

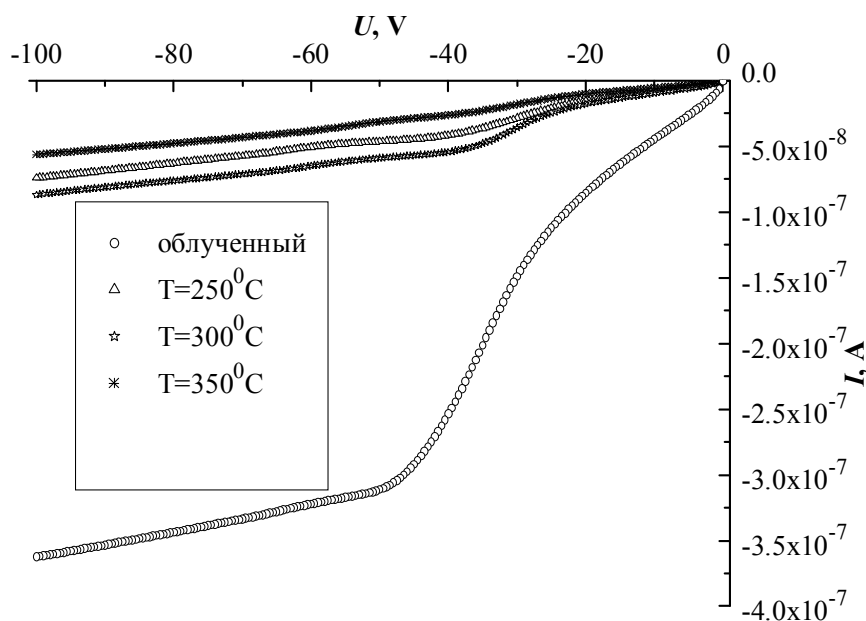


Рис.2. Обратные ветви ВАХ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что основными радиационными дефектами, вводимыми в кремний при облучении ионами висмута с энергией 700 МэВ являются дивакансии и А-центры. Кроме того, возможно образование сложных многовакансионных (вероятно кислородсодержащих) комплексов. Определение состава которых требует проведения дополнительных исследований.

Литература

1. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы. СПб., «Лань», 2009.
2. Козлов В. А., Козловский В. В. Легирование полупроводников радиационными дефектами при облучении протонами и α -частицами // Физика и техника полупроводников, 2001. Том 35. Вып. 7.
3. Келли Б. Радиационные повреждения твердых тел / Пер. с англ. О. Л. Щипакина; Под редакцией д-ра физ.-мат. наук Ю. А. Осипьяна. М., 1970.
4. Конозенко И. Д., Семенюк А. К., Хирвич В. И. Радиационные эффекты в кремнии. Киев, «Наукова думка», 1974.

УСТРОЙСТВО ВЫБОРКИ И ХРАНЕНИЯ ДЛЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО КОНВЕЙЕРНОГО АЦП

А. П. Петюк

Устройства выборки и хранения (УВХ) являются устройствами предназначенными для хранения сигнала в течение времени, необходимого

для его преобразования в цифровой сигнал. Сегодня УВХ находят широкое применение в АЦП, так как позволяют уменьшить его динамические погрешности. На рисунке 1 представлена схема данного устройства.

