем понимают такие виды контроля, при которых на внешние контакты соединений узлов РЭА подаются воздействия, а с их внутренних контактов снимаются ответные реакции. По их величинам судят о наличии дефектов. После окончательной сборки узла РЭА проверяется его функционирование. Функциональный контроль предполагает определение правильности функционирования проверяемого узла в рабочем режиме.

Внутрисхемный контроль производится поэтапно. Сначала проверяются комплектующие элементы (входной контроль) [2,3], затем правильность изготовления печатной платы [4], и, наконец, производится проверка узла после монтажа радиоэлементов [5].

Основная часть. Обачно для описания процессов в цифровых устройствах используются сети Петри (СП), состоящие из набора позиций, переходов и отношений инцидентности.

На рис. 1 изображен логический элемент и СП, модулирующая его функционирование. Описание этого элемента содержит 8 позиций, 8 переходов и 32 дуги. Поэтому СП для сложной цифровой схемы будет содержать очень большое число элементов и значительно усложнит работу с ней. Нами было использовано моделирование, основанное на отображении структуры схемы в виде СП в терминах «компоненты-соединения» [1]. В СП компоненты представляются переходами, а соединения внешних выходов компонентов с полюсами проводников – позициями. Поскольку проводник является одним из элементов схемы в СП, он также является переходом.

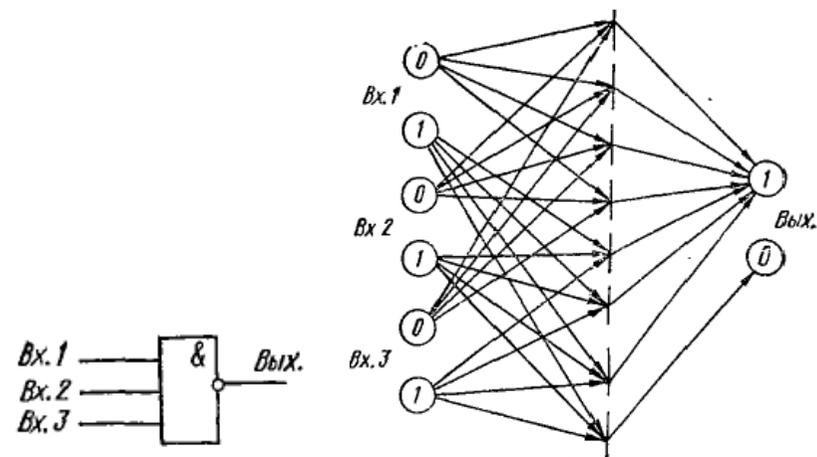


Рис.1. Логический элемент и СП

В качестве примера рассмотрим электронную схему, приведенную на рисунке 2.

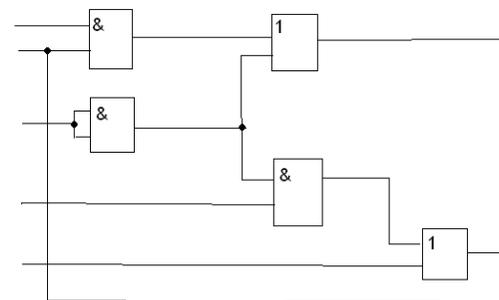


Рис.2. Электронная схема

На рисунке 3 показана СП, модулирующая эту схему.

Переходы изображающие проводники, назовем простыми переходами и обозначим их одной чертой. Сложные переходы, соответствующие радиоэлементам, обозначим двумя чертами. Каждый из простых переходов имеет один вход, сложные переходы могут иметь множество входов. Соединению схемы с внешними устройствами соответствует множество входных и выходных позиций. Это внешние позиции. Остальные позиции внутренние. Каждая позиция в СП имеет только один вход и один выход. Теперь электронную схему можно представить в виде маркированного графа (МГ). Подадим на входные позиции СП условные метки (фишки), то есть установим ее начальную разметку. Это соответствует подаче сигналов на

входы модулируемого узла РЭА. Таким образом СП запускается. Перемещение фишек в МГ отражает распространение сигналов в моделируемом узле РЭА, определяет последовательность срабатывания переходов и порядок установив ее начальную разметку. Это соответствует подаче сигналов на входы модулируемого узла РЭА.

