

## **АДАПТАЦИЯ МЕТОДА КРИТИЧЕСКИХ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ**

**Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю.**

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Владивосток, Россия

## **ADAPTATION OF THE MARGINAL SUPPLY VOLTAGES METHOD FOR THE DIGITAL FREQUENCY SYNTHESIZERS QUALITY INSPECTION**

**Nomokonova Natalya Nikolaevna, Gavrilov Vladimir Yurievich**

Vladivostok State University of Economics and Service,  
Vladivostok, Russia

Предлагаем обсудить проблему, которая будет интересна тем, кто использует как отечественные, так и зарубежные устройства микроэлектроники для создания специализированных блоков и систем ответственного применения. Термин «специализированные» означает в данном случае то, что указанные системы изготавливаются всего в нескольких или даже в одном экземпляре. Особенность контроля состоит в том, что даже одна из комплектующих микросхем представляет собой целую программно-аппаратную систему. Тогда, можно предположить, что ранее разработанные методы и способы, становятся неоптимальными для углубленного контроля. Однако давно выработанная стратегия контроля может быть полезна и сейчас для решения конкретных ответов о прогнозе безотказной работы ИС в условиях внешних экстремальных эксплуатационных нагрузок. К таким универсальным методам, считаем, относится метод критических питающих напряжений (КПН) и его техническое обеспечение. Метод КПН позволяет проводить углубленный контроль микроэлектронных устройств, вплоть до уровня материалов, из которых оно изготовлено. Влияние материалов на функциональные свойства всего устройства определяется через информативный параметр электрофизической природы – критические питающие напряжения ( $E_{кр}$ ) [1, 2].

Хотим показать это на следующем примере. В современных устройствах связи широко применяются ИС синтезаторов частот, входящие в состав гетеродинов и опорных генераторов. Отечественная промышленность также выпускает подобные ИС (серия 1015). Одна из них - БИС КФ1015ПЛ4 предназначена для построения экономичных цифровых ФАПЧ синтезаторов частот КВ, УКВ, СВЧ диапазонов. Изготовлена она по быстродействующей КМОП технологии и содержит цифровую и аналоговую части [3].

Аналоговая часть представлена усилителями сигналов подстраиваемой и опорной частот. Остальные элементы схемы являются цифровыми (делители, регистр-защелка входных данных и пр.) и управляются (программируются) по последовательной шине. В стандартной схеме включения БИС является регулирующим звеном в цепи обратной связи фазовой подстройки частоты управляемого генератора (гетеродина) под частоту опорного (чаще всего кварцевого) генератора. Т.к. стандартная схема предполагает наличие достаточно сложных внешних устройств и системы обратной связи, она, казалось бы, мало подходит для контроля методом КПН. Вызвано это тем, что внешние устройства имеют свои собственные значения ( $E_{кр}$ ), а наличие обратной связи делает взаимозависимость параметров объекта контроля и внешних устройств, трудно предсказуемой.

Задача контроля рассматриваемой БИС облегчается наличием контрольных выходов, подключенных к делителям с переменным коэффициентом деления (ДПКД) подстраиваемой и опорной частот соответственно. Это дает возможность подключения БИС к информационно-измерительной системе прогнозирующего контроля, в основу создания которой авторами положен метод КПН [4]. В ходе циклического тестирования с понижением питания проводится постоянный контроль работоспособности выходов регистра-защелки, предделителя, ДПКД и частотно-фазового детектора, а также всех

аналоговых цепей, т.е. подавляющего большинства частей функциональной схемы БИС. Перед проведением тестирования по последовательной шине при номинальном напряжении питания проводится программирование (запись необходимых коэффициентов деления в ДПКД), после чего без снятия напряжения питания начинается основной цикл тестирования.

При необходимости включить в процесс тестирования методом КПН входные цепи регистра-защелки процесс контроля разбивается на 2 этапа. Прежде всего, измеряется  $E_{кр}$  большинства узлов схемы вышеприведенным методом, а затем к проверке подключается программатор. Программатор необходим для периодической смены коэффициентов ДПКД, записываемых в регистр-защелку. Целесообразно выбрать два набора коэффициентов деления (для подстраиваемой и опорной частот), максимально непохожих друг на друга, но обеспечивающих работу БИС в штатном режиме. Алгоритм измерения  $E_{кр}$  с учетом работы регистра-защелки представлен ниже.

1. На объект контроля выставляется номинальное напряжение питания.
2. Производится программирование набором коэффициентов деления № 1.
3. Осуществляется один цикл тестирования.
4. Запоминается эталонная сигнатура № 1 для запрограммированных коэффициентов деления.
5. Производится программирование набором коэффициентов деления № 2.
6. Осуществляется один цикл тестирования.
7. Запоминается эталонная сигнатура № 2 для запрограммированных коэффициентов деления.
8. Напряжение питания ОК понижается на одну ступень.
9. Повторяются п.п. 0, 2, полученная сигнатура сравнивается с эталонной сигнатурой № 1.
10. Повторяются п.п. 5, 6, полученная сигнатура сравнивается с эталонной сигнатурой № 2.
11. При совпадении сигнатур повторяются п.п. 8,9,10.
12. При несовпадении сигнатур тестирование завершается, выставленное напряжение питания принимается за  $E_{кр}$ .

Более того, указанный алгоритм может быть расширен для отдельного измерения  $E_{кр}$  различных составных частей БИС. Для одного объекта контроля может быть получен набор (вектор)  $E_{кр}$ , что поможет углубить контроль и повысить его достоверность. Таким образом, адаптация метода КПН и его технического обеспечения позволяет проводить прогнозирующий контроль микроэлектронных устройств высокой степени сложности и имеющих программно-аппаратное оснащение.

### Литература

1. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю. Оценка ресурса полупроводниковых интегральных электронных устройств по информативным параметрам. // Проектирование и технология электронных средств. №4, 2001. с.43-47.
2. Покровский Ф.Н., Гаврилов В.Ю., Номоконова Н.Н. Способ контроля полупроводниковых интегральных схем (Патент N 2018148). /Официальный бюллетень Роспатента "Изобретения" N15. 1994.
3. Мельник В. Микросхемы для цифровых синтезаторов частоты //Радио № 4,1999, с. 41-43.
4. Номоконова Н.Н., Гаврилов В.Ю. Интерфейсный блок программно-аппаратного комплекса управления качеством полупроводниковых электронных устройств. //Современные наукоемкие технологии. ISSN 1812-7320. Москва. №1, 2005. С. 95-97.