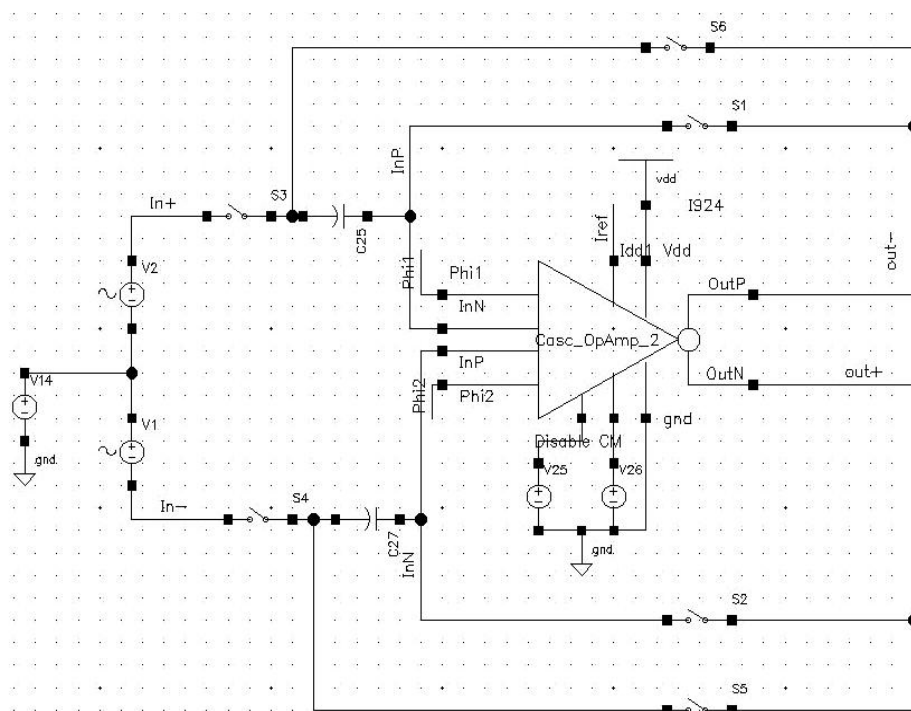


Рис. 1. Схема УВХ

Известно, что основополагающими блоками этого устройства являются операционный усилитель (ОУ) и ключи. Была поставлена задача разработать УВХ для АЦП с разрядностью 14 бит и быстродействием 50 Мвыб/с. Требования к ОУ: коэффициент усиления не менее 60 дБ, частота единичного усиления ОУ не менее 150 МГц.

При проектировании УВХ существует ряд сложностей, на которые нужно обращать внимание разработчику на этапе проектирования.

Во-первых, быстродействующие АЦП имеют малый период тактового сигнала (в нашем случае он равен 20 нс). Это означает, что такой УВХ будет иметь время хранения 10 нс. Однако на выходе УВХ сигнал не может установиться мгновенно, всегда существуют переходные процессы, которые занимают определенное время. И при малом времени хранения сигнала задача заключается в минимизации времени переходных процессов. В УВХ используется каскадный операционный усилитель, представленный на рисунке 2. Есть ряд параметров ОУ, оказывающих влияние на продолжительность переходных процессов. Это скорость установления сигнала на выходе ОУ и его запас по фазе [1]. Необходимо максимизировать эти параметры. На скорость установления сигнала влияют ток, который течет через

дифференциальную пару и сопротивление нагрузки. При заданном сопротивлении нагрузки, путем увеличения тока через дифференциальную пару можно увеличить скорость нарастания сигнала. В случае запаса по фазе зависимость сложнее и определяется для каскодного ОУ следующей формулой:

$$\angle PM = \arctan g_m / 2\pi\omega_0 C_L, \quad (1)$$

где $\angle PM$ – запас по фазе, g_m – крутизна каскода, ω_0 – частота единичного усиления, C_L – нагрузочная емкость.

Именно от запаса по фазе зависит время затуханий осцилляций на выходе УВХ.

