

7.5. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ С ГЕНЕРАТОРАМИ СТАБИЛЬНОГО ТОКА

Схема ДУ с генератором стабильного тока на биполярных транзисторах показана на рис. 7.9, а. Такую схему имеет интегральный ДУ типа К118УД1. ГСТ выполнен на биполярном транзисторе $VT3$. Режим работы транзистора и, следовательно, ток в его коллекторной цепи определяются делителем $R'R''$ в цепи базы VD и резистором термостабилизации $R3$ в цепи эмиттера. В качестве диода

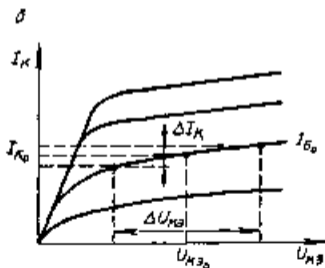
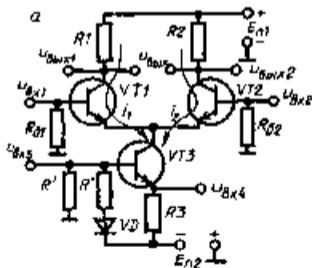


Рис. 7.9. Схема ДУ с генератором стабильного тока (а) и выходные характеристики токостабилизирующего транзистора (б)

В интегральных ДУ обычно используется транзистор в диодном включении.

Большое динамическое и малое статическое сопротивление ГСТ обусловлены характером зависимости коллекторного тока от коллекторного напряжения транзистора $VT3$, отображаемой выходными характеристиками БТ (рис. 7.9, б). При токе I_{K0} и напряжении $U_{KЭ0}$ статическое сопротивление равно $R_c = U_{KЭ0}/I_{K0}$, а динамическое $r_i = 1/h_{223} = \Delta U_{KЭ}/\Delta I_K$. Ввиду малого наклона выходных характеристик к оси тока I_K при сравнимых значениях $U_{KЭ0}$ и $\Delta U_{KЭ}$ приращение тока ΔI_K значительно меньше его стационарного значения I_{K0} . Поэтому $r_i \gg R_0$.

В интегральных ДУ и интегральных усилителях других типов в качестве ГСТ широко используются диодно-транзисторные структуры, называемые отражателями тока или токовыми зеркалами.

Простейшая схема отражателя тока дана на рис. 7.10. Она содержит два идентичных БТ, у которых эмиттерные

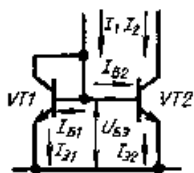


Рис. 7.10. Схема отражателя тока на транзисторах типа $n-p-n$

переходы соединены непосредственными связями. При одинаковых площадях эмиттерных переходов транзисторов $VT1$ и $VT2$ эмиттерные токи $I_{Э1}$ и $I_{Э2}$ равны между собой, вследствие чего ток I_2 оказывается равным току I_1 . Если первый каскад данной схемы считать входным, а второй — выходным, то из равенства $I_2 = I_1$ следует, что выходной ток I_2 повторяет или отражает входной ток I_1 . Отсюда и название «отражатель тока» или «токовое зеркало». Отражатель тока является дуальной схемой по отношению к повторителю напряжения. Он имеет малое входное и большое выходное сопротивления.

Эмиттерные токи $I_{Э1}$ и $I_{Э2}$ отличаются друг от друга, если эмиттерные переходы транзисторов $VT1$ и $VT2$ находятся под разными напряжениями $U_{БЭ1}$ и $U_{БЭ2}$ или если площади эмиттерных переходов различны. Из этого следует, что, изменяя геометрию транзисторов $VT1$ и $VT2$ или создавая различия в напряжениях эмиттерных переходов $U_{БЭ1}$ и $U_{БЭ2}$, можно изменить коэффициент передачи отражателя тока.

Увеличение площади эмиттерного перехода транзистора $VT2$ достигается увеличением линейных размеров перехода этого транзистора или использованием в качестве $VT2$ многоэмиттерного транзистора (рис. 7.11, а). При этом для БТ типа $n-p-n$ практически удается получить коэффициент передачи в пределах 1...10.

Чтобы создать различные напряжения на эмиттерных переходах, в эмиттерные цепи транзисторов включают резисторы $R1$ и $R2$ (рис. 7.11, б). Соответствующим выбором сопротивления резистора $R2$ можно получить коэффициент передачи отражателя тока в пределах 0,1...0,9.

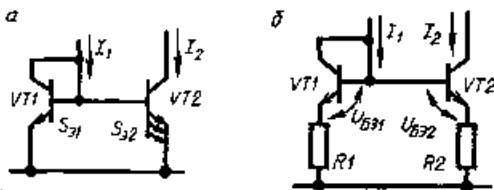


Рис. 7.11 Способы обеспечения требуемого коэффициента передачи тока в токовом зеркале

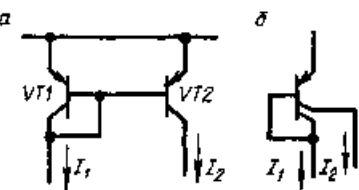


Рис. 7.12. Схемы отражателей тока на транзисторах типа $p-n-p$

Ряд разновидностей отражателей тока может быть создан на БТ типа $p-n-p$. Например, отражатель тока, показанный на рис. 7.12, а, аналогичен отражателю тока, приведенному на рис. 7.10. Вместо многоэмиттерного транзистора в отражателях тока на БТ типа $p-n-p$ для увеличения площади коллекторного ЭДП может использоваться многоколлекторный транзистор (рис. 7.12, б).

Основные свойства диодно-транзисторных структур зависят от идентичности входящих в них элементов, а также от возможности изменять геометрические размеры этих элементов. Свойства отражателей тока обусловлены технологией производства ИМС и не могут быть реализованы в дискретной технике.

ДУ удобно использовать в качестве усилителей с регулируемым коэффициентом усиления. Регулировка коэф'

коэффициента усиления осуществляется путем изменения напряжения базы одного из транзисторов $VT1$ или $VT2$ либо тока транзистора $VT3$ (см. рис. 7.9, а). В первом случае усиливаемый сигнал подается на базу транзистора $VT3$, а во втором — на базу одного из транзисторов $VT1$ или $VT2$ (база второго транзистора при этом соединяется с корпусом).