

УДК 681.518.5

Г.Г. Сергеев, доц., канд. техн. наук

Е.О. Туркова

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

Pu88@mail.ru

САМОДИАГНОСТИКА ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Предлагается методика самодиагностики системы управления в автоматизированных комплексах с программным управлением на базе контроллеров семейства ATMEL.

В настоящее время в системах автоматизированного управления (САУ) широко применяются специализированные цифровые контроллеры для выдачи управляющих воздействий (рисунок 1)[1]. Управляющие воздействия могут формироваться как в аналоговом, так и в цифровом виде.

Выход на ПЭВМ

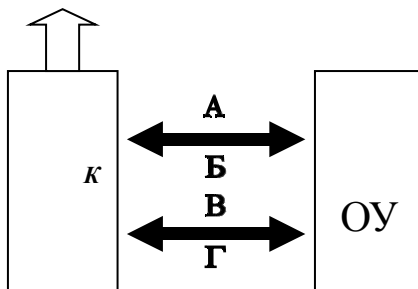


Рисунок 1 – Структурная схема САУ с цифровым программным управлением:

А – выходной интерфейс для аналоговых управляющих воздействий; Б – выходной интерфейс для цифровых управляющих воздействий; В – входной интерфейс для аналоговых управляющих воздействий; Г – входной интерфейс для цифровых управляющих воздействий; К – контроллер; ОУ – объект управления.

Корректная работа САУ возможна только в том случае, если сам контроллер является исправным. Вследствие этого возникает задача самодиагностики контроллера и передаточных звеньев. Для ее решения предлагается в процессе самодиагностики выполнять декоммутацию управляемого объекта от интерфейса, замыкать его выходные линии на вход, и исполнять в контроллере программу самодиагностики (рисунок 2).

Выход на ПЭВМ

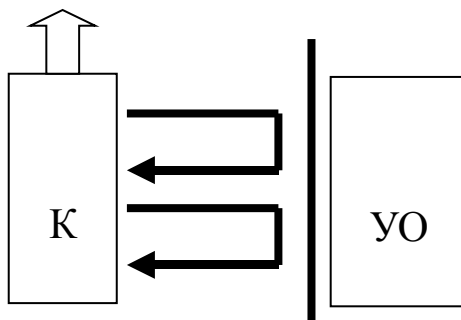


Рисунок 2 – Структурная схема САУ с цифровым программным управлением после декоммутации

Предлагаются некоторые алгоритмы самодиагностики цифровой и аналоговой части контроллера.

1) Проверка активности входов. Для этого используются тесты "Бегущая единица" и "Бегущий ноль" [2].

Введем следующие обозначения:

x - вектор входных воздействий;

y - вектор выходных воздействий;

Алгоритм теста "бегущая единица":

1.1 $x := 1$; $z := 0$;

1.2 для $i := 1$ до N , где N – количество контактов необходимо:

$y := x$; $z := z \vee y$; $x := x \ll 1$;

1.3 контроллер исправен, если $z = FFFF \dots F$.

Алгоритм теста "бегущий ноль":

1.1 $x := 1$; $z = FFFF \dots F$;

1.2 для $i := 1$ до N , где N – количество контактов необходимо:

$y := x$; $z := z \vee y$; $x := x \ll 1$;

1.3 контроллер исправен, если $z = 0$.

2) в случае, если необходимо проверить исправность работы пары контроллеров, используются тесты "Единичная замыкающая пара", (рисунок 3) и "Нулевая замыкающая пара" [2].

Алгоритм теста “Единичная замыкающая пара”:

2.1 $x:=1$; $y:=1$;

2.2 для $i:=1$ до N , где N – число контактов, необходимо:

2.2.1 для $j:=1$ до N , где N – число контактов, необходимо:

$x := x \text{ shl } 1$;

$\text{test} := x \ \& \ y$;

2.2.2 $y := y \text{ shl } 1$; $x := 1$;

2.3. Контроллер исправен, если полученные с его выхода последовательности совпадают с таблицей истинности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0
			.	.	.			
0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1

Рисунок 3 – Таблица истинности для теста “Единичная замыкающая пара”

Каждый сдвиг единицы формирует отдельный тест, в частности, тест замыкающая пара формирует 496 различных подтестов. Данные тестовые последовательности формируются для каждого контроллера одинаково. Полностью сформированный тест подается на входы контроллера, затем производится считывание. Если по матрице истинности отдельная замыкающая последовательность отличается от сформированной, значит, данная пара контактов неисправна.

Для проведения тестирования, в целях избежания повреждения ТЭЗ, его необходимо отключить от установки в момент тестирования контроллеров.

Идея тестирования заключается в следующем:

на вход контроллера подаются сформированные программно тестовые последовательности, в частности, тесты “бегущая единица”, “бегущий ноль”, “меандр”, “произвольно сформированное число” (Рисунок 4), затем с выхода считываются, после чего данные проверяются на совпадение по таблице истинности [3]. Отличие исходного теста от полученного результата и определяет место ошибки.