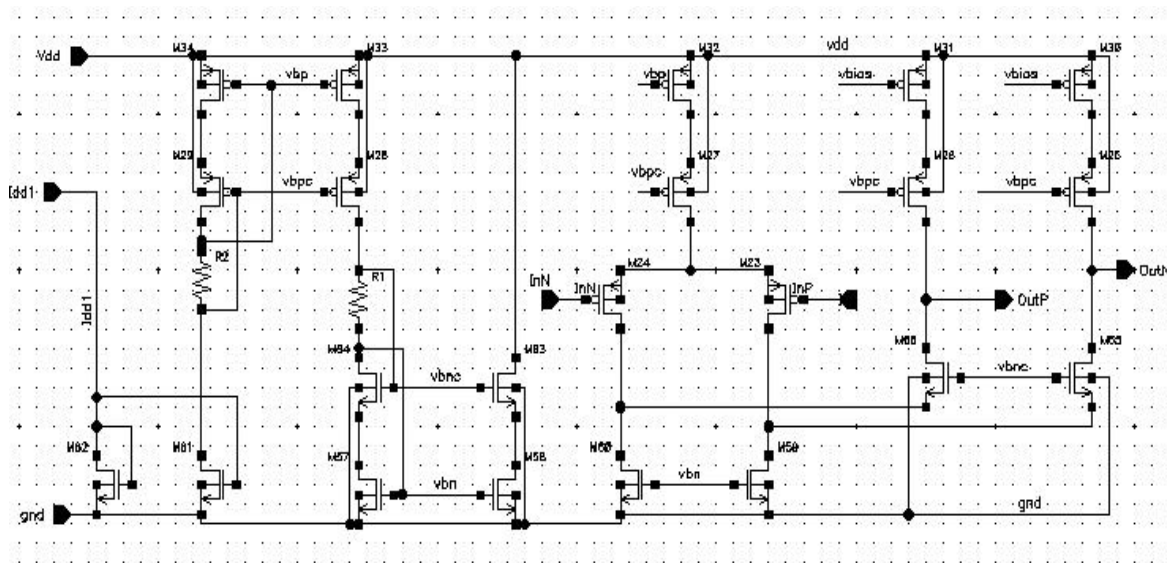


Рис. 2. Схема каскодного ОУ

В данной схеме напряжение питания достаточно мало (3,3 В), поэтому для ОУ важно добиться того, чтобы уровень выходного синфазного сигнала был равен половине питания. Для этой цели используется обратная связь по синфазному сигналу на переключаемых конденсаторах (рис. 3).

Во-вторых, определенные требования накладываются не только на ОУ, но и на ключи. Важно, чтобы при работе ключа его внутреннее сопротивление не зависело от входного сигнала и не было очень большим. Также и емкость хранения не может быть сколь угодно большого номинала или очень малого. В случае использования большой емкости увеличивается время зарядки конденсатора, что в случае быстродействующих АЦП неуместно, так как требует большего времени дискретизации.

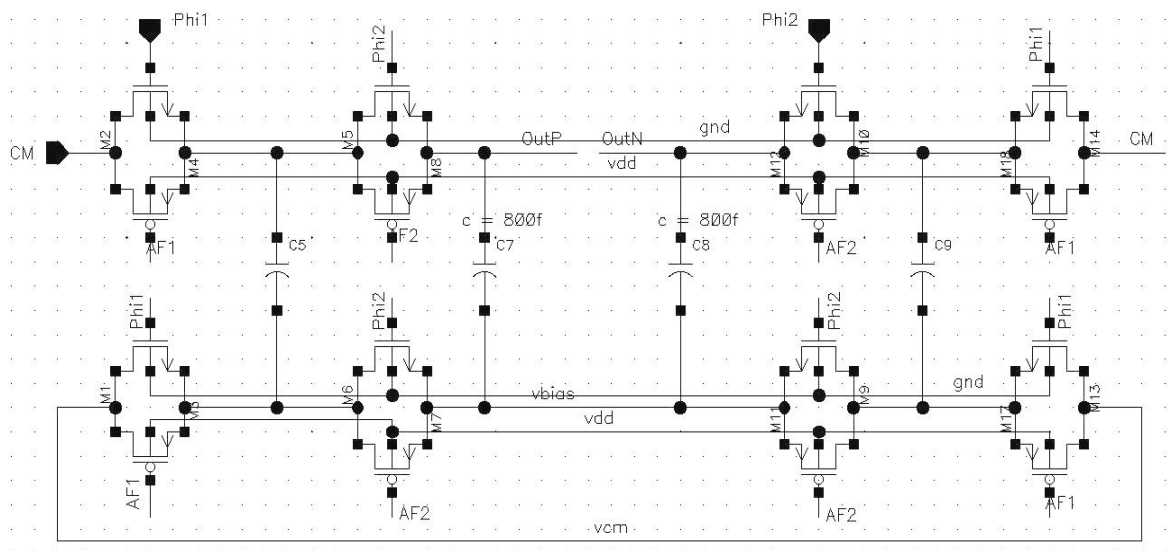


Рис. 3. Схема обратной связи по синфазному сигналу

Однако и уменьшать емкости беспрельдно невозможно, так как при очень низких значениях емкости, значения последней могут стать сравнимы с внутренними емкостями транзистора и в момент перехода ключа из включенного состояния в выключенное, заряд, накопившийся в канале транзистора, инжектируется на емкость, что приводит к изменению напряжения на ней пропорциональное отношению паразитной емкости к емкости конденсатора хранения [2]. Ключ для данной схемы представлен на рисунке 4.

