

### 7.3. БАЛАНСНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Существуют усилители *последовательного* и *параллельного баланса*. В транзисторных и интегральных усилителях широкое распространение получили усилители параллельного баланса (рис. 7.4).

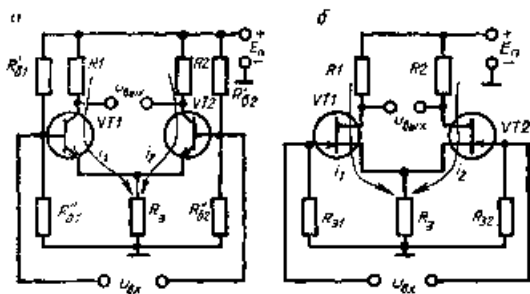


Рис. 7.4. Схемы усилителей параллельного баланса с симметричными входами и выходами на биполярных (а) и полевых (б) транзисторах

Активные элементы  $VT1$  и  $VT2$  образуют два плеча моста. Еще два плеча образованы резисторами  $R1$  и  $R2$ . Эмиттирующие электроды активных элементов имеют общий резистор  $R_3$ . Источник входного напряжения  $u_{вх}$  включен между управляющими электродами активных элементов, а выходным напряжением  $u_{вых}$  является напряжение между выходными электродами. Таким образом, данный УГС имеет симметричные вход и выход.

Если элементы симметричных плеч одинаковы, т. е.  $R1 = R2$ , и параметры активных элементов  $VT1$  и  $VT2$  одинаковы, то при  $u_{вх} = 0$  мост сбалансирован и  $u_{вых} = 0$ . Изменение напряжения питания, температуры окружающей среды и других факторов в симметричной мостовой схеме приводит к одинаковому изменению токов  $i_1$  и  $i_2$ . В результате напряжения выходных электродов (коллекторов или стоков) изменяются одинаково, и разность напряжений между ними по-прежнему остается равной нулю.

Под действием напряжения  $u_{вх}$  изменения напряжений управляющих электродов оказываются одинаковыми по значению и противоположными по полярности (фазе):  $u_{вх}/2$  и  $-u_{вх}/2$ . Эти напряжения вызывают изменения токов  $i_1$  и  $i_2$  таким образом, что  $\Delta i_1 = -\Delta i_2$ , а следовательно на резисторе  $R_3$  при этом не изменяется, так как

$$\Delta u_3 = (\Delta i_1 + \Delta i_2) R_3 = 0.$$

Это означает, что для парафазных напряжений резистор  $R$ , не является резистором ООС, и транзисторы  $VT1$  и  $VT2$  совместно с резисторами  $R1$  и  $R2$  образуют однокаскадные усилители без ООС. Коэффициент усиления можно определить, используя эквивалентные схемы отдельных каскадов, представленные на рис. 7.5. Знаки «минус»

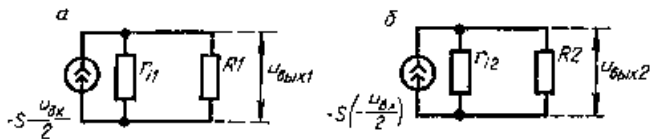


Рис. 7.5. Эквивалентные схемы левого (а) и правого (б) плеч усилителя параллельного баланса

перед обозначениями генераторов тока отображают инвертирующие свойства каждого каскада.

В соответствии с этими схемами имеем:

$$u_{\text{вых1}} = -SR \frac{u_{\text{вх}}}{2}; \quad u_{\text{вых2}} = SR \frac{u_{\text{вх}}}{2},$$

откуда

$$u_{\text{вых}} = u_{\text{вых1}} - u_{\text{вых2}} = -SRu_{\text{вх}}$$

и

$$K_{\text{п.б}} = u_{\text{вых}}/u_{\text{вх}} = -SR, \quad (7.3)$$

где

$$R = \frac{r_{11} \cdot R1}{r_{11} + R1} = \frac{r_{12} \cdot R2}{r_{12} + R2}. \quad (7.4)$$

Сравнение выражений (7.3) и (5.15) показывает, что усилитель параллельного баланса имеет такой же коэффициент усиления, что и усилительный каскад без ООС.