КОМПОНЕНТЫ

К/МОП операционный усилитель с компенсированной погрешностью смещения

Если разность между напряжениями на инвертирующем и неинвертирующем входах операционного усилителя равна нулю, то в идеальном случае должно быть также равно нулю выходное напряжение. Реально, однако, несовершенства схемы нарушают такой баланс, и степень нарушения характеризуется величиной погрешности значений напряжений и токов. Эти погрешности смещения существенно сокращены фирмой Intersil Inc. (Купертино, шт. Калифорния), которая использовала метод, названный автокоррекцией нуля путем коммутации. Более того, этот метод — сама простота.

Работая в области К/МОП-приборов, которым свойственны высокий уровень шумов и большая погрешность смещения нуля, разработчик фирмы Бингхем предложил метод, заключающийся в непрерывной фиксации этих погрешностей, запоминании их на конденсаторе и затем подаче их с обратным знаком последовательно с входным сигналом, что приводит в результате к компенсации погрешности.

Существенна здесь непрерывность, так как то же самое, но периодически, делается в большинстве аналого-цифровых преобразователей с двойным интегрированием. Схема усилителя Бингхема, приведенная на рис. 1, напротив, обеспечивает непрерывность обработки сигнала и автоматического обнуления за исключением моментов переключения.

Типовые погрешности смещения К/МОП операционных усилителей без использования такого метода сделали бы их бесполезными при обработке малых сигналов. Операционный усилитель, скомпенсированный по этому методу, может работать с сигналами порядка десятков микровольт. Максимальный уровень потребляемой усилителем мощности всего 20 мВт, работает он от источников питания напряжениями ±5 В.

Два, как один. «Метод столь прост,— говорит Бингхем,— что я продолжаю удивляться, почему он не использовался раньше». Вместо одного усилителя он поместил на подложке два вместе с генератором тактов, цифровым делителем частоты и двенадцатью аналоговыми ключами, по шесть на каждый усилитель для коммутации их входов и выходов, а также внутренних резисторов и внешних конденсаторов.

«В то время как один операционный усилитель производит выборку и запоминание погрешностей, другой усиливает входной сигнал, последовательно с которым подается напряжение на

