

полисе приёмник будет безнадежно перегружен.

4.3. Гетеродинный сигнал — размах имеет значение

В ДУ без ООС резко изменится режим при разностном сигнале размахом более 40 мВ. При разнице напряжения между базами более 150 мВ один из транзисторов остаётся практически без тока, а у другого наблюдается ток двухкратный по сравнению с током покоя. Но в отличие от одностранзисторных каскадов, это ограничение можно организовать с высокой симметричностью и тем самым подавить чётные гармоники. Работа ДУ в ключевом режиме обеспечит крайне короткие фронты, такой "цифровой" режим достигается при противофазном сигнале на базах размахом 700 мВ (синус) или 200 мВ для импульсного сигнала. Однако полное подавление фазовых шумов для узлов эталонного качества требует в два раза большего размаха. Дифференциальные ограничители хорошо работают до частоты 10 % от граничной частоты транзисторов в схеме с ОЭ, если коллекторная нагрузка низкоомная или с резонансом на заметно отличающейся промежуточной частоте (ПЧ). Для большинства узлов на ИМС K174ПС1 лучший компромисс по ключевому режиму и подавлению сигналов на гармониках гетеродина на выходе имеется при разностном размахе синусоидального сигнала 300...400 мВ на верхнем двойном ДУ. Жёсткий ключевой режим выгоден тем, что влияние нарушения баланса в ДУ очень мало по сравнению с размахом сигнала, и подавление сигнала гетеродина зависит в основном от симметрии самого импульсного сигнала. По этой причине в качественных узлах между буфером гетеродина и балансным смесителем устанавливается ФНЧ, после которого имеется чистый симметричный синусоидальный сигнал с большим размахом.

Если подавать гетеродинный сигнал размахом 20...60 мВ, смеситель не выходит из режима аналогового линейного перемножителя. Полезным эффектом будет формирование на выходе только сигналов ПЧ (в том числе и от зеркального канала), а сигналы вблизи гармоник гетеродина малы. Однако  $K_{ш}$  смесителя в таком режиме может достигать 14...20 дБ только по этой причине. К тому же балансировка может легко нарушаться сильным сигналом на другом порте, и появятся побочные эффекты, такие как преобразование на боковых шумах гетеродина, интермодуляция и кроссмодуляция. Для решения подобных задач лучше было бы применить настоящие аналоговые перемножители (140МА1, 525ПС1, 525ПС2, MC1596, AD539, AD834, AD835, CA3080, CA3280, LT1228).

Вопреки многочисленным примерам в документации и из публикаций, целесообразно подавать гетеродинный сигнал на верхний этаж с разностным размахом 300...600 мВ (синус), установив тем самым ключевой режим. Получается кросскоммутируемый, который почти без опасных для линейности переходных

процессов "перекладывает" токи из нижнего этажа к коллекторам, и линейность смесителя будет зависеть исключительно от работы ДУ на нижнем этаже. Это была изначальная задумка при разработке этой ИМС 50 лет назад, и её нужно придерживаться для достижения качественных решений. Подавление сигнала гетеродина настроится на нижнем этаже с помощью равенства токов покоя. В отличие от "ровесника" ИМС ТСА240, транзисторы в ИМС K174ПС1 имеют малый разброс параметров на одном кристалле.

4.4. Подача сигнала гетеродина для получения ключевого режима

При ключевом режиме взаимосвязь транзисторов в ДУ происходит только во время фронтов и ДУ имеет малое входное сопротивление в этих наносекундных промежутках времени. В остальное время источник гетеродинного сигнала должен удерживать проводящий транзистор в этом состоянии.

Кажется, что лёгким решением может быть вариант с простой обмоткой связи с малым импедансом, и это в документации так предлагают. Но так как при ключевом режиме нет замкнутой цепи через транзисторы с низким импедансом для тока за всё время периода, активные два транзистора в верхнем этаже получают базовый ток через резистор смещения. На рис. 5 показано протекание токов сигнала гетеродина при положительной полуволне на выводе 8.

