

ВЫСОКОЛИНЕЙНЫЕ МАЛОШУМЯЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ И СМЕСИТЕЛЬ НА 1.8 ГГц

П. Н. Адамейко, В.В. Шляхтин

Данная работа посвящена созданию радиоприёмного тракта на кристалле, включающего в себя малошумящий усилитель (МШУ) и смеситель. Как известно, в последнее время очень быстро развиваются и совершенствуются системы беспроводной передачи данных. Составной частью таких систем являются мобильные радиоприёмные устройства. Проектирование микросхемы приёмного тракта таких устройств является сложной задачей [1], так как уровень напряжения питания является низким, ток потребления – малым. Кроме того, мобильные потребительские радиоприёмные устройства обладают небольшими размерами, соответственно, печатная плата, на которой расположена микросхема приёмного тракта, микросхемы цифровой логики также ограничена в размерах. В связи с этими факторами интенсивно разрабатываются новые схмотехнические и топологические решения, позволяющие сохранить параметры радиоприёмного тракта на высоком уровне, несмотря на низкое напряжение питания, малый ток потребления и небольшие размеры.

Структурная схема входной части приёмного тракта, предложенной в данной работе, приведена на рис. 1.

Радиосигнал, принимаемый антенной, усиливается МШУ и транслируется смесителем на промежуточную частоту (ПЧ). Промежуточная частота равна разности частоты входного радиосигнала и частоты сигнала гетеродина ($V_{\text{гет}}$). Соединение однофазного выхода МШУ и дифференциального входа смесителя осуществляется с помощью трансформа-

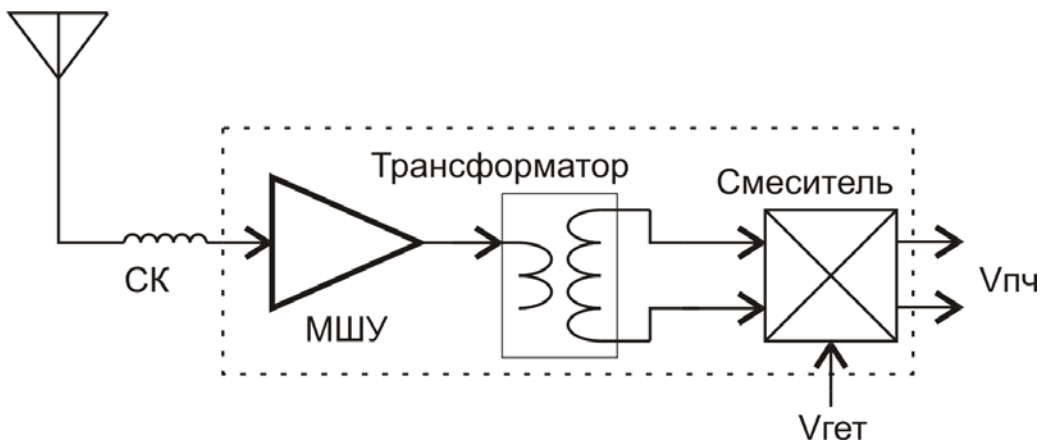


Рис. 1. Структура входной части приёмного тракта. Пунктирной линией обведены блоки разработанные в данной работе

тора, реализованного на кристалле. Интегральный трансформатора позволяет избавиться от необходимости использовать внешний трансформатор, что выгодно с точки зрения экономии места на печатной плате, хотя на кристалле он занимает площадь порядка $700 \times 700 \text{ мкм}^2$. Единственным внешним элементом является катушка индуктивности СК, функция которой – обеспечить согласование входа МШУ на импеданс 50 Ом.

Структура малошумящего усилителя с подключённым к нему трансформатором представлена на рис. 2. Усилитель выполнен по схеме с общим эмиттером, так как данная схема включения транзистора позволяет обеспечить наименьший коэффициент шума. Входной сигнал V_{RFi} подаётся на базу транзистора Q1, на выходе трансформатора формируется дифференциальный сигнал V_{RFO} . Для увеличения линейности и получения вещественной части входного импеданса равной 50 Ом, в эмиттер транзистора Q1 включена катушка индуктивности L1. Каскадный МОП-транзистор M1 улучшает изоляцию входа от выхода, причём затвор транзистора по переменному сигналу привязан к общему проводу с помощью конденсатора C1. Это улучшает стабильность устройства.

