

О НАДЕЖНОСТИ ТРЕХЗНАЧНЫХ СХЕМ В ОДНОМ ИНЖЕНЕРНОМ БАЗИСЕ

М. А. Алехина (Пенза)

Рассмотрим реализацию функций трехзначной логики (их принято обозначать через P_3) схемами из ненадежных функциональных элементов. Известны результаты [1–3] о надежности схем в полном базисе, состоящем из функции Вебба, при различных неисправностях на выходах элементов, среди которых однотипные константные неисправности типа 0 и типа 2, а также, так называемые, инверсные неисправности, которые характеризуются тем, что вероятность появления любого из двух неверных значений на выходе элемента одинакова и равна ε . Возможность применить эти результаты к техническим устройствам открывают работы Ю.А. Виноградова. В частности, в [4] описано функционирование простейшей комплементарной МОП-структуры,¹ которая имеет (и тем замечательна) почти нулевое энергопотребление в статике. Функциональный элемент, соответствующий этой комплементарной МОП-структуре, назван K -элементом, а приписанная ему функция обозначена через $K(x, y, z)$ [4]. Эта функция принимает значение 0 на наборах (100), (110), (200), (210), (220); значение 1 на наборах (010), (011), (211), (221); значение 2 на наборах (020), (021), (022), (121), (122), а остальные входные наборы переменных являются технически недопустимыми для K -элемента. В [4] рассмотрен базис $B = \{K(x, y, z), x + 1 \pmod{3}, 0, 1, 2\}$, функциональная полнота которого доказана тем, что предъявлена схема, реализующая функцию Вебба $V_3(x_1, x_2) = \max(x_1, x_2) + 1 \pmod{3}$. Эта схема содержит 16 элементов, среди которых 11 K -элементов, два элемента сдвига, по одному элементу с функциями 0, 1, 2 соответственно. Используя этот результат и результаты о надежности трехзначных схем в базисе Вебба [1–3] при различных неисправностях, нетрудно получить следующие результаты.

Из результатов [1] и [4] следует теорема 1.

Теорема 1. *При инверсных неисправностях на выходах элементов в базисе B любую функцию $f \in P_3$ можно реализовать такой схемой S , что $P(S) \leq 128\varepsilon + 68608\varepsilon^2$ при всех $\varepsilon \in (0, \varepsilon_1]$, где $\varepsilon_1 = 6.25/10^6$.*

Пусть ε — вероятность появления 0 на выходе любого из базисных элементов. Из результатов [2] и [4] следует теорема 2.

¹МОП-структура — полупроводниковая структура, применяемая при производстве микросхем и дискретных полевых транзисторов.

Теорема 2. При неисправностях типа 0 на выходах элементов в базисе B любую функцию $f \in P_3$ можно реализовать такой схемой S , что $P(S) \leq 15\varepsilon + 228000\varepsilon^2$ при всех $\varepsilon \in (0, \varepsilon_2]$, где $\varepsilon_2 = 2.6/10^{12}$.

Пусть ε — вероятность появления 2 на выходе любого из базисных элементов. Из результатов [3] и [4] следует теорема 3.

Теорема 3. При неисправностях типа 2 на выходах элементов в базисе B любую функцию $f \in P_3$ можно реализовать такой схемой S , что $P(S) \leq 45\varepsilon + 1.008 \cdot 10^6 \varepsilon^2$ при всех $\varepsilon \in (0, \varepsilon_3]$, где $\varepsilon_3 = 6.6/10^7$.

Список литературы

1. Барсукова О. Ю. Синтез надежных схем, реализующих функции двузначной и трехзначной логик // дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Пенза, 2014. — 87 с.
2. Алехина М. А., Барсукова О. Ю. О надежности схем в базисе, состоящем из функции Вебба, в P_k при неисправностях типа 0 и типа $k - 1$ на выходах элементов // Прикладная дискретная математика. — 2019. — № 44. — С. 58–66.
3. Барсукова О. Ю., Алехина М. А. Асимптотически оптимальные по ненадежности схемы в базисе, состоящем из функции Вебба, в P_3 при неисправностях типа 2 на выходах элементов // Прикладная дискретная математика. — 2020. — № 47. — С. 22–29.
4. Виноградов Ю. А. К синтезу трехзначных МОП-структур // Математические вопросы кибернетики. — 2003. — Вып. 12. — С. 301–302.

DOI: 10.20948/dms-2022-7

О ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТАХ ОТНОСИТЕЛЬНО ЛОКАЛЬНЫХ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОТРАЖЕНИЙ ВХОДОВ СХЕМ

М. К. Альбек (Нур-Султан),
Д. С. Романов (Москва)

В настоящей работе изучаются тесты относительно специальных источников неисправностей на входах таких дискретных схем без памяти, каждая из которых реализует одну булеву функцию. Пусть $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ — булева функция, а Σ — схема со входами