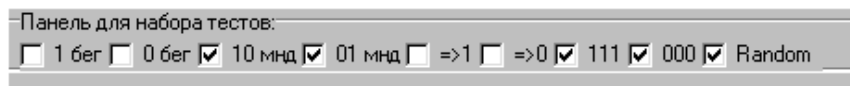


Рисунок 4 – Графическое отображение панели набора тестовых последовательностей: бегущая единица, бегущий ноль, меандр “1010”, меандр “0101”, замыкающая пара “11”, замыкающая пара “00”, константная единица, константный ноль, произвольно сформированное число

Для автоматизации вышеописанного процесса был разработан интерфейс, позволяющий оператору самостоятельно формировать последовательность из блоков-тестов [4]. Например, замыкающая единица, меандр, затем произвольное 32-х разрядное число. Оператору также предоставлена возможность наблюдать за процессом выполнения теста, который фиксируется в протоколе с примечанием, пройден тест или нет. Если результаты теста выдали ошибочные данные, то оператор может просмотреть процесс выполнения теста визуально (Рисунок 4) и определить место неисправности.

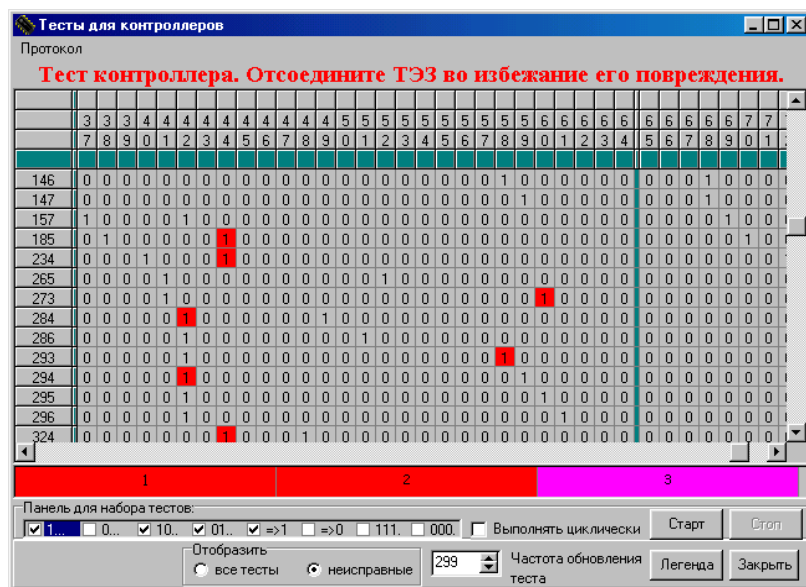


Рисунок 5 – Интерфейс подпрограммы для тестирования контроллеров

Для удобства навигации все контакты разбиты на группы с количеством контактов, кратным 32, т.е. кратное общему количеству контактов на контроллере. Под таблицей расположена полоса с числами 1,2,3... и т.д.,

которая демонстрирует количество контактов и их состояние на данный момент. Выбирая левой клавишей мыши на соответствующем элементе номер интересующего контроллера, можно быстро переместиться на соответствующую последовательность контактов. Описание цветовой гаммы: полный контроллер с ошибкой выделяется красным цветом, контроллер с количеством контактов меньше, чем 32, подсвечивается сиреневым цветом, полный контроллер с 32 контактами без ошибок выделяется зеленым, а неполный – синим.

Оператор имеет возможность просматривать выполнение тестов циклически, т.е. процессы записи и считывания тестовых наборов происходят в цикле, оператор также может просмотреть только тесты с ошибками, либо запустить их циклическое выполнение.

Заключение

Предлагаемая методика самодиагностики цифровой и аналоговой частей АСУ была апробирована в комплексе диагностирующих средств, разрабатываемых для нужд электронной промышленности. Благодаря тому, что система имеет интерфейс с ПЭВМ, оператору предоставлена возможность программно составлять тестовые последовательности, что повышает гибкость системы, снижает вероятность ошибки. Самодиагностика АСУ на базе контроллеров семейства ATME1 занимает от 100 до 1000 мкс.

В виду того, что в большинстве САУ применяются специализированные контроллеры, разработка различных методик самодиагностики для систем автоматизированного управления имеет широкие перспективы исследований в области обеспечения надежности функционирования системы, а при возникновении неисправности – сокращения времени проверок и локализации места неисправности.

Библиографический список

1. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Д. Пиани – 3-е изд. — СПб.: Изд-во «Невский Диалект», 2001. — 556 с.
2. Левин В.И. Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ / В.И. Левин. — М.: Наука, 1987. — 303 с.
3. Дубровина Е.В. Программные комплексы моделирования процессов эксплуатации сложных технических систем / Е.В. Дубровина, С.В. Игнатов. — К.: Наук. думка, 1994. — 241 с.

Поступила в редакцию 05.11.2003 г.