

Дифференциальный сигнал мостовой схемы:

$$E_1 - E_2 = \frac{E}{2} \cdot \left( \frac{\Delta R}{2R + \Delta R} \right).$$

Учитывая, что в знаменателе дроби  $2R \gg \Delta R$ , последнее можно переписать в виде:

$$E_1 - E_2 = \frac{E}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R}.$$

Если коэффициент усиления инструментального усилителя равен 400 ( $U_{\text{ВЫХ}} = 400(E_1 - E_2)$  и  $E = 1$  В), то напряжение на выходе, выраженное в вольтах, численно равно изменению сопротивления в процентах:

$$U_{\text{ВЫХ}} = 100 \text{ В} \cdot \frac{\Delta R}{R}.$$

## 2.6. Усилитель мощности

Усилители мощности осуществляют усиление сигнала как по напряжению, так и по току. ОУ являются хорошими усилителями напряжения, в то время как их выходные цепи, в типовом случае, способны отдавать ток на уровне единиц или десятков миллиампер.

Используя типовой ОУ, можно получить хороший усилитель мощности, включив между выходом инвертирующего или неинвертирующего усилителя напряжения и нагрузкой токовый буфер, рис. 2.51.

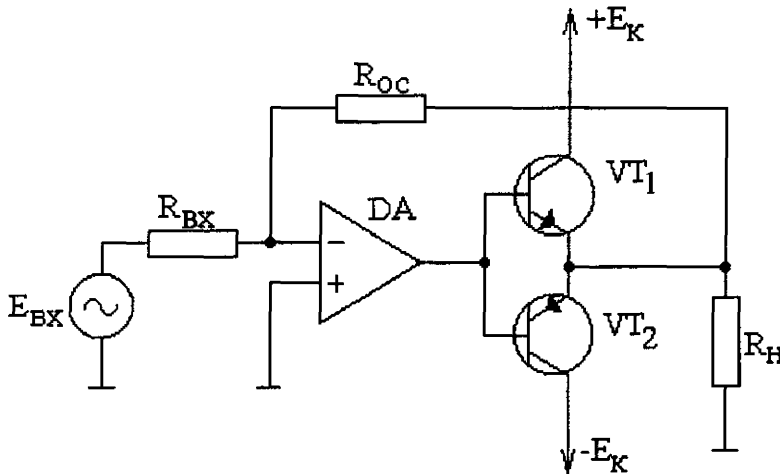


Рис. 2.51. Усилитель мощности

Подключение резистора обратной связи к нагрузке обеспечивает коэффициент усиления по напряжению  $K_U = -R_{OC}/R_{ВХ}$ . Необходимый ток нагрузки обеспечивается транзисторами  $VT_1, VT_2$ .

При положительной полуволне входного напряжения ток выходной цепи ОУ протекает от  $E_{ВХ}$  к выходу ОУ:  $+E_{ВХ} \rightarrow R_{ВХ} \rightarrow R_{ОС} \rightarrow ЭБ VT_2 \rightarrow ОУ$ . Базовый ток  $VT_2$  порождает ток нагрузки:  $\perp \rightarrow R_{Н} \rightarrow ЭК VT_2 \rightarrow -E_{К}$  (выходное напряжение отрицательно).

В случае отрицательной полуволны  $E_{ВХ}$  направления токов меняются на противоположные.

$I_{ВЫХ}$ :  $ОУ \rightarrow БЭ VT_1 \rightarrow R_{ОС} \rightarrow R_{ВХ} \rightarrow -E_{ВХ}$ .

$I_{Н}$ :  $+E_{К} \rightarrow КЭ VT_1 \rightarrow R_{Н} \rightarrow \perp$ .

Благодаря выходным транзисторам ток нагрузки может превышать максимальный выходной ток ОУ в  $\beta$  раз.

Реальные усилители мощности строятся по более сложным схемам, обеспечивающим смещение транзисторов при отсутствии входного сигнала и предусматривающим одну или несколько местных обратных связей.

При рассмотрении схем настоящего раздела, за редким исключением, предполагалось, что ОУ является идеальным усилителем напряжения. Реальным ОУ присущ ряд ограничений, которые следует учитывать в зависимости от конкретной схемы, содержащей ОУ, параметров входных и выходных сигналов, условий эксплуатации и других факторов.

### 3. ОГРАНИЧЕНИЯ, ПРИСУЩИЕ РЕАЛЬНЫМ ОПЕРАЦИОННЫМ УСИЛИТЕЛЯМ

До сих пор ОУ рассматривались с большой степенью идеализации. Так, например, при использовании ОУ как усилителя постоянного тока предполагалось, что выходное напряжение равно произведению входного сигнала на коэффициент усиления ОУ с обратной связью. Однако в действительности к этому выходному напряжению добавляется составляющая ошибки, которая вызывается такими параметрами реального ОУ, как:

- входные токи смещения;
- входной ток сдвига;
- входное напряжение сдвига;
- дрейф.

Если идеальное значение выходного напряжения велико по сравнению с составляющей ошибки, можно не принимать во внимание перечисленные параметры. Если составляющая ошибки сравнима с идеальным значением выходного напряжения или превосходит его, необходимо принять меры по минимизации погрешности.

При использовании ОУ в схемах переменного тока ошибка в выходном напряжении по постоянному току исключается благодаря наличию разделительных конденсаторов связи. Однако в этом случае необходимо учитывать другие параметры реального ОУ: полосу пропускания (частотную характеристику) и скорость нарастания выходного напряжения.