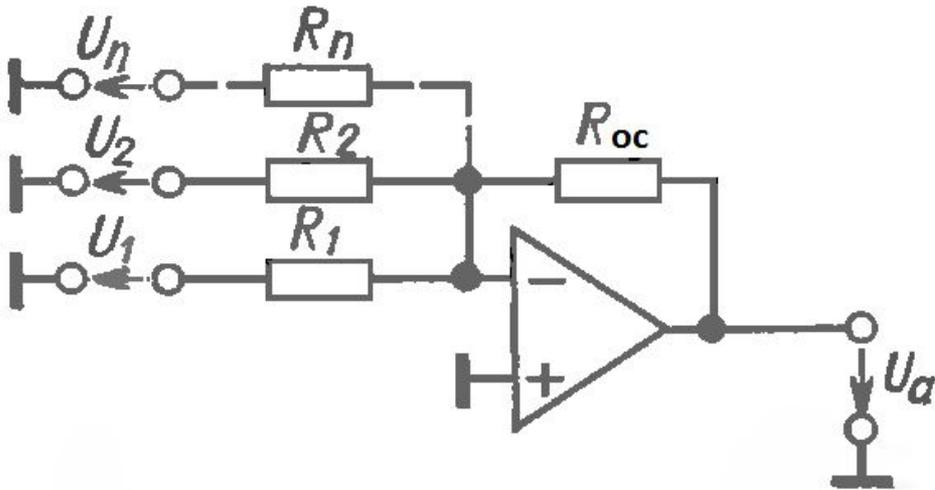


Применение ОУ в линейных и нелинейных схемах

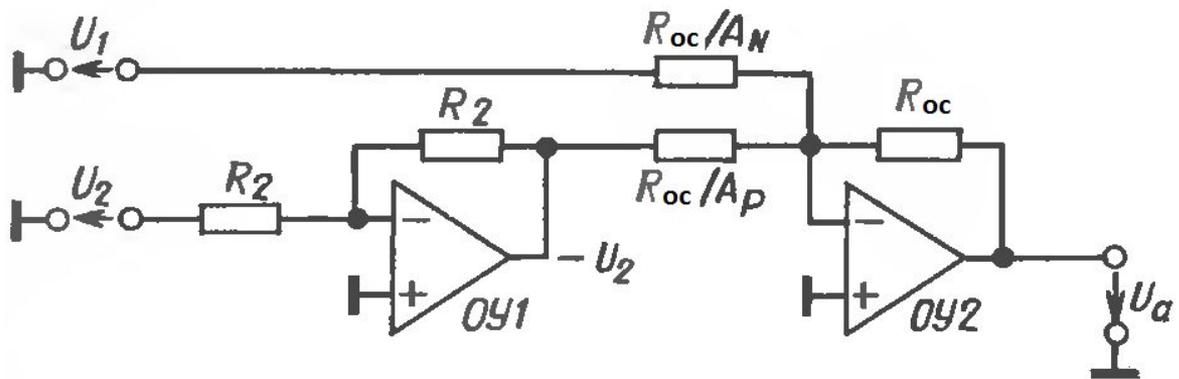
Схема сложения



$$U_a = -\frac{R_{oc}}{R_1} U_1 - \frac{R_{oc}}{R_2} U_2 - \dots - \frac{R_{oc}}{R_n} U_n$$

Инвертирующий сумматор может быть использован как усилитель с широким диапазоном изменения нулевой точки. Для этого на один из входов схемы подают постоянное напряжение.

