

Рис. 2.19. Неинвертирующий сумматор

В случае необходимости суммирования более двух входных напряжений, величину сопротивления обратной связи следует выбирать из соотношения:

$$R_{OC} = R(n - 1),$$

где n – число входов сумматора.

Тогда $U_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ВХi}$, $K_{OC} = n$ и выходное напряжение представляет собой сумму входных напряжений:

$$U_{ВЫХ} = \sum_{i=1}^n E_{ВХi}.$$

2.3. Управляемые усилители

В различных электронных устройствах широко применяются управляемые усилители, коэффициентом передачи которых можно управлять аналоговым напряжением или цифровыми сигналами. Усилители с цифровым управлением обычно применяются в системах с микропроцессорным управлением. Управляемые напряжением усилители (УНУ) часто используются в системах как самостоятельные узлы, а также как составные части других функциональных блоков, например, в схемах генераторов и усилителей с автоматической регулировкой усиления (АРУ).

Схема простейшего УНУ представлена на рис. 2.20. Регулировка усиления в рассматриваемом неин-

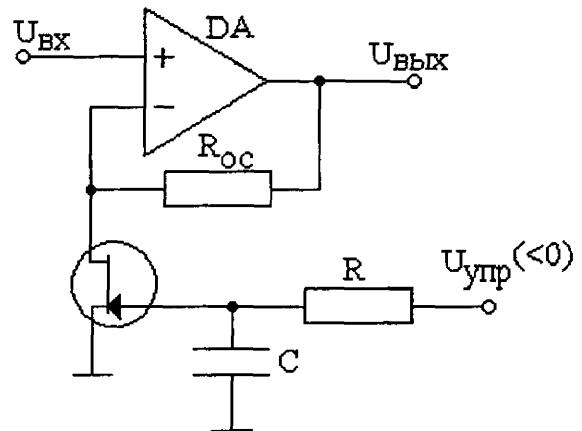


Рис. 2.20. Регулировка усиления с помощью полевого транзистора

вертирующем усилителе осуществляется введенным в схему сопротивлением с электронным управлением.

В качестве такого сопротивления выступает полевой транзистор. При изменениях управляющего напряжения $U_{упр}$ сопротивление канала между истоком и стоком изменяется. Следовательно, коэффициент передачи напряжения является функцией управляющего напряжения: $K_{OC} = F(U_{упр})$. При использовании в качестве переменного сопротивления полевого транзистора регулировочная характеристика оказывается нелинейной.

Для улучшения характеристик УНУ следует обеспечить работу транзистора на линейном участке характеристики сток-исток; выбрать полевой транзистор с максимальным напряжением отсечки и наиболее стабильными параметрами.

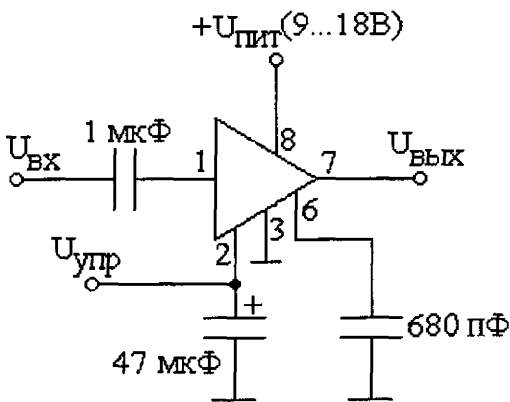


Рис. 2.21. Типовая схема включения УНУ LM3340

Промышленностью выпускаются интегральные УНУ, например, микросхемы LM3340 с полосой пропускания до 1 МГц и диапазоном управления усилением от +13 дБ до -90 дБ, рис. 2.21.

Усилитель с цифровым управлением содержит помимо ОУ один или несколько аналоговых ключей и дополнительные резисторы, рис. 2.22. Управление коэффициентом усиления осуществляется за счет изменения результирующего сопротивления обратной связи, которое может принимать следующие значения:

R_{OC1} ; R_{OC2} ; $R_{OC1} \parallel R_{OC2}$; R_{OC3} ; $R_{OC1} \parallel R_{OC3}$; $R_{OC2} \parallel R_{OC3}$; $R_{OC1} \parallel R_{OC2} \parallel R_{OC3}$; R_{OC4} ; $R_{OC1} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC2} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC3} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC1} \parallel R_{OC2} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC1} \parallel R_{OC3} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC2} \parallel R_{OC3} \parallel R_{OC4}$; $R_{OC1} \parallel R_{OC2} \parallel R_{OC3} \parallel R_{OC4}$. Управление электронными ключами цифровое.