Структура смесителя представлена на рис. 3. Сигнал с вторичной обмотки трансформатора поступает на вход дифференциальных пар Q1-Q2 и Q3-Q4. Дифференциальные пары, работающие поочерёдно, включаются сигналом гетеродина, который поступает на затворы транзисторов M1-M2 и M3-M4 во

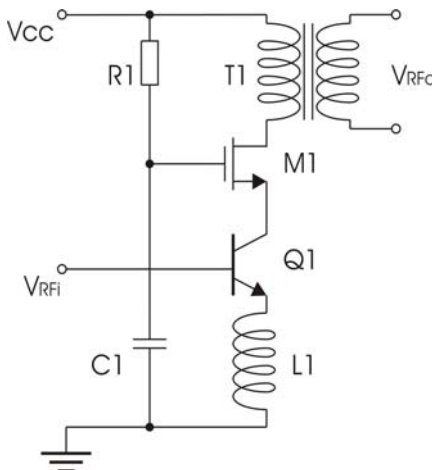


Рис. 2. Структура малошумящего усилителя

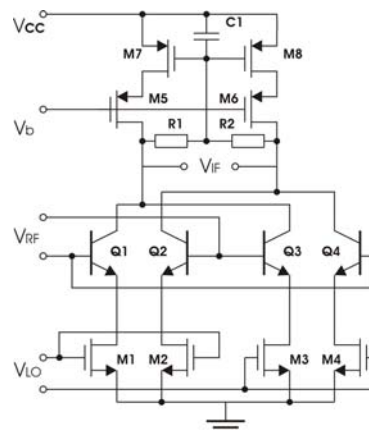


Рис. 3. Структура смесителя

включённом режиме линеаризуют передаточную характеристику соответствующей дифференциальной пары. Для того чтобы увеличить усиление смесителя в качестве нагрузки использованы источники тока, состоящие из транзисторов М7, М5 и М8, М6. Транзисторы М7 и М8 работают в триодном режиме, напряжение на их затворах равно синфазному напряжению на выходе смесителя.

В качестве элементной базы для МШУ и смесителя использовались компоненты из библиотеки технологии 0.24 мкм БиКМОП. Моделирование схемы проводилось с помощью симулятора Cadence SpectreRF. В качестве нагрузки к выходу смесителя присоединялись параллельно включённые резистор номиналом 2К и конденсатор величиной 500 фФ, имитируя входное сопротивление следующего за смесителем каскада. Частота входного сигнала составляет 1.8 ГГц, промежуточная частота равнялась 200 МГц. Характеристики схемы приёмного тракта, состоящего МШУ и смесителя, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Коэффициент усиления по напряжению, дБ	27,5
Коэффициент S11, дБ	-14
Коэффициент шума, дБ	4,3
Мощность сигнала гетеродина, дБмВт	-13
Ток потребления МШУ, мА	4
Ток потребления смесителя, мА	4
Напряжение питания, В	2,5

Разработанная входная часть приёмного тракта может быть использована для создания мобильных систем, так как характеризуется малым током потребления, низким напряжением питания, небольшим коэффициентом шума и хорошей линейностью (по интермодуляционным искажениям третьего порядка).

Литература

1. B. Razavi. RF Microelectronics /Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ 07458, 1998.

УЗАЕМАДЗЕЯННЕ СВЯТЛА З ІЗАЛЯВАНЫМІ НАНАЧАСЦІНКАМІ НІКЕЛЮ

У. М. Багач, А. М. Панявіна

УВОДЗІНЫ

Для стварэння эфектыўных сонечных элементаў на аснове арганічных паўправаднікоў неабходна развіць спосабы змянення аптычных характа-