

PHÁT HIỆN SAI TRONG HỆ THỐNG KIỂM TRA BẰNG
TEST XOAY VÒNG CHO CÁC THIẾT BỊ SỐ

Võ Trung Châu

1. Mở đầu.

Thực hiện chẩn đoán sai cho các thiết bị tính toán bằng những phương pháp có sử dụng các bộ phận phân tích tín hiệu [1] ngày càng được ứng dụng một cách rộng rãi. Một hướng phát triển rất có hiệu quả trên cơ sở của những phương pháp này lần đầu tiên được I.P.Litikov đề xuất [2] và được gọi là phương pháp chẩn đoán sai bằng test xoay vòng (viết tắt là phương pháp TXV).

Khi kiểm tra bằng phương pháp TXV, thanh ghi dịch chuyển với các liên hệ phản hồi và mạch chỉ thị số vừa là bộ tập các tín hiệu test đưa vào đối tượng kiểm tra, đồng thời là bộ phận tích các phản ứng đầu ra.

Trong [3-5] trình bày các nghiên cứu hoàn thiện phương pháp TXV về mặt lý thuyết, algorithm tạo test tối ưu, các phương án thiết kế mạch chỉ thị kết quả và thủ tục tối thiểu hóa hệ thống thiết bị bằng TXV cho các loại đối tượng kiểm tra là những nhóm thiết bị logic thường gặp (nhóm các vi mạch, các ô thay thế trong máy tính điện tử...).

Tuy nhiên vấn đề nâng cao độ tin cậy của phương pháp TXV chưa được đề cập đến đầy đủ. Bài này đề xuất phương án kiểm tra trực tiếp hệ thiết bị cơ bản bằng phương pháp TXV.

2. Phương pháp kiểm tra.

Giả sử đối tượng chẩn đoán sai là một thiết bị được tạo bởi mạch logic tổ hợp có n đầu vào và m đầu ra:

$$\begin{aligned} y_1 &= (x_1, x_2, \dots, x_n), \\ y_2 &= (x_1, x_2, \dots, x_n), \\ &\dots\dots\dots \\ y_m &= (x_1, x_2, \dots, x_n). \end{aligned}$$

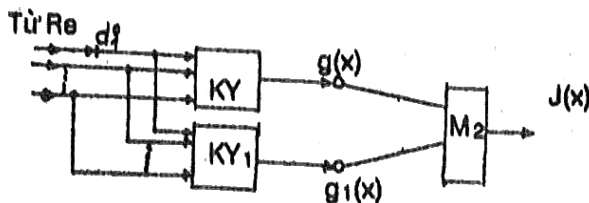
Khi đó thiết bị cơ bản thực hiện chẩn đoán sai bằng phương pháp TXV [3] gồm thanh ghi dịch chuyển Re với n hàng, bộ tổng mod 2 M_2 với m đầu vào, mạch chỉ thị CT và bộ hiệu chỉnh KY được tạo bởi hàm hiệu chỉnh:

ở đây
$$g(x) = \sum_{j_1, \dots, j_s} c_{j_1 \dots j_s} x_{j_1} \dots x_{j_s},$$

nếu
$$c_{j_1, \dots, j_s} \in \{0, 1\}, \{j_1, \dots, j_s\} \subseteq \{1, 2, \dots, n\}$$

$$Y(x) = \sum_{l=1}^m y_l$$
 là phi tuyến.

Kiểm tra hệ thống thiết bị chẩn đoán sai bằng TXV cần được thực hiện định kỳ trước khi đưa chúng vào làm việc với đối tượng chẩn đoán. Nếu ta chọn một bộ hiệu chỉnh giống hệt KY về mặt cấu trúc và ký hiệu KY_1 thực hiện hàm $g_1(x)$ và đưa vào vị trí của đối tượng kiểm tra (xem hình 1). Khi đó việc chẩn đoán thiết bị được tiến hành hoàn toàn dựa trên nguyên lý đối xứng đã được đề xuất ở [4]. Theo đó các thiết bị KY và KY_1 được xem như một đối tượng kiểm tra đồng nhất có tính đối xứng. Vì vậy việc kiểm tra KY_1 thực chất là đồng thời phát hiện các sai của KY .



Hình 1. Sơ đồ kiểm tra thiết bị hiệu chỉnh.

Tuy nhiên có thể tồn tại sai của hệ thống thiết bị chẩn đoán mà không bị phát hiện nếu sai đó không nằm trong KY. Ví dụ sai logic cố định mức "0" (ký hiệu là d_1^0) hoặc sai logic cố định mức "1" (ký hiệu là d_1^1) xuất hiện ở lối ra đầu tiên của thanh ghi Re và lan truyền đồng thời đến lối vào KY và KY₁ (hình 1). Sự thay đổi của $g(x)$ và $g_1(x)$ là hoàn toàn tương tự. Suy ra từ tính chất của tổng mod 2 ta thấy rằng sai này là không thể phát hiện được bởi phương pháp nêu trên. Như vậy cần phải kiểm tra phần còn lại của hệ thiết bị chẩn đoán sai.

