

21. Аналоговый перемножитель на основе логарифмирования сигналов

Реализация аналогового ПС, основанного на использовании операций логарифмирования и антилогарифмирования сигналов, представлена на рис. 2.14. Здесь для получения требуемых передаточных функций используется ВАХ эмиттерного перехода БТ в режиме КЗ коллекторного перехода, которая аппроксимируется. Режим КЗ коллекторных переходов БТ1 и БТ2 обеспечивается за счет бесконечно малой разности потенциалов между входами ОУ1 и ОУ2.

$$U_{бэ} = \varphi_T \ln \frac{I_э}{I_{э0}} = M \lg \frac{I_э}{I_{э0}} \quad (2.31)$$

Напряжение на эмиттерном переходе

где $M = \varphi_T \ln 10$ – множитель, учитывающий различия в основаниях натурального и десятичного логарифмов. при нормальных условиях $M \approx 60 \text{ мВ}$.

В логарифмическом усилителе канала преобразователя напряжения U_{c1} ток эмиттера БТ1 соответствует току I_1 , протекающему через резистор R_1 под воздействием анализируемого сигнала: $-I_{э1} = I_1 = U_{c1} / R_1$, (2.32)

а выходное напряжение ОУ1 в этом же канале соответствует напряжению $U_{бэ.1}$ (2.31), причем с учетом полярности включения БТ1 оно имеет отрицательный знак:

$$U_{\text{вых.1}} = -U_{бэ1} = -M \lg \frac{-I_{э1}}{I_{э0}} = -M \lg \frac{U_{c1}}{R_1 I_{э0}} \approx -M \lg U_{c1} \quad (2.33)$$

Выходное напряжение ОУ2 для канала преобразования напряжения U_{c2} можем записать по аналогии с выражениями (2.33) и (2.32): $U_{\text{вых.2}} = -M \lg U_{c2}$. (2.34)

Напряжение на выходе инвертирующего сумматора, построенного ОУ3 с одинаковыми по номиналу резисторами в цепи ООС, с учетом соотношений (2.33) и (2.34) приобретает вид

$$U_{\text{вых}\Sigma} = M \lg U_{c1} + M \lg U_{c2} = M \lg U_{c1} U_{c2} \quad (2.35)$$

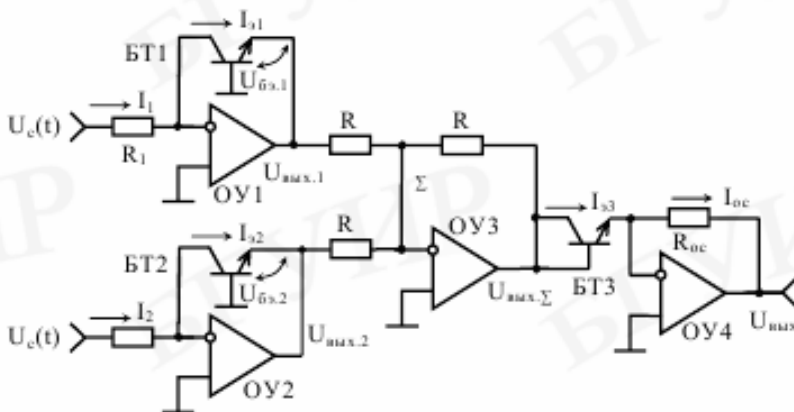


Рис.2.14. Аналоговый ПС на основе логарифмирования и антилогарифмирования сигналов

22. Аналоговый перемножитель на основе антилогарфмирования сигналов.

Здесь для получения требуемых передаточных функций используется ВАХ эмиттерного перехода БТ в режиме КЗ коллекторного перехода, которая аппроксимируется. Режим КЗ коллекторных переходов БТ1 и БТ2 обеспечивается за счет бесконечно малой разности потенциалов между входами ОУ1 и ОУ2.

В антилогарифмирующем усилителе, выполненном на ОУ4 (см. рис. 2.14), осуществляется обратное преобразование сигналов также с помощью ВАХ эмиттерного перехода БТ3. Так как на основании уравнения (2.31)

$$I_{э3} = I_{э0} 10^{U_{бэ3}/M} \quad (2.36)$$

а напряжение на БТ3 соответствует выходному напряжению (2.35) сумматора $U_{бэ3} = M \cdot \lg U_{c1} \cdot U_{c2}$, то выходное напряжение ПС в целом, образуемое на резисторе обратной связи R при протекании тока эмиттера БТ3 (2.36),

$$U_{\text{вых}} = I_{oc} R_{oc} = -I_{э3} R_{oc} 10^{\lg U_{c1} U_{c2}} = -I_{э3} R_{oc} U_{c1} U_{c2} \quad (2.37)$$

Как видно из полученного выражения (2.37), выходное напряжение ПС с точностью до постоянного коэффициента равно произведению входных сигналов. Для высокоточного преобразования сигналов используют специально подобранные полупроводниковые элементы (диоды, транзисторы), так называемые модули, работающие в различных диапазонах токов.

Высококачественный полупроводниковый БТ обладает точной логарифмической функцией в интервале изменения тока эмиттера до 4–6 декад. Рассмотренный ПС может быть реализован в едином технологическом цикле в виде полупроводниковой ИС со стабильными характеристиками.

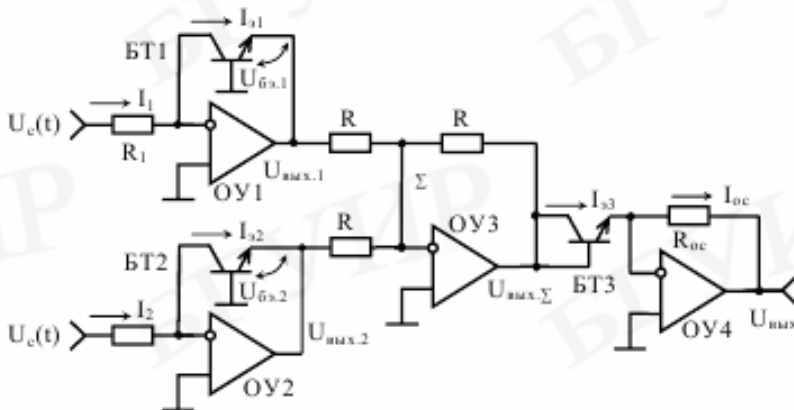


Рис. 2.14. Аналоговый ПС на основе логарифмирования и антилогарифмирования сигналов