

правая – $y = -0,081x + 6,65$. Точка пересечения прямых $x = \frac{b_1 - b_2}{a_2 - a_1} = \frac{16,85 - 6,75}{-0,081 + 0,797} = 14,25$ км. Точность определения места утечки равна $2,8 \cdot \Delta y$ (Δy – погрешность датчиков давления). При использовании мембранного датчика давления с погрешностью 0,075 % погрешность определения места утечки $\Delta x = 2,8 \cdot 0,00075 \cdot 10 \text{ мПа} = 0,021$ км.

Библиографические ссылки

1. Трубопроводный транспорт нефти : учебник для вузов / С. М. Вайншток, В. В. Новосёлов, А. Д. Прохоров, А. М. Шаммазов. В 2 т. – Т. 1. – М. : Недра-Бизнесцентр, 2004. – 407 с.
2. Степанченко Т. Е., Шкляр В. Н. Разработка и исследование алгоритмов обнаружения утечек в магистральных трубопроводах на основе их гидродинамических моделей // Изв. Томского политех. ун-та. – 2006. – Т. 309. – № 7. – С. 70–73.
3. Степанченко Т. Е., Шкляр В. Н. Оценка точности алгоритма определения параметров утечки // Изв. Томского политех. ун-та. – 2011. – Т. 318. – № 4. – С. 37–42.
4. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2005. – 840 с.

T. S. Legotkina, PhD in Engineering, Associate Professor, Perm National Research Polytechnic University
Yu. N. Khizhnyakov, DSc in Engineering, Perm National Research Polytechnic University

Method of Determining the Oil Leak in Pipelines

The paper considers the modified method of monitoring the oil leak because of illegal tapping on the basis of analyzing the hydraulic line profile (slope) of a pipeline. To determine the place of illegal tapping the previous readings of pressure sensors (set along a pipeline) are used with account of their measurement accuracy.

Key words: control method, place of tapping, pipeline, pressure sensors.

УДК 681.32

С. Ф. Тюрин, доктор технических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
А. Н. Каменских, аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

САМОСИНХРОННЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПОЛНЫЙ ТОЛЕРАНТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Предлагается базис для построения самосинхронных комбинационных схем. Проводится синтез и анализ самосинхронного функционально-полного элемента.

Ключевые слова: самосинхронные схемы, функционально-полный толерантный элемент, NCL-базис, полумодулярность.

Самосинхронные методики проектирования как альтернатива ставшему традиционным синхронному методу активно развиваются в последние годы. Самосинхронные схемы привлекли внимание ученых, благодаря таким качествам, как повышенное быстродействие, высокая достоверность функционирования, низкое энергопотребление. Стоит отметить, что самосинхронные схемы сохраняют функциональность даже при очень низких напряжениях питания [1].

Существует несколько основных самосинхронных методик.

1. Логика с нулевым согласованием (NCL) [2].
2. Конвейерная схема (Pipeline line) [3].
3. Строго самосинхронная [4].

Использование NCL-базиса – одно из самых распространенных решений в мире для проектирования самосинхронных схем. Развитием базиса занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Базис

прост для понимания, имеет готовую библиотеку элементов. Также учеными из США была создана LUT-ячейка самосинхронной ПЛИС для реализации NCL-схем [5].

Конвейерная схема – второе решение для проектирования СС-устройств – базируется на применении G-триггеров. В конвейерной схеме вся синхронизация проходит через регистры. Блок индикации фиксирует состояния NULL/DATA на выходах регистров и посылает управляющий сигналы дальше по схеме. Такой подход освобождает от временного анализа во время проектирования. К недостаткам можно отнести большую избыточность комбинационно-регистровых схем, а также невозможность использовать самодиагностику для самих комбинационных схем.

Строго самосинхронные методики, разработкой которых в основном занимается ИПИ РАН, хорошо подходят для полузаказных схем, так как имеют лучшие технические характеристики, нежели кон-

вейерные схемы, а также обладают меньшей избыточностью по сравнению с NCL-базисом. Однако проектирование строго самосинхронных схем – более трудоемкий процесс, который усложняется отсутствием САПР.