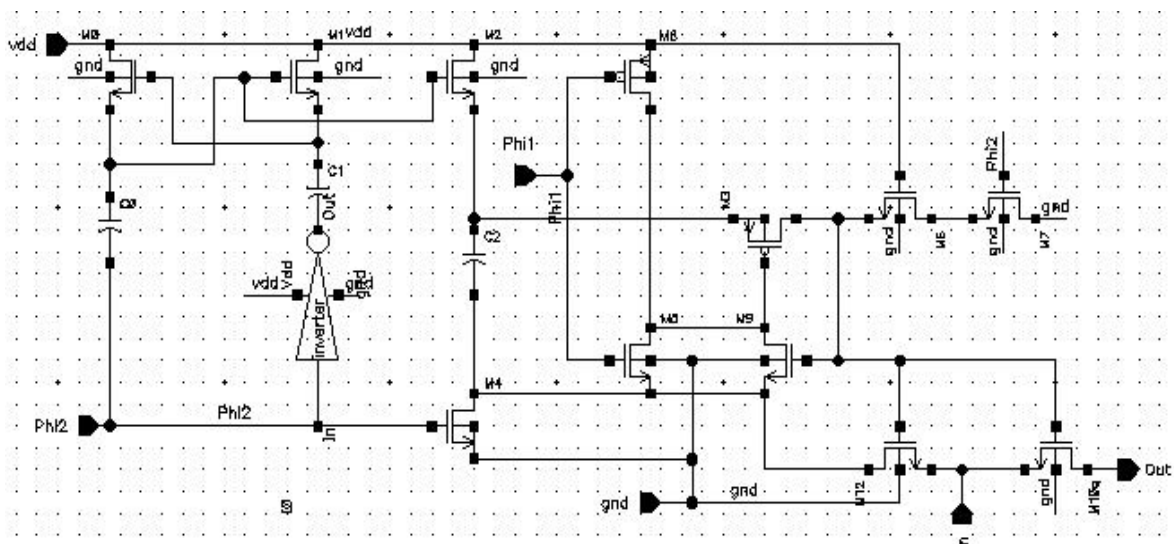


Рис. 4. Схема ключа

Данный ключ позволяет избавиться от зависимости внутреннего сопротивления от входного сигнала. Проведения дискретного преобразования Фурье данной схемы UBX дает значение динамического диапазона свободного от гармонических искажений (SFDR) равного

92 дБ. В ходе проектирования УВХ было проведено моделирование для разных моделей транзисторов *tt*, *sf*, *fs*, *ss*, *ff* (process corners) в зависимости от их скорости работы при разных температурах (– 40, 27 и 80 °С) и напряжениях питания ($\pm 10\%$ от напряжения питания 3,3 В). В таблице 1 приведены результаты данного моделирования по температуре, а в таблице 2 – по напряжению.

Таблица 1

Температура, °С	corner				
	<i>tt</i> , dB	<i>sf</i> , dB	<i>fs</i> , dB	<i>ff</i> , dB	<i>ss</i> , dB
- 40	93	92,2	94	96,4	91,6
27	92,2	101	91,7	90,7	87,6
80	81,2	81,6	81	89,9	77

Таблица 2

Напряжение, В	corner				
	<i>tt</i> , dB	<i>sf</i> , dB	<i>fs</i> , dB	<i>ff</i> , dB	<i>ss</i> , dB
3,0	80,6	80,5	80,4	81,9	78,6
3,6	94,5	95,5	93,2	92	89,9

Данное УВХ разработано в технологии КМОП 90нм. Моделирование проводилось в среде Cadence. Разработанное УВХ удовлетворяет всем поставленным требованиям и обладает следующими характеристиками:

- Однополярное напряжение питания 3,3 В;
- Диапазон свободный от гармонических искажений 92 дБ;
- Эффективная разрядность (ENOB) 14,9 бит;
- Тактовая частота 50 МГц;
- Частота входного сигнала 1–150 МГц;
- Коэффициент усиления дифференциального сигнала ОУ 65 дБ;
- Полоса пропускания ОУ 130 кГц;
- Частота единичного усиления 200 МГц;
- Мощность потребления ОУ 22 мВт;
- Запас по фазе ОУ 82 град.

Литература

1. Willy M. C. Sansen. Analog Design Essentials.// Springer.
2. Baker R. Jacob. Circuit design, layout and simulation.// IEEE Press.

КОМПЛЕКС УНТ-ДНК

Н. В. Плешко, В. И. Крот

Одним из открытий, существенно расширивших возможности использования современных физических разработок в различных сферах научно-технической деятельности, стало обнаружение новых алло-