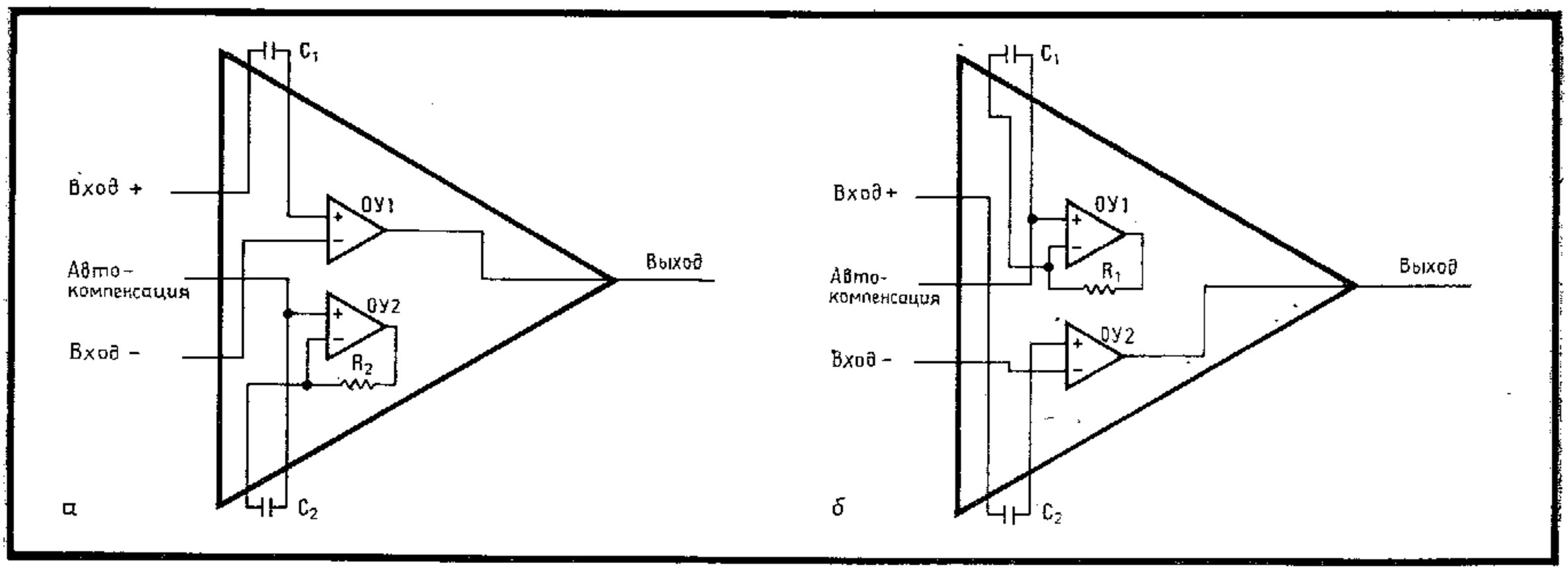


РИС. 1. Операционный усилитель с автокомпенсацией нуля. В то время как один усилитель в составе ICL7600 (а) усиливает входной сигнал (ОУ1), второй запоминает погрешность смещения на внешнем конденсаторе (ОУ2). Когда усилители меняются ролями (б), сигнал погрешности, запомненный на C_2, подается последовательно с входным сигналом второго усилителя, компенсируя погрешность.