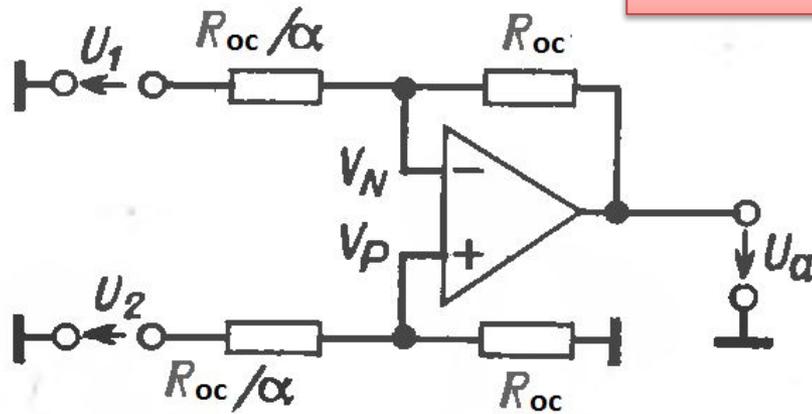
Схемы вычитания.



$$U_a = A_d(U_2 - U_1)$$

Схема вычитания с помощью суммирующих усилителей.

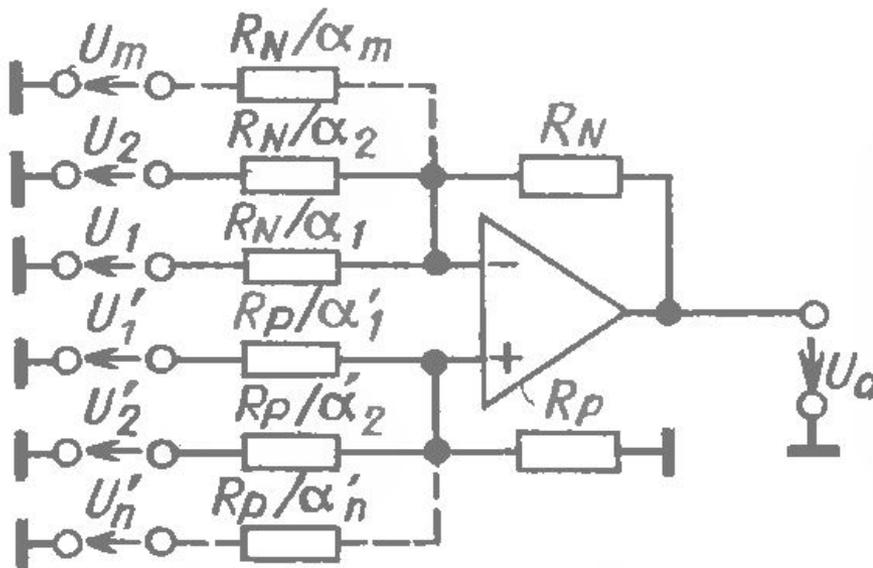
Схема вычитания на одном операционном усилителе.



$$U_a = \alpha(U_2 - U_1)$$

Если на входах и в обратную связь поставить разные резисторы, то сигналы будут входить в разность со своими коэффициентами усиления.

Схемы вычитания и сложения большого числа сигналов.



$$U_a = \sum_{i=1}^n \alpha'_i U'_i - \sum_{j=1}^m \alpha_j U_j$$

α'_i и α_j – коэффициенты усиления.

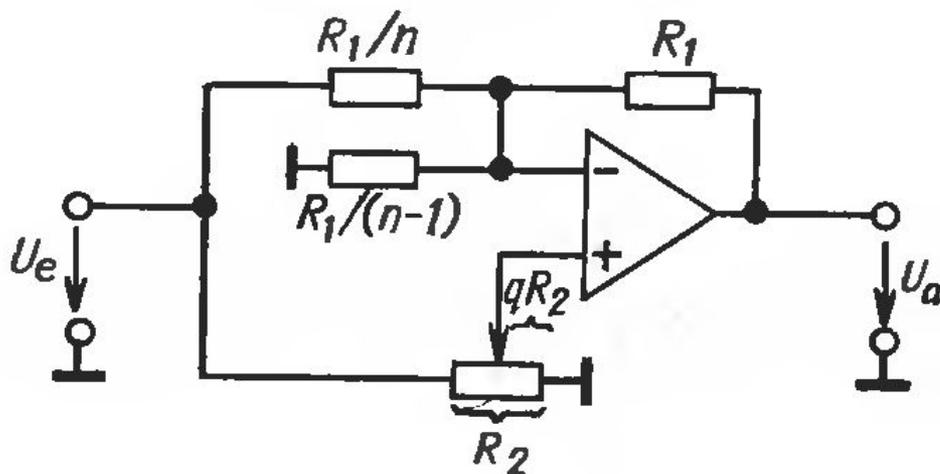
Входы схем вычитания являются нагрузкой для источников входных напряжений. Для получения минимальных погрешностей необходимо, чтобы выходные сопротивления источников сигнала были малы.

