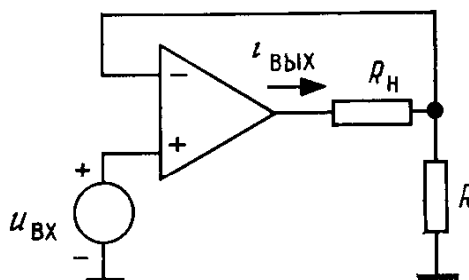


Величина, обратная сопротивлению R , имеет значение крутизны.

Преобразователь ток — напряжение является *идеальным источником тока, управляемым напряжением*; его входное и выходное сопротивления бесконечно велики.

Рис. 6.16. Преобразователь напряжение — ток (усилитель — преобразователь проводимости, управляемый напряжением источник тока).

$$i_{\text{ВЫХ}} = u_{\text{ВХ}}/R, R_{\text{ВХ ид}} = \infty, \\ R_{\text{ВЫХ ид}} = \infty.$$



6.4. Комбинированные операционные схемы

Операционные схемы, которые нельзя отнести к описанным выше двум большим классам операционных схем, могут иметь следующие характерные особенности: сигнал возбуждения передается на оба входа ОУ; используется многоконтурная обратная связь; используется комбинация отрицательной и положительной обратной связи; применяются несколько операционных усилителей.

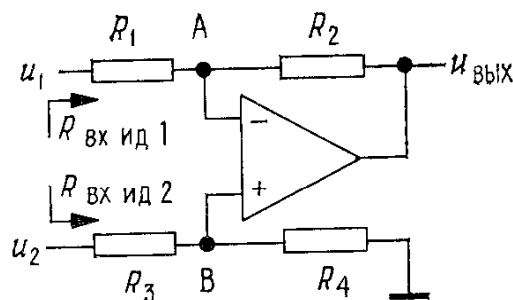
Сюда же можно отнести нетрадиционные операционные схемы.

6.4.1. Возбуждение обоих входов

Разностный усилитель (рис. 6.17) — это линейная операционная схема с двумя входами. Выходное напряжение в этой схеме находится методом суперпозиции.

Рис 6.17 Разностный усилитель

Условие режекции синфазной составляющей обоих входных напряжений совпадает с условием равенства коэффициентов деления цепей обратной связи $R_4/R_3 = R_2/R_1$. Для минимизации сдвига выхода обычно добиваются полной симметрии $R_4 = R_2$, $R_3 = R_1$. $u_{\text{ВЫХ}} = (R_2/R_1)(u_2 - u_1)$, $R_{\text{ВХ ид1}} = R_1$, $R_{\text{ВХ ид2}} = R_3 + R_4$, $R_{\text{ВЫХ ид}} = 0$



Предположим, что на соответствующий вход усилителя подается лишь напряжение u_1 , а напряжение u_2 равно нулю. Неинвертирующий вход ОУ заземлен через параллельное сопротивление резисторов R_3 и R_4 . В этих условиях операционная схема представляет собой инвертор напряжения. Первая составляющая выходного напряжения равна $-(R_2/R_1)u_1$.

Теперь предположим, что подается только напряжение u_2 , а напряжение u_1 равно нулю. В этом случае операционная схема представляет собой неинвертирующий усилитель, на входе которого включен делитель напряжения R_3, R_4 . Вторая составляющая выходного напряжения имеет величину

$$u_2 \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = u_2 \frac{R_4}{R_3} \frac{R_2/R_1 + 1}{R_4/R_3 + 1}.$$

Подав одновременно оба входных напряжения на сбалансированную операционную схему, т. е. на такую, у которой

$$R_4/R_3 = R_2/R_1, \quad (6.14a)$$

получим на выходе напряжение

$$u_{\text{вых}} = (R_2/R_1) (u_2 - u_1), \quad (6.14b)$$

пропорциональное разности обоих входных напряжений и не зависящее от их величины. Отсюда и название данной схемы. Причина включения в схему делителя напряжения (R_3, R_4) очевидна: он уравнивает коэффициенты усиления с инвертирующего и неинвертирующего входов, которые без этого делителя отличаются на единицу.

Двум входам соответствуют два входных сопротивления. Первое из них

$$R_{\text{вх.ид1}} = R_1, \quad (6.14в)$$

т. е. просто равно R_1 , поскольку сопротивление схемы относительно земли в узле A равно нулю (точка A потенциально заземлена). Второе сопротивление

$$R_{\text{вх.ид2}} = R_3 + R_4, \quad (6.14г)$$

так как сопротивление остальной части схемы со стороны узла B равно бесконечности. Таким образом, оба входных сопротивления различны даже в том случае, когда резистивные ветви (R_1, R_2) и (R_3, R_4) совершенно одинаковы.

Симметричный преобразователь ток — напряжение, показанный на рис. 6.18, отличается от простого преобразователя наличием у него второго заземленного токочувствительного резистора, включенного в цепь прохождения сигнального тока. В то же время в схеме сохраняется потенциальное короткое замыкание источника сигнала. Вследствие падения напряжения $-i_{\text{вх}}R$ на указанном резисторе потенциал на входах ОУ падает ниже потенциала земли, на выходе схемы устанавливается напряжение

$$u_{\text{вых}} = -2Ri_{\text{вх}}. \quad (6.15)$$

Мгновенное значение синфазного входного напряжения $u_{\text{синф}} = -i_{\text{вх}}R$ изменяется в такт с сигналом, так что источник