

Монолитные интегральные схемы СВЧ на основе технологии GaAs MESFET

Алексей Голиков, Евгений Копылов, Татьяна Голикова (г. Томск)

С развитием технологии MESFET на GaAs стало возможным производство интегральных схем СВЧ. В России лишь несколько предприятий не утратили технологию производства ИС и модулей с рабочими частотами свыше 100 ГГц. В данной статье описаны интегральные схемы UHF- и S-диапазонов – усилителей промежуточной частоты, усилителей мощности, двойных балансных активных модуляторов и демодуляторов, коммутаторов – в корпусном и бескорпусном исполнении. Приборы реализованы на основе технологии GaAs MESFET с проектными нормами 0,5 мкм.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день большинство монолитных интегральных схем (МИС) СВЧ изготавливается по технологии GaAs pHEMT, использование которой позволяет реализовать великолепные характеристики схем СВЧ-тракта (усилителей, смесителей, модуляторов, коммутаторов и т.д.) вплоть до диапазона частот Ка. Появляются и сравнительно новые технологии для реализации узкого круга задач, например, технология GaN HEMT для построения усилителей мощности.

Когда отечественные производители электронной компонентной базы начали осваивать новые технологии и верхние диапазоны частот, остался незаполненным сегмент рынка монолитных ИС UHF-, L- и S-диапазонов частот. Используя технологию МИС, основанную на полевых транзисторах Шоттки (GaAs MESFET) с проектными

нормами длины затвора 0,5 мкм, в ОАО «НИИПП» была разработана серия универсальных микросхем СВЧ для диапазонов UHF и S: усилители промежуточной частоты, усилители мощности, двойные балансные активные модуляторы и демодуляторы, коммутаторы в корпусном и бескорпусном исполнении.

УСИЛИТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

Для обеспечения широкополосного согласования, МИС выполнена по двойной каскадной схеме и предназначена для использования в качестве универсального усилителя в трактах ПЧ, когда необходимо обеспечить высокую равномерность коэффициента передачи и низкий коэффициент шума. Микросхема согласована по входу и выходу и имеет КСВН не хуже 1,5 в рабочей полосе частот. Основные па-

раметры микросхемы приведены в таблице 1.

ДВОЙНЫЕ БАЛАНСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ/ДЕМОДУЛЯТОРЫ

Микросхемы выполнены по активной дифференциальной схеме Гильберта, входные фазорасщепители для формирования синфазно-противофазных сигналов LO и RF интегрированы в кристалл ИС. Выходной каскад построен по дифференциальной схеме, питаемой генератором тока, что позволяет реализовать разнообразные схемы включения и получить как широкополосный тракт с низкой неравномерностью сигнала ПЧ, так и узкополосный, с коэффициентом преобразования несколько десятков децибел.

Микросхемы 6405ПС1-2 предназначены для использования в цепях, реализующих функцию аналогового перемножения сигналов (смесители, модуляторы, демодуляторы, синхронные и фазовые детекторы, аттенюаторы, цепи АРУ, фазовые модуляторы/манипуляторы и др.), и могут быть эффективно использованы в режимах модуляции А1А-А2В, J2А, J2В, R2А, H2А, H2В, А3Е, R3Е, H3Е, J3Е, В8Е, А3С, R3С, J3С, А3F, С3F, J3F, а также для BPSK, QPSK и их синхронной демодуляции. Основные параметры микросхемы приведены в таблице 2.

УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

С целью обеспечения высокой линейности передаточной характеристики и оптимизации коэффициента полезного действия двухтактный выходной каскад ИС работает в классе А и реализован по дифференциальной схеме, питаемой генератором тока. Входной каскад ИС выполнен в виде несимметричного токового моста, обеспечивающего согласованную синфазную подачу сигнала и синфазно-противофазный ток нагрузки каскада. Усилитель предназначен для широкополосного класса устройств, идеально подходит для симметричных фидеров, дипольных антенн и в качестве предварительного каскада для балансных усилителей мощности. Основные па-

Таблица 1. Типовые характеристики МИС 6405УР1 и 6405УР2

Характеристики	6405УР1	6405УР2
Частотный диапазон, ГГц	0,01...2	
Коэффициент усиления, дБ	18...20	12...14
Точка 1-дБ компрессии по выходу, дБм	10	5
Коэффициент шума, дБ	3...4	
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка, дБм	24	20
Напряжение питания и ток потребления, В/мА	12/50	5/50

Таблица 2. Типовые характеристики МИС 6405ПС1 и 6405ПС2

Тип микросхемы	6405ПС1	6405ПС2
Частотный диапазон RF, LO, IF, ГГц	0,01...3	
Коэффициент преобразования SSB, дБ	-2	-4
Точка 1-дБ компрессии по выходу, дБм	10	
КСВН входов RF и LO, дБ	1,5	Высокоомные входы
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка на входе RF, дБм	22	15
Напряжение питания и ток потребления, В/мА	4...5/70	9...12/60

параметры микросхемы приведены в таблице 3.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ СВЧ

Схемы выполнены на GaAs ПТШ и отличаются крайне низкой потребляемой мощностью и широкой полосой рабочих частот, начинающейся от постоянного тока. Напряжение управления составляет 0/–5 В, однако легко преобразуется в уровни ТТЛ при помощи несложной схемы. В стандартном включении, ИС не требует внешних элементов. Микросхема разработана для построения симплексных приёмопередатчиков, матриц переключателей для радио- и сотовой связи, систем импульсно-кодовой модуляции, глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС) и портативных систем. Приборы выпускаются в бескорпусном исполнении и в стандартном пластиковом корпусе SO-8. Основные параметры микросхемы приведены в таблице 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная номенклатура микросхем позволяет производить современные изделия военной техники, проводить их модернизацию и реали-

Таблица 3. Типовые характеристики МИС 6405УВ1 и 6405УВ2

Тип микросхемы	6405УВ1	6405УВ2
Частотный диапазон, ГГц	0,01...2	
Коэффициент усиления, дБ	23	26
Точка 1-дБ компрессии по выходу, дБм	23	26
КСВН входа, дБ	1,4	
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка, дБм	38	41
Напряжение питания и ток потребления, В/мА	4/95, 10/100	4/120, 12/140

Таблица 4. Типовые характеристики МИС 6405КП1 и 6405КП2

Тип микросхемы	6405КП1 (корпус SO-8)	6405КП2 (бескорпусная)
Частотный диапазон, ГГц	0...2	0...6
Прямые потери в открытом канале, дБ	1...1,5	
Изоляция закрытого канала, дБ	25...27	
Точка 1-дБ компрессии по выходу, дБм	25	27
КСВН входов/выходов в открытом состоянии	1,1...1,25	
КСВН входов/выходов в закрытом состоянии	1,2...1,5	1,2...1,4
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка, дБм	38	41
Напряжение управления и ток потребления по цепи управления, В/мкА	–5/20	

зовывать программы по замещению импорта (аналоги продукции фирм Hittite, M/ACom Technolodgy, Mini-Circuits и др.). Отметим, что предприятие готово к выпуску не только серийных, но и заказных ИС по технологии GaAs, оптимизированных под задачи потребителя. Так, по заказу были разрабо-

таны схемы цифрового быстродействующего пятиразрядного программируемого делителя частоты и BPSK-модулятора с низкой потребляемой мощностью. Готовятся к серийному выпуску ИС квадратурных модуляторов и демодуляторов, частотно-фазового детектора.