Ток от обмотки связи I1, в основном в виде I2, протекает через резисторы смещения. В зависимости от частоты и тока покоя токи базы активных транзисторов могут иметь значение 5...200 мкА

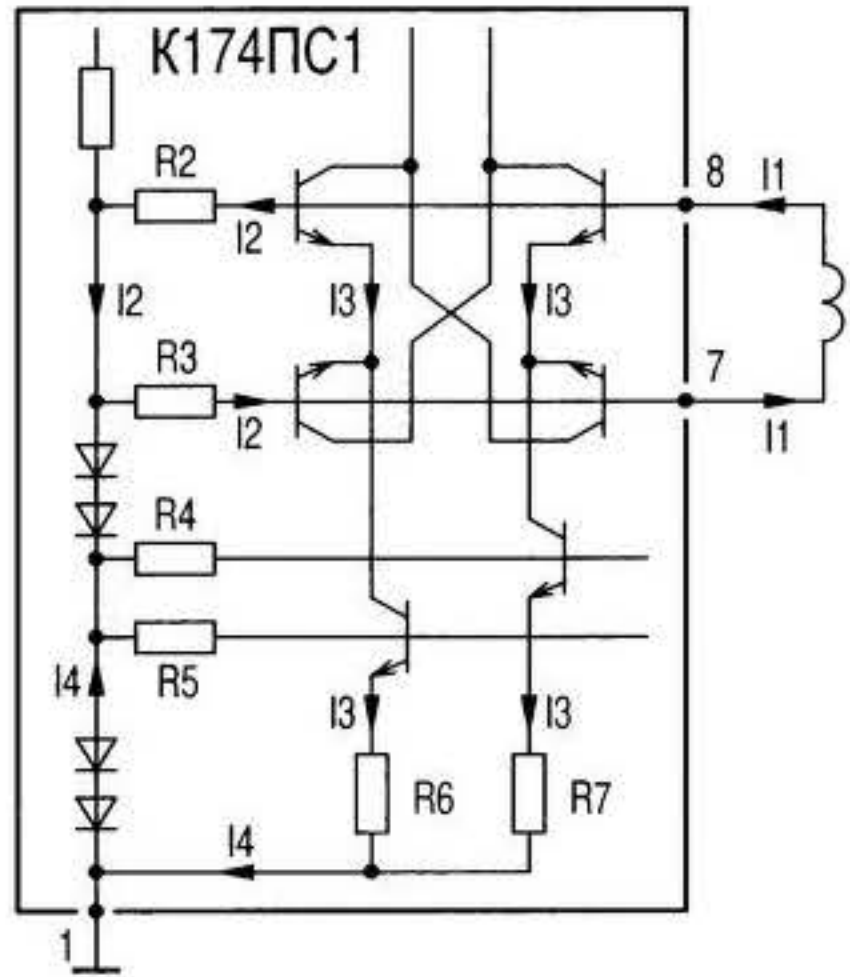


Рис. 5

(I3), и они уходят через нижний ДУ, замыкаются обратно по цепи через диоды в узле смещения и резистор R3. То есть во время крутого участка фронта сигнала и при выходе из него процесс переключения замедлен и зашумлён из-за резистора R3 (или R2) и диодов. А если подавать синусоидальный сигнал гетеродина, то добавка фазовых шумов гарантирована.

У этих диодов ток покоя — 0,25...1 мА, и их динамическое сопротивление принимает значение более 100...25 Ом на один диод. То есть ток I4 в интервале 5...200 мкА может привести в точке соединения резисторов R4 и R5 к пульсациям напряжения 250 мкВ...40 мВ, в зависимости от частоты и тока покоя. Эти пульсации не будут влиять на нижний ДУ, если он имеет на своём входе абсолютно симметричную подачу сигнала. То есть подача сигнала гетеродина от одной простой обмотки связи не сочетается с несимметричной подачей радиосигнала.

На рис. 6 показана схема подачи сигнала от симметричной обмотки связи с заземлённым по переменному току средним отводом.