В работе предложен базис для строго самосинхронного метода, использование которого позволит адаптировать существующие методики автоматизированного синтеза для строго самосинхронных схем. Также в дальнейшем планируется исследовать возможность применения СС ФПТ-элемента для увеличения отказоустойчивости самосинхронных схем [6].

Синтез самосинхронного функционально-полного толерантного элемента

Строго самосинхронный элемент должен содержать следующие функциональные блоки (рис. 1).

1. Основной канал, реализует функцию $f = x_1 x_2 \vee x_3 x_4$.
2. Дополнительный канал $f = \overline{x_1 x_2 \vee x_3 x_4}$.
3. Индикатор, фиксирует состояние NULL на выходе.
4. Индикаторы входов, фиксируют состояние NULL на входе.
5. Гистерезисные триггеры, объединяют индикаторы, формируют общий сигнал.
6. Блок спейсера, производит установку элемента в состояние NULL (табл. 2).

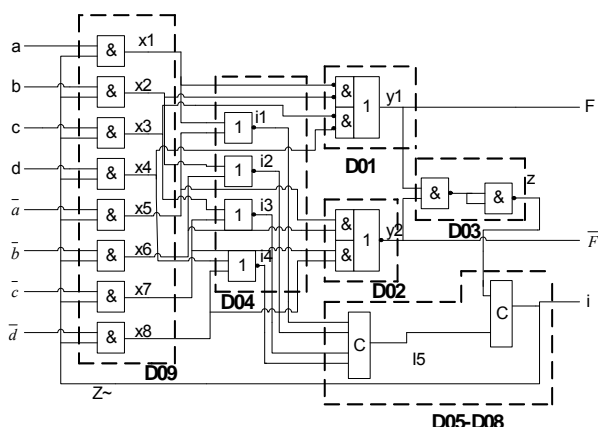


Рис. 1. Функциональная схема СС ФПТ-элемента

Первый узел (рис 2), основной канал передачи данных, представляет собой ФПТ-элемент – $f = x_1 x_2 \vee x_3 x_4$.

Второй узел (рис. 3), дополнительный канал передачи данных, – инверсный ФПТ-элемент – $f = x_1 x_2 \vee x_3 x_4$.

Третий узел – индикатор, объединяет выходы узлов D01, D02. Реализует функцию $I = f_1 \wedge f_2$.

Четвертый узел – блок индикации входа, четыре ФПТ-2 элемента ИЛИ–НЕ. Узел определяет окончание фазы гашения каждой переменной в отдельности, $I_n = x_n \vee x_{n+4}$, $I = 1$ – фаза гашения, $I = 0$ – рабочая фаза.

Таблица 1. Таблица истинности СС ФПТ-элемента

S	abcd	F	\overline{F}	I
0	----	1	1	1
1	0000	1	0	0
1	0001	1	0	0
1	0010	1	0	0
1	0011	1	0	0
1	0100	1	0	0
1	0101	0	1	0
1	0110	0	1	0
1	0111	0	1	0
1	1000	1	0	0
1	1001	0	1	0
1	1010	0	1	0
1	1011	0	1	0
1	1100	1	0	0
1	1101	0	1	0
1	1110	0	1	0
1	1111	0	1	0