Если источники входных сигналов построены на операционных усилителях, то это требование выполняется автоматически. При других схемах может возникнуть необходимость использовать преобразователи сопротивлений, включенные перед соответствующими входами.

Биполярное усилительное звено.

Схема осуществляет умножение напряжения на величину в диапазоне $\pm n$

$$U_a = n(2q - 1)U_e$$



При $q=0$ схема работает как инвертирующий усилитель $A=-n$.

При $q=1$ входное напряжение поступает на неинвертирующий вход. $A=n$.

$$q = 0, A = -\frac{R_1}{R_1/n} = -n,$$

$$q = 1, A = 1 + \frac{R_1}{R_1/(n-1)} = n.$$

В промежуточных положениях: $A = n(2q - 1)$

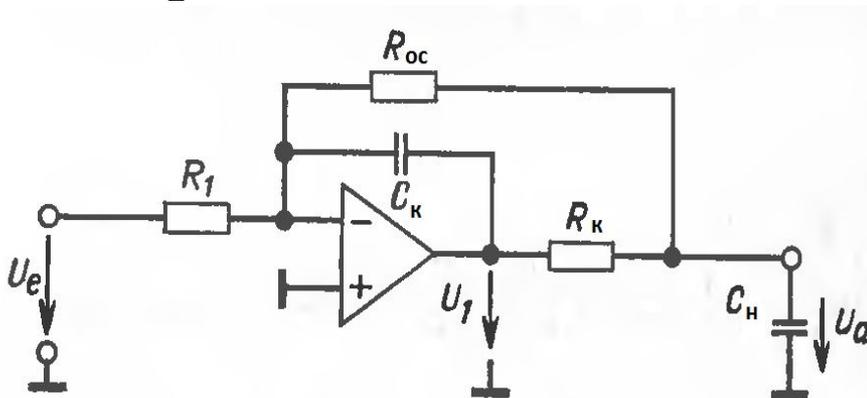
Широкополосные усилители.

Для разработки схем, верхняя частота которых превышает 100 кГц, нужно учитывать:

1. Частотную зависимость коэффициента усиления, которая определяется техническими параметрами.
2. Наличие паразитных емкостей, которые с внешними сопротивлениями образуют фильтры нижних частот.

Компенсация емкостной нагрузки.

Наличие паразитных емкостей уменьшает запас по фазе, и схема усилителя может самовозбуждаться уже при незначительной емкостной нагрузке. Для предотвращения этого подключают конденсатор C_K параллельно резистору обратной связи. При таком включении напряжение обратной связи получит на верхних частотах опережающий фазовый сдвиг, который скомпенсирует вблизи критической частоты фазовый сдвиг, созданный C_H . Действие конденсатора C_K можно усилить, если ввести в схему резистор R_K