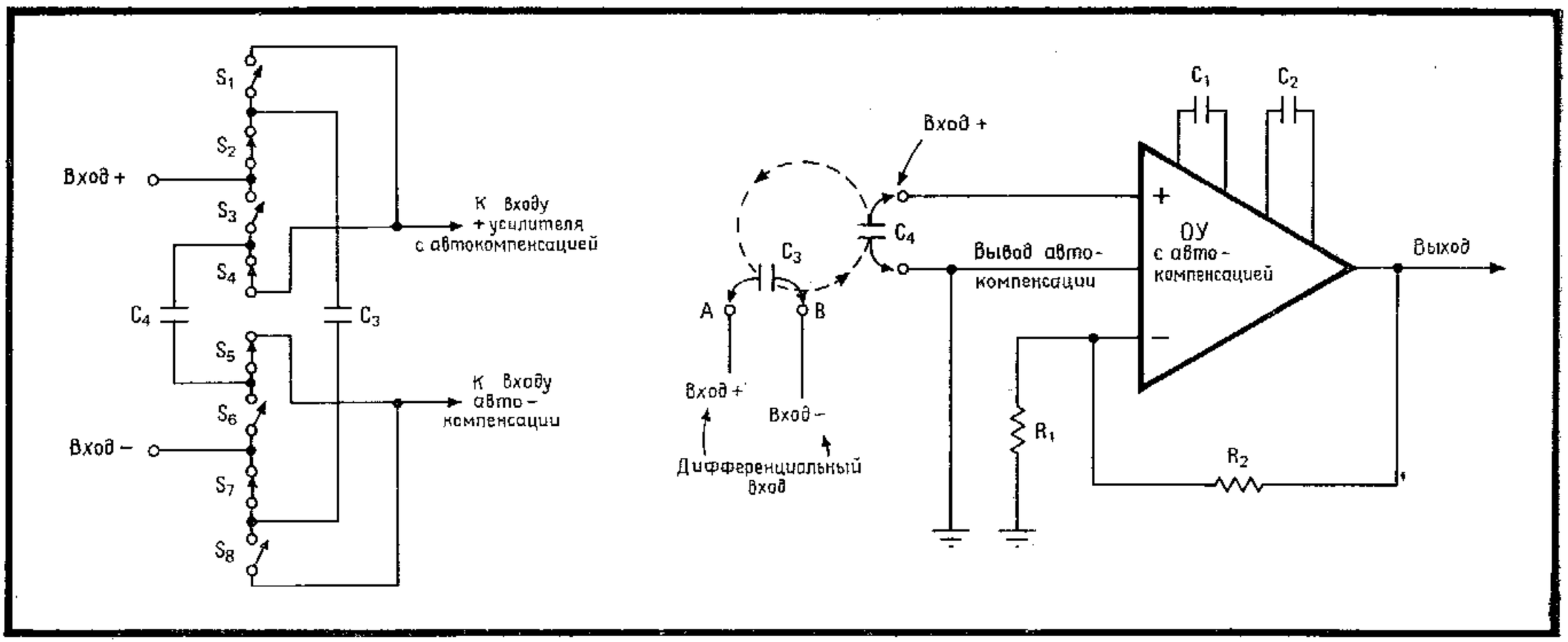


РИС. 2. Дифференциальный усилитель. Коммутацией конденсаторов C_3 и C_4 между дифференциальными входами и входом операционного усилителя с автокомпенсацией (слева) достигается преобразование дифференциального входа в обычный, что и позволяет использовать усилитель с автокомпенсацией.

собственном конденсаторе. Затем, через время, равное 6,25 мс, тактовый импульс меняет состояние аналоговых ключей, операционные усилители переключаются и меняются ролями. Емкость каждого внешнего конденсатора около 1 мкФ.

Область применений усилителя с автокомпенсацией ограничена частотой, равной 0,1 частоты коммутации, из-за помех на частоте переключения и ее гармоник. Поэтому, по словам Озгуда, управляющего сбытом устройств сбора данных, диапазон рабочих частот первого изделия фирмы Intersil, операционного усилителя ICL 7600, в котором применен новый метод, заключен в пределах от 0 до 10 Гц. Его номинальная частота коммутации 160 Гц, коэффициент усиления не более 100. Озгуд говорит, что он составит конкуренцию модульным усилителям с прерывателями, а также прецизионным биполярным операционным усилителям.

Внутри оптимального диапазона частот 0—10 Гц усилитель ICL 7600 имеет максимальное входное напряжение смещения V_{OS}, равное $\pm$5мкВ. Еще большее впечатление производит температурный коэффициент V_{OS}, для которого гарантирована величина не более 0,1 мкВ/°С. «Типовой температурный коэффициент, измеренный нами,— утверждает Озгуд,— составил 0,005 мкВ/°С». Мала и долговременная температурная стабильность — 0,2 мкВ/год. Минимальный коэффициент усиления при разомкнутой цепи обратной связи равен 90 дБ.

Дифференциальный усилитель. Для целей измерений фирма Intersil модифицировала свой метод автокомпенсации нуля так, чтобы получить усилитель, который является скорее дифференциальным, а не операционным, как показано на рис. 2. Дифференциальный сигнал запоминается на конденсаторе, который подключается затем к простому входу операционного усилителя с автокомпенсацией. Одновременно второй конденсатор переключается со входа усилителя к дифференциальному входу. Все это и составляет вариант метода автокомпенсации путем коммутации.

Соединив автокомпенсированный усилитель с дополнительными аналоговыми ключами и двумя конденсаторами, фирма Intersil создала второе изделие — измерительный усилитель ICL 7605. Коэффициент ослабления синфазного сигнала, величина которого на 0,3 В больше положительного напряжения питания или на 0,3 В меньше отрицательного, составляет 100 дБ. Более того, по словам Озгуда, ослабление изменений напряжений питания у него 110 дБ. В нем не используются прецизионные следящие резисторы, подобные тем, которые необходимы в типичных схемах измерительных усилителей, состоящих из трех операционных усилителей.

Образцы обоих усилителей, ICL 7600 в корпусе с 14 выводами и ICL 7605 в корпусе с 18 выводами, фирма Intersil поставляет уже сейчас, а начало серийного производства ожидается в конце февраля. Усилитель ICL 7600 стоит 6,50 долл. за один и ICL 7605 — 15 долл. при поставке партиями в 100 шт. [pp. 39, 40].