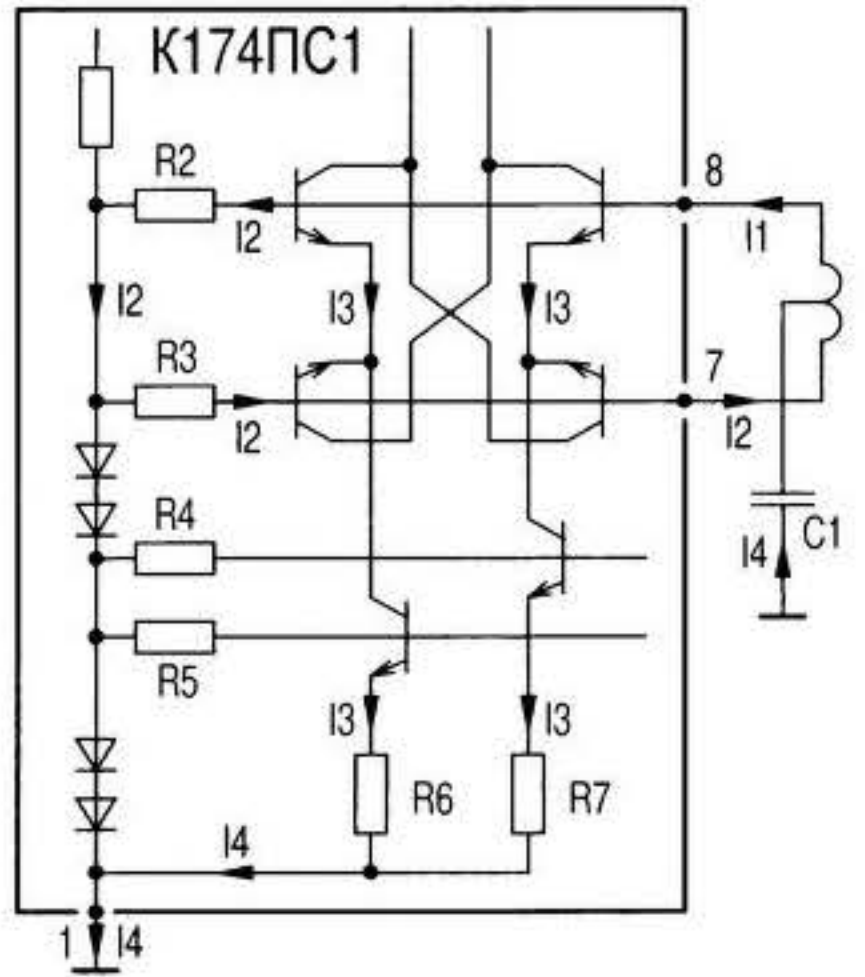


Рис. 6

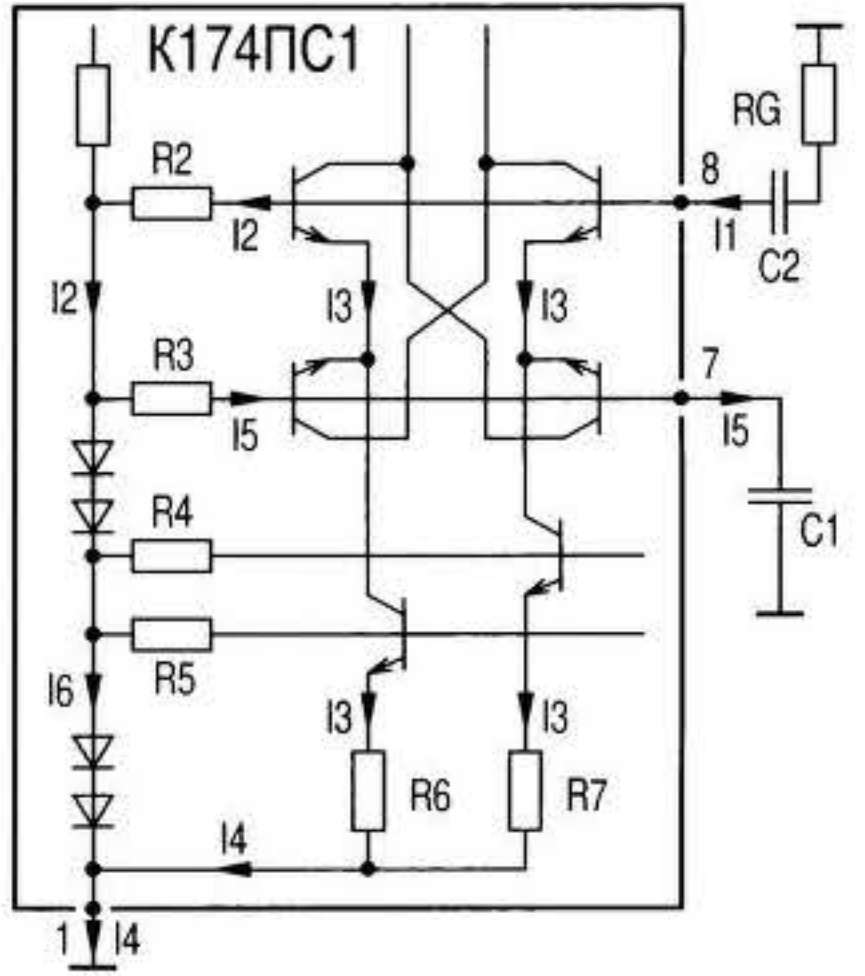


Рис. 7

В этом варианте подачи диоды узла смещения и резисторы R2, R3 не участвуют в процессе протекания тока, фазовые шумы не увеличиваются. Почти не поступают пульсации на нижний ДУ (по мере его усиления по току), и можно подавать радиосигнал несимметричным способом. Конденсатор C1 дополнительно подавляет шумы узла смещения и пульсации от нижнего ДУ, если