Nếu dùng bộ chuyển mạch nối trực tiếp toàn bộ các đầu ra của thanh ghi Re với đầu vào của bộ tổng M_2 (hình 2) thì có thể coi như giữa Re và M_2 tồn tại một đối tượng chẩn đoán thực hiện hệ hàm:

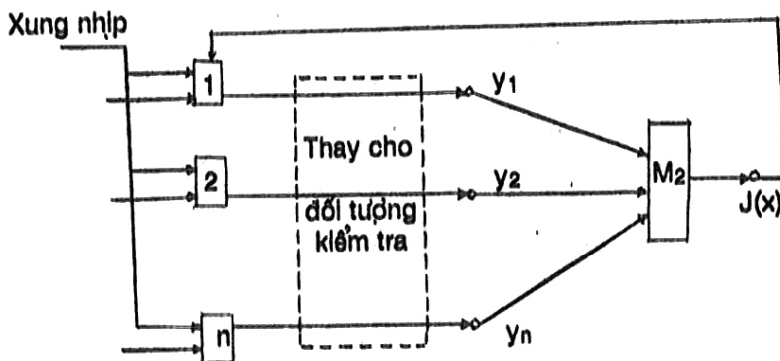
$$\begin{aligned} y_1 &= x_1, \\ y_2 &= x_2, \\ &\dots \\ y_n &= x_n. \end{aligned}$$

Rõ ràng tổng

$$Y(x) = \sum_{i=1}^m y_i = x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n$$

là tuyến tính nên trong thành phần thiết bị chẩn đoán không cần một bộ hiệu chỉnh tương ứng. Hàm phản hồi suy ra từ [4] sẽ có dạng

$$J(x) = \sum_{i=1}^m y_i$$



Hình 2. Sơ đồ kiểm tra các thiết bị trong phương pháp TXV.

Việc kiểm tra thiết bị được tiến hành như sau: đưa các giá trị của test xoay vòng $X(0) = (x_1(0), x_2(0), \dots, x_n(0))$ đến các đầu vào tương ứng của thanh ghi Re. Dưới tác động của xung nhịp thanh ghi sẽ dịch chuyển tương ứng với hệ thức sau:

$$H_0 X(\tau) = X(\tau+1) = H_0 X^{(\tau+1)} X(0)$$

Ở đây $\tau = 0, 1, \dots, e$ - số thứ tự của nhịp,

$X(\tau) = (x_1(\tau), x_2(\tau), \dots, x_n(\tau))$ - véc tơ cột các tín hiệu đầu vào, còn ma trận H_0 được xác định như sau:

$$H_0 = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & \dots & b_{n-1} & b_n \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

b_1, b_2, \dots, b_n - hệ số của các đa thức nhị phân bất khả qui tương ứng với các hàm phản hồi [5]. Khi đó

$$X(1) = H_0 X(0), X(2) = H_0 X(1), \dots, X(e) = H_0 X(e-1)$$

Sau e nhịp dịch chuyển, trên thanh ghi Re sẽ xuất hiện tổ hợp nhị phân giống như tổ hợp được thiết lập ban đầu nếu trong thiết bị không tồn tại sai, khi đó

$$X(0) = X(e).$$

Ngược lại nếu có sai bất kỳ xuất hiện bên trong hoặc ở các đầu vào ra của hệ thống thì trạng thái ban đầu và trạng thái ở nhịp thứ e trên thanh ghi dịch chuyển sẽ không đồng nhất, nghĩa là:

$$X(0) \neq X(e).$$

3. Kết luận

Rõ ràng phương pháp kiểm tra hệ thống chẩn đoán sai bằng TXV nếu trên không đòi hỏi độ phức tạp về mặt thiết bị và thủ tục thực hiện cũng tương đối đơn giản. Ở đây ta chọn $X(0)$ là giá trị bất kỳ thuộc $2^n - 1$ các tổ hợp nhị phân (trừ tổ hợp các giá trị 0) làm vai trò của TXV. Khi đó xác suất phát hiện toàn bộ sai đơn dạng d_1 bên trong hoặc ở các đầu vào, ra của hệ là gần bằng 1. Đây là biện pháp đầu tiên được đề xuất nhằm bảo đảm độ tin cậy cho hệ thống thiết bị dùng để phát hiện sai bằng phương pháp TXV.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nading H. J., Signature analysis-concepts, examples and guidelines. Hewlett Packard J. May. 1977, p.43-49.
2. Литиков И. П., Подход к кольцевому диагностированию дискретных устройств - АИТ, 1982. N 1, с. 254-262.
3. Во чунг Тяу, Кольцевое тестирование интегральных микросхем. Деп. в ВИНТИ статья 2808 Д85. 1985. 21с. Реферат опубликован в сборнике "Депонированные научные работы", 1985, 8.
4. Во чунг Тяу, Кольцевое тестирование микросхем с идентичными под-схемами. Деп. в ВИНТИ статья 2810 Д85. 1985. 8с. Реферат опубликован в сборнике "Депонированные научные работы", 1985, N 9.
5. Во чунг Тяу, Разработка и исследование методов встроенного диагностирования комбинационных устройств Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук М. 1985.

РЕЗЮМЕ

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ КОЛЬЦЕВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ

Предлагается метод проверки системы оборудования кольцевого тестирования на основе использования принципа симметрии.