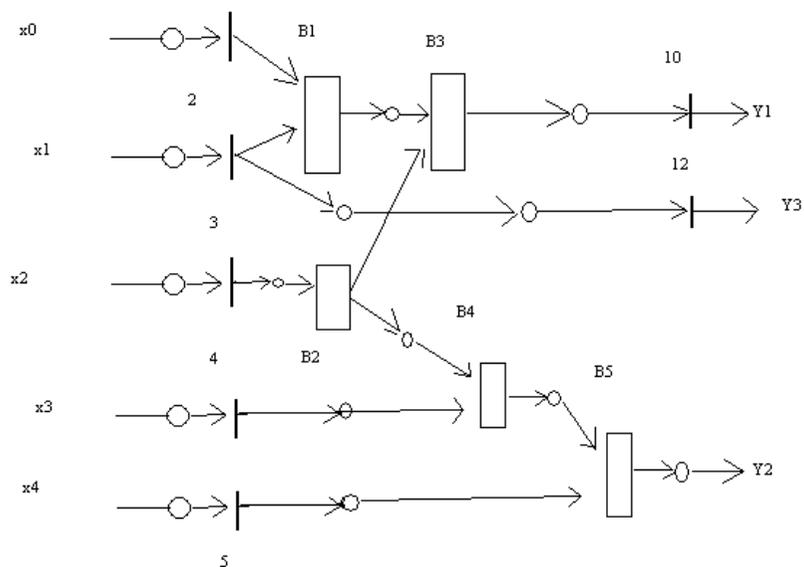


Рис.3. СП, модулирующая электронную схему

Таким образом СП запускается. Перемещение фишек в МГ отражает распространение сигналов в моделируемом узле РЭА, определяет последовательность срабатывания переходов и порядок функционирования отдельных компонентов. Для моделирования неисправностей и анализа работы РЭА фишкам присваиваем определенные цвета. С помощью раскрашенных СП удобно описывать передачу сигналов в цифровых схемах (ЦИС). Правила преобразования цветов фишек зависят от закона функционирования соответствующего компонента. Каждому цвету фишки присваивается определенный приоритет. Самый высокий приоритет имеют фишки, отображающие сигналы логического нуля. Второй приоритет присваивается фишкам, соответствующим сигналам логической единицы. Третий приоритет имеют фишки «высокоимпедансного» состояния.

В устройствах, имеющих несколько выходов, объединенных одним проводником, а также в неисправных схемах, имеющих ложные перемычки между двумя выходными контактами, возможны конфликтные ситуации, когда сигналы элементов, выходы которых соединены между собой, не

совпадают. Принятая система приоритетов фишек обеспечивает адекватное моделирование конфликтных ситуаций, возникающих при появлении сигналов различных логических уровней на выходах микросхем, соединенных между собой.

Алгоритм решения задачи диагностирования ЦИС приводится на рисунке 4. Программа позволяет проверить отсутствие катастрофических отказов и правильность ориентации компонентов.