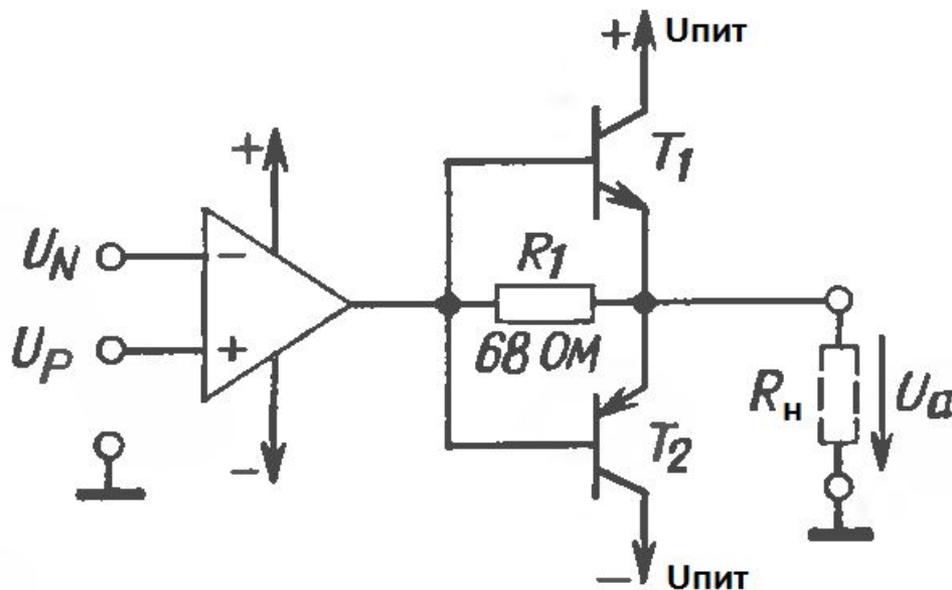


При этом через конденсатор C_K на вход усилителя будет подаваться напряжение U_1 , которое опережает по фазе выходное напряжение U_a . (Имеются различные обратные связи по постоянному и переменному току.)

Усилители мощности.

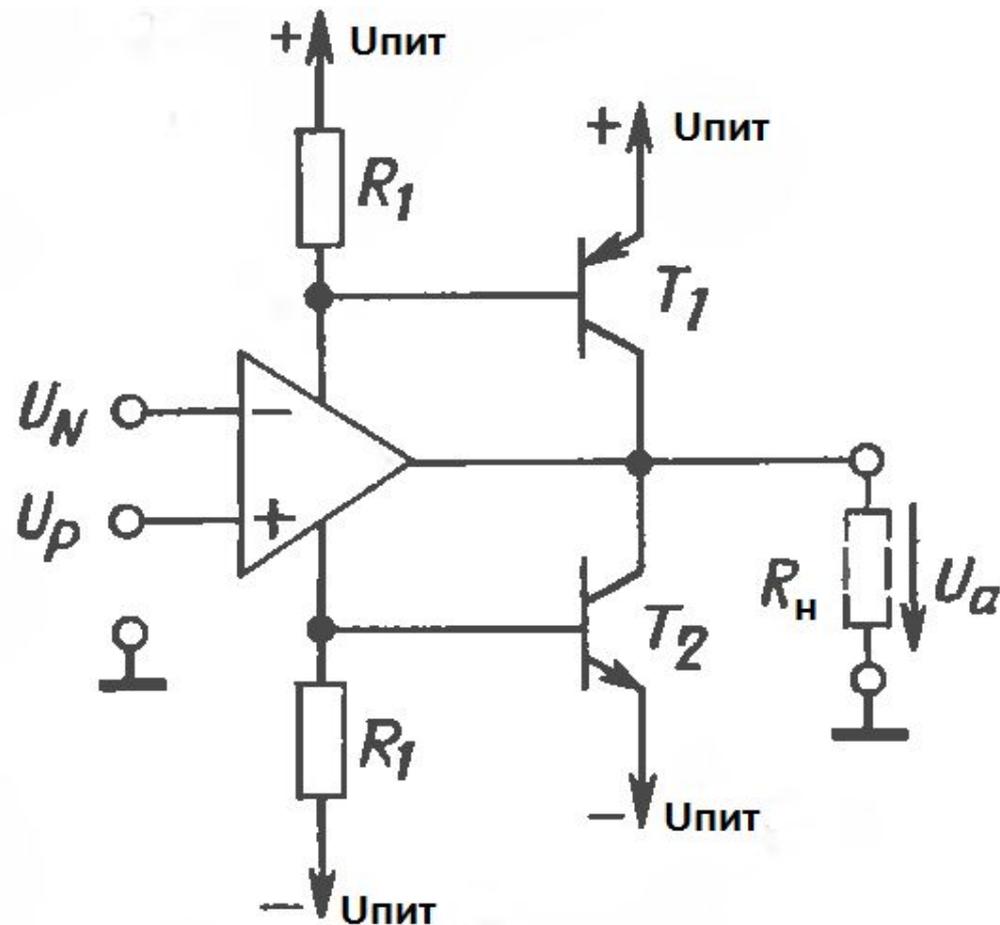
Это схемы. Обеспечивающие высокую выходную мощность. Усиление по напряжению здесь - второстепенный фактор. Усиление по мощности определяется, в основном, коэффициентом усиления по току.

