

БИПОЛЯРНЫЕ КРЕМНИЕВЫЕ МОЩНЫЕ СВЧ-ТРАНЗИСТОРЫ ФИРМЫ ЭРИКССОН

К ведущим производителям современных мощных кремниевых СВЧ-транзисторов относятся такие всемирно известные фирмы, как Эрикссон, Mitsubishi Electric, Motorola, Philips. Среди них особое место занимает фирма Эрикссон – известный лидер в области средств связи и связного оборудования, которому принадлежит ряд ключевых стандартов в области систем связи. Фирма выпускает широкую номенклатуру систем и устройств связи – радиорелейной, телевизионной и мобильной. Кроме того, в отличие от многих фирм подобного профиля, Эрикссон производит и продает собственные мощные кремниевые СВЧ-транзисторы (биполярные и полевые) и устройства на их основе. Номенклатура мощных СВЧ-транзисторов фирмы насчитывает около ста наименований, примерно четверть из которых – МОП-транзисторы. В данной статье мы рассмотрим только мощные биполярные СВЧ- транзисторы фирмы Эрикссон.

Н. Чарыков

Среди многообразных направлений полупроводниковой электроники важное место занимает разработка и производство транзисторов, предназначенных для работы в диапазоне частот от сотен мегагерц до нескольких гигагерц при высоких уровнях мощности от единиц до сотен ватт*.

Область применения мощных СВЧ-транзисторов весьма широка – предоконечные и выходные каскады передающих устройств систем ТВ-вещания дециметрового диапазона, разнообразные средства связи, радиолокационная техника военного и гражданского назначения, ряд других систем и устройств.

В последние десять лет Россия переживает невиданный подъем в области развития средств личной (индивидуальной) гражданской связи: сотовой, транкинговой, пейджинговой и спутниковой. Появилось множество малых и средних частных фирм, производящих передающую аппара-

туру. Нельзя исключать и армию радиолюбителей, насчитывающую, по грубым оценкам, не менее пятидесяти тысяч энтузиастов, добрая половина которых работает на аппаратах собственной конструкции и изготовления.

Мощные СВЧ-транзисторы разрабатываются и выпускаются большим числом зарубежных и отечественных фирм. Начало работ по их созданию относится к середине 60-х годов и связано с успехами планарной технологии. Появление в 1965 году в США первого серийного биполярного транзистора 2N3375 фирмы RCA с выходной мощностью 3 Вт на частоте 400 МГц послужило стимулом для быстрого развития работ в этом направлении. В последующие годы были разработаны и освоены в производстве различные более перспективные типы мощных СВЧ-транзисторов:

- приборы, предназначенные для работы в условиях значительного рассогласования нагрузки, широкополосные, в том числе балансные, с элементами внутреннего согласования по входу и выходу;
- импульсные, особенность применения которых – достижение более высокого

*По отечественной классификации мощными транзисторами принято считать приборы с допустимой мощностью рассеяния более 1 Вт, сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон начинается с частоты 300 МГц [1].



Мощные биполярные СВЧ-транзисторы фирмы Эрикссон

Тип	f, МГц	P _{вых} ¹ Вт	K _{ус} ² дБ	U _{пит} ³ В	Тип	f, МГц	P _{вых} ¹ Вт	K _{ус} ² дБ	U _{пит} ³ В
PTV20204 ¹	380–500	1	12,5	24	PTV20046 ⁶	1465–1513	1	10,5	26
PTV20030 ¹	420–470	15	11	24	PTV20249 ⁶	1465–1513	2,5	9,5	26
PTV20200 ¹	380–500	30	10	24	PTV20051 ⁶	1465–1513	6	8	26
PTV20031 ¹	420–470	40	8	24	PTV20239 ⁶	1465–1513	12	8	26
PTV20206 ²	470–860	1	11	20	PTV20074 ⁶	1465–1513	14	7	26
PTV20188 ²	470–860	4	7	25	PTV20141 ⁶	1465–1513	18	8,5	23
PTV20011 ²	470–860	20	8,5	26	PTE20124 ⁶	1465–1513	40	7	26
PTV20091 ²	470–860	30	11	25	PTE20173 ⁶	1465–1513	60	7	26
PTV20162 ²	470–860	40	8	25	PTV20174 ⁶	1400–1600	90	7,5	26
PTV20020 ²	470–860	150	8	30	PTV20202 ⁶	1465–1513	125	8	26
PTV20081 ²	470–860	150	8,5	28	PTV20077 ⁷	1525–1660	0,7	10	26
PTV20237 ²	470–860	150	8	28	PTV20078 ⁷	1525–1600	2,5	9	26
PTV20101 ²	470–860	175	10	28	PTV20228 ⁷	1600–1700	6,5	8,5	26
PTV20190 ²	470–860	175	8	28	PTV20079 ⁷	1600–1700	10	10,5	26
PTV20155 ³	600–960	9	8	28	PTV20080 ⁷	1600–1700	25	10,5	26
PTV20166 ³	675–925	23	8	24–30	PTV20146 ⁸	1800–2000	0,4	8	26
PTV20006 ⁴	860–900	4	11	25	PTV20179 ⁸	1800–2000	0,4	8	26
PTV20005 ⁴	860–900	15	9	25	PTV20180 ⁸	1800–2000	2,5	8	26
PTV20038 ⁴	860–900	25	9	25	PTV20147 ⁸	1800–2000	2,5	8	26
PTV20134 ⁴	860–900	30	8	25	PTV20187 ⁸	1800–2000	4	8	26
PTV20004 ⁴	860–900	50	8	25	PTV20176 ⁸	1800–2000	5	11	26
PTV20053 ⁴	860–900	60	8	25	PTV20216 ⁸	1800–2000	6	8	26
PTV20111 ⁴	860–900	85	8,5	25	PTV20264 ⁸	1800–1900	10	9	26
PTV20017 ⁴	860–900	150	8	25	PTV20082 ⁸	1800–2000	15	8	26
PTV20195 ⁴	860–900	150	8	25	PTV20191 ⁸	1800–1900	12	8	26
PTV20167 ⁵	860–960	60	7	24	PTV20170 ⁸	1800–2000	30	7	26
PTV20189 ⁴	900–960	1	12	25	PTV20151 ⁸	1800–2000	45	8	26
PTV20009 ⁴	935–960	2,5	9	24	PTV20230 ⁸	1800–2000	45	8,5	26
PTV20003 ⁴	915–960	4	11	25	PTV20175 ⁸	1800–2000	55	7	26
PTV20144 ⁴	915–960	6	9	25	PTV20193 ⁸	1800–2000	60	8	26
PTV20181 ⁴	915–960	6	9	25	PTV20125 ⁸	1800–2000	100	7	26
PTV20145 ⁴	915–960	9	9	25	PTE20232	2100–2200	4	8	24
PTV20008 ⁴	935–960	10	9,5	25	PTE20231	2100–2200	18	8	26
PTV20095 ⁴	915–960	15	10	25	PTV20245	2100–2200	35	7,5	26
PTV20220 ⁴	915–960	15	8,7	25	PTV20235	2100–2200	70	7,5	26
PTV20105 ⁴	925–960	20	9	25	10109 ⁹	470–860	55	13	32
PTV20171 ⁴	935–960	25	10	24	10118 ⁹	470–860	60	13	32
PTV20007 ⁴	935–960	30	9	24	10052 ⁹	1000	35	12	28
PTV20097 ⁴	915–960	40	8,5	25	10012 ⁹	1500	12	13	28
PTV20148 ⁴	925–960	60	8	25	10042 ⁹	2000	30	10	26
PTV20219 ⁴	925–960	70