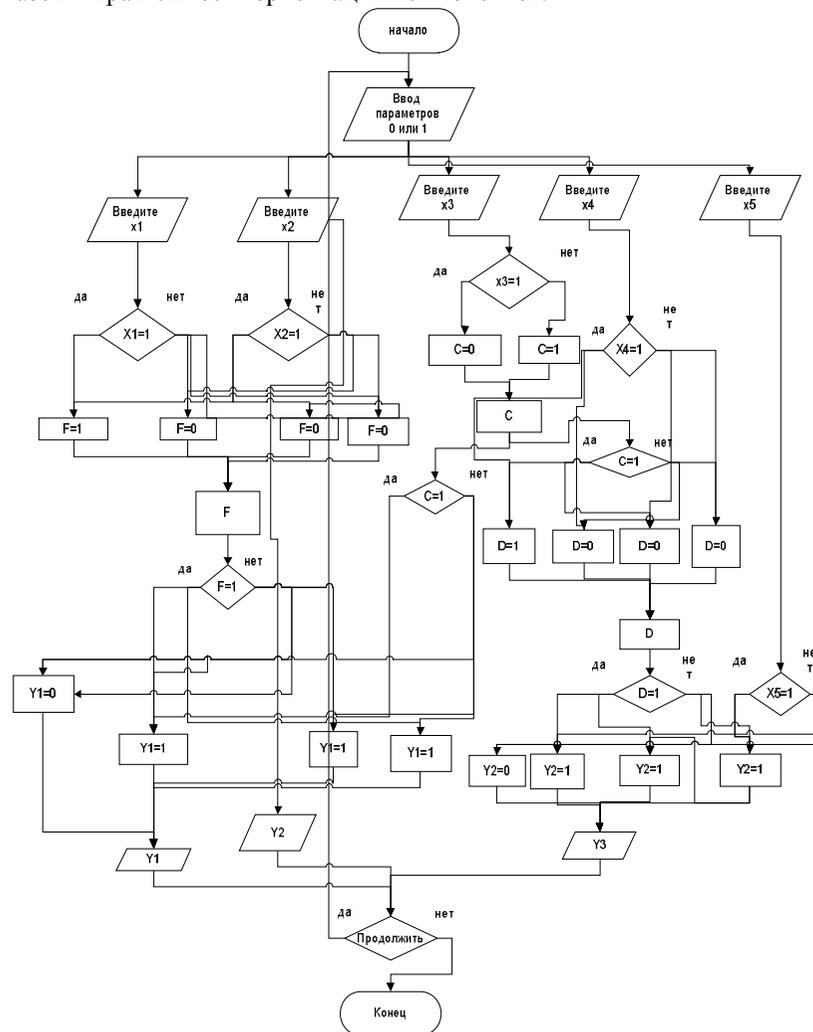


Рис.4. Алгоритм решения задачи диагностирования ЦИС

Проверяются следующие виды дефектов: отсутствие подачи питания к ЦИС; искажение логических уровней на входах; фиксированное состояние «логический ноль», «логическая единица»; отсутствие перехода в высокоимпендансное логическое состояние.

Вывод. Исключение дефектов, обнаруженных на данной стадии диагностирования, значительно упрощает подготовку дальнейших программ и уменьшает возможность возникновения дополнительных отказов при подключении ЦИС к источникам питания.

Список литературы: 1. *Лихтциндер Б.Я.* Внутрисхемное диагностирование узлов РЭА. Киев: Техника, 1988-168с. 2. *Киреева Ж.А., Киреев В.А., Кругликов А.С.* К вопросу о минимизации контрольных точек при входном контроле ЦАП.-Вестник ХПИ 1992, вып. 16-с. 116-118. 3. *Карпов А.И., Киреев В.А.* Оптимизация режима работы устройства для обнаружения импульсных шумов – предвестников отказа полупроводниковых приборов. Радиотехника и электроника летательных аппаратов: Сб. научн. Тр. – Харьков: ХАИ, 1990. –с. 184 – 194. 4. *Грицай В.А., Киреев В.А., Киреева Ж.А.* Контроль качества печатных плат. Материалы международной научно-практической конференции. Харьков. 2007, с. 58-62. 5. *Гусаров В.П., Киреев В.А.* Применение математического моделирования для оценки работоспособности и локализации места неисправностей в радиоэлектронных схемах. – Самолетостроение. Техника воздушного флота, 1985, вып. 52, -с. 80-82.

Поступила в редколлегию 17.04.11