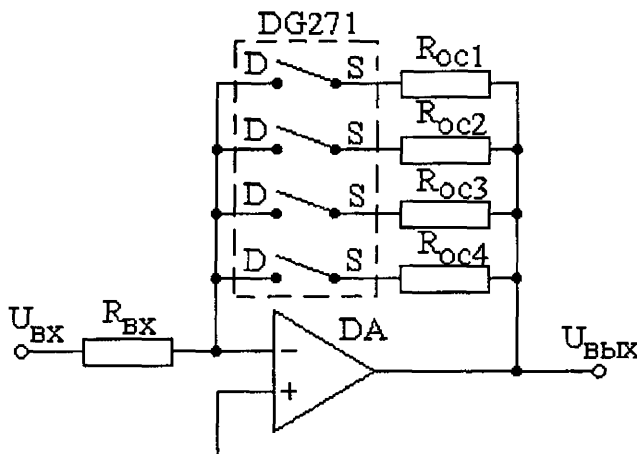


Рис. 2.22. Усилитель с цифровым управлением

Для усилителя, рис. 2.22, может быть задано пятнадцать дискретных значений коэффициента усиления. В случае необходимости шаг квантования можно уменьшить, введя дополнительные резисторы ОС и ключи.

В подобных схемах следует иметь в виду неидеальность электронных ключей, выполненных на транзисторах, то есть учитывать, что последовательно с каждым резистором обратной связи включается сопротивление замкнутого ключа $r_{\text{вкл}}$ (в схеме, рис. 2.22, $r_{\text{вкл}} \approx 30 \text{ Ом}$).

Не следует полагать, что в усилителях с цифровым управлением доступно только четко выраженное дискретное изменение величины коэффициента передачи напряжения. Применение цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) позволяет строить схемы, в которых изменение коэффициента усиления может производиться как очень плавно (аналогично усилителям рис. 2.20 и 2.21), так и дискретно (аналогично рис. 2.22).

2.4. Преобразователи тока в напряжение и напряжения в ток

Входные и выходные каскады большинства электронных устройств являются источниками или приемниками напряжения. Однако в целом ряде случаев предпочтение отдается токовым сигналам. Токовые сигналы используются в длинных линиях связи распределенных систем управления технологическими процессами, поскольку этот способ обеспечивает хорошую защиту от помех, а сопротивления кабеля и контактных соединений практически не влияют на качество передачи сигнала. С токовым входным сигналом приходится иметь дело, например, в фототранзисторной схеме для измерения освещенности, при измерении тока, потребляемого нагрузкой, и т.д. Токовыми нагрузками являются широко используемые стрелочные измерительные приборы магнитоэлектрической системы.

Преобразователи тока в напряжение (ПТН) и напряжения в ток (ПНТ) используются в различных электронных устройствах и системах, в частности, для согласования каскадов, работающих с потенциальными и токовыми сигналами.

Преобразователи тока в напряжение. Самый простой ПТН представлен на рис. 2.23. В качестве датчика измеряемого тока используется образцовый резистор R , падение напряжения на котором $I_{\text{вх}}R$ является входным сигналом для усилителя напряжения. Измеряемые токи $I_{\text{вх}}$ должны быть порядка нескольких десятков или, в крайнем случае, единиц микроампер. При измерении токов меньшей величины требуются высокоомные резисторы (генерирующие значительный шум) и малошумящие усилители с малыми токами смещения. Для переменного тока необходимо также учитывать влияние паразитной емкости $C_{\text{п}}$, уменьшающей полосу пропускания (частота среза $f_c = 1/2\pi RC_{\text{п}}$).

Для измерения малых токов с успехом может использоваться схема, рис. 2.24. Нижняя граница $I_{\text{вх}}$ составляет доли пикоампера. Согласно пра-