Повышение нагрузочной способности операционного усилителя.



Используется двухтактный Эмиттерный повторитель. При малых входных токах транзисторы T_1 и T_2 заперты. В этом случае весь выходной ток операционного усилителя попадает в нагрузку. При больших сигналах транзисторы T_1 и T_2 открываются и основная часть выходного тока проходит через них. При этом выходной ток ОУ остается величиной, ограниченной $0,6 \text{ В}/R_1$.

Существует другой вариант этой схемы:

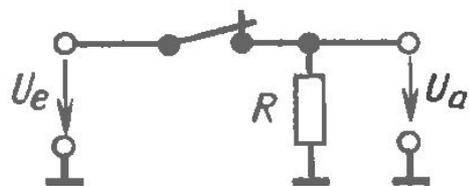


В этой схеме транзисторы выходного каскада образуют комплементарные пары с выходными транзисторами операционного усилителя.

Аналоговые коммутаторы и компараторы.

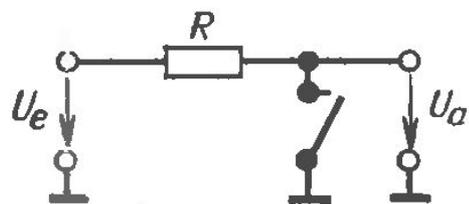
Аналоговый коммутатор служит для коммутации аналоговых входных сигналов. Если коммутатор находится в положении «Включено», его выходное напряжение должно, по возможности, точно равняться входному. Если в положении «Выключено» - оно должно стать равным нулю.

Существуют различные схемные решения коммутаторов. Их принцип



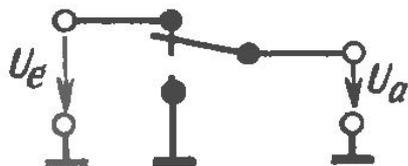
применяется для промежуточных коммутаторов.

Недостатки схемы: выходное сопротивление разное при замкнутом и разомкнутом ключе, при емкостной нагрузке напряжение на выходе коммутатора падает до нуля не мгновенно. Это ограничивает частоту переключения схемы.



Параллельный коммутатор.

Недостатки схемы: у параллельного коммутатора отсутствует второй недостаток.

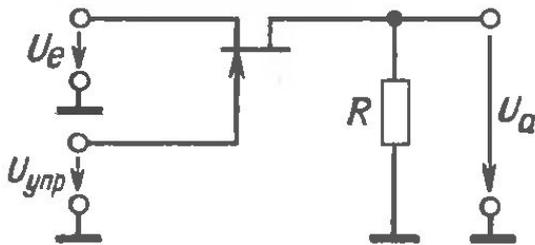


Последовательно-параллельный коммутатор.

Электронные коммутаторы.

Механический контакт заменяется элементом с управляемым сопротивлением, имеющим малое минимальное и достаточно большое максимальное значение. Для этих целей могут использоваться полевые, биполярные транзисторы и диоды.

Коммутатор на полевом транзисторе.



Полевой транзистор в области малых напряжений сток-исток ведет себя как омическое сопротивление, величина которого может изменяться в десятки раз при изменении управляющего напряжения затвор-исток.

Если $U_{упр}$ меньше минимально возможного входного напряжения на величину $U_{пороговое}$, полевой транзистор закрывается и выходное напряжение станет равным нулю. Для того, чтобы транзистор был открыт. Управляющее напряжение следует поддерживать равным нулю.