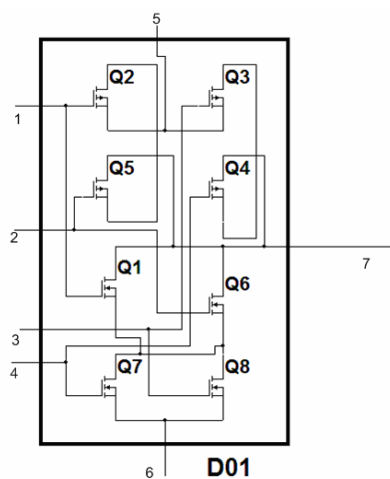


Рис. 2. ФПТ-элемент

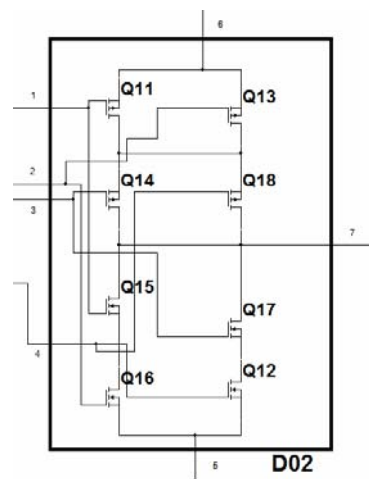


Рис. 3. ФПТ-2 элемент

Пятый и шестой узлы – гистерезисные триггеры с двумя и четырьмя входами. G-триггер переключается, когда все его входы принимают одинаковое состояние (табл. 2). На рис. 4 представлена схема G-триггера с двумя входами [7].

Таблица 2. Таблица истинности G-триггера

A	B	Y
0	0	0
0	1	Y_{n-1}
1	0	Y_{n-1}
1	1	1

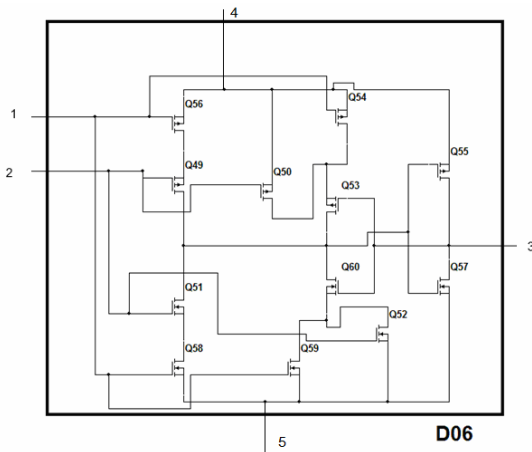


Рис. 4. Гистерезисный триггер

Пятый узел, блок спейсера, состоит из 8 элементов 2-И КМОП-логики. Первый вход каждого элемента подключается к переменной, или инверсной переменной. Второй вход подключается к сигналу запроса, или, для работы в режиме самосинхронизации, к выходу индикатора элемента.

Анализ строго самосинхронного функционально-полного толерантного элемента

Вначале анализируется свойство полумодулярности. Для этого используется подсистема Tanal, САПР Forgeage. Результат анализа представлен на рис. 5.

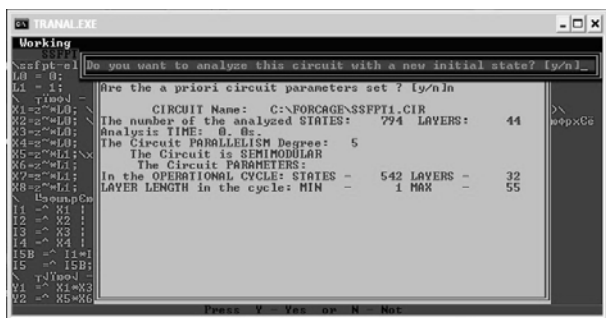


Рис. 5. Анализ полумодулярности

Анализ функциональных свойств будем проводить в NI MultiSim. Получим задержку в нормальных условиях при напряжении питания 5 В (рис. 6).

После чего проверим работоспособность схемы при снижении напряжения. В качестве нижнего порога выбрано напряжение питания 3 В, 60 % от исходного (рис. 7).



Рис. 6. Временная диаграмма элемента при питании 5 В



Рис. 7. Временная диаграмма при питании 3 В

Временные диаграммы получены с помощью осциллографа. Верхний импульс – выход f_2 (инверсный канал), нижний импульс – сигнал индикатора. В режиме самосинхронизации период индикатора равен задержке схемы. По данным осциллографа, для данного типа транзисторов временная задержка составила 350 нс при питании 5 В и 1,639 мкс при питании 3 В. Таким образом, при уменьшении питания на 40 % задержка увеличилась в 4,7 раза.

Выводы

В работе предложен базис для построения строго самосинхронных схем. Проведен анализ базисного элемента по свойствам полумодулярности и задержки при различных напряжениях питания. Получено подтверждение сохранения функциональности при сильных снижениях напряжения. Дальнейшую работу можно разделить на несколько ключевых направлений:

1. Исследование возможности применения СС ФПТ-элемента для повышения отказоустойчивости цифровых устройств.
2. Создание методики синтеза схем в СС ФПТ-базисе.
3. Создание программы автоматизированного синтеза в СС ФПТ-базисе, в том числе для схем с памятью (МПУУ).

4. Исследование применения самосинхронных схем в «зеленой» логике.

Библиографические ссылки

1. Аperiodические автоматы / под ред. В. И. Варшавского. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. литер., 1974.

2. *Fant Karl M., Brandt Scott A.* Null convention logic. – URL: <http://users.soe.ucsc.edu/~scott/papers/NCL2.pdf>.

3. Самосинхронные схемы: Принцип построения и элементная база / Руткевич [и др.]. – URL: http://www.kit-e.ru/articles/circuit/2009_10_103.php.

4. *Степченко Ю. А., Дьяченко Ю. Г., Петрухин В. С.* Опыт разработки самосинхронного ядра на базовом матричном кристалле. – URL: <http://samosinhron.ru/>

5. *Scott C. Smith.* Design of a logic element for implementing an Asynchronous FPGA. – URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4231891&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4231891

6. *Тюрин С. Ф.* Функционально-полные толерантные булевы функции // Наука и технология в России. – 1998. – № 4.

7. *Muller D. E., Bartky W. S.* A Theory of Asynchronous Circuits // Proc. Int'l Symp. Theory of Switching. – 1959. – Part 1. – P. 204–243.

S. F. Tyurin, DSc in Engineering, Perm National Research Polytechnic University

A. N. Kamenskikh, Post-graduate, Perm National Research Polytechnic University

Self-Timed Functional Complete Tolerance Element

The base for creating the self-synchronous combinative diagrams is proposed in the article. Synthesis and analysis of the self-synchronous functional complete element are carried out.

Key words: self-synchronous circuits, functional complete tolerance element, NCL, semi-modularity.

УДК 624.07

М. А. Черных, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Н. М. Якушев, кандидат экономических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ВМ-ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ В РОССИИ

Рассматриваются проблемы проектирования и то, как ВМ-технология может помочь в их решении. Представлен обзор трех основных ВМ-программ на российском рынке, дана краткая характеристика каждому из них и сделаны выводы по их применению.

Ключевые слова: ВМ, автоматизированное проектирование, параметризация, Autodesk Revit, Tekla Structures, Graphisoft Archicad.

Сегодня все большую роль в нашей жизни занимают цифровые технологии. Строительство как одна из основных отраслей экономики также стремится максимально использовать последние разработки и технологии применительно к своей сфере деятельности. Роботизирование и автоматизация процессов, несомненно, ведут к повышению качества продукции и, что еще более важно, снижению трудозатрат и сроков выполнения работ. Идя в ногу со временем и своевременно применяя новшества и передовые разработки, предприятие повышает не только качество своей продукции и прибыль, но и повышает свой авторитет на рынке, а это в наши дни очень важно.

Современному предприятию необходимо постоянно инвестировать средства в повышение уровня программного обеспечения. Особенно эта тема важна для нашего региона.

Региональные факторы и региональная политика вместе взятые определяют инвестиционную привлекательность региона в тот или иной момент времени... [1].

Сфера проектирования в строительстве занимает значимую и фундаментальную роль, ведь именно от идей и качества их проработки, заложенных на стадии проектирования, зависит, каким будет объект после завершения строительства и на сколько он будет удовлетворять и превосходить требования, предъявляемые к нему.

Сегодня проектировщику чрезвычайно важно иметь такой рабочий инструмент, который мог бы смоделировать любую конструкцию, даже ту, которая до сегодняшнего дня нигде не применялась. При этом помимо моделирования на заключительной стадии работы над конструкцией (а в основном и самой трудозатратной стадии) проектировщику, безусловно, необходимо выдать чертежи, отражающие ситуацию, положение и, конечно, саму конструкцию максимально понятно и в полном объеме для выполнения всех необходимых работ. Модель здания должна использоваться на всех стадиях строительства и быть легко корректируемой.

Важно подчеркнуть, что строительство крупных объектов жилой и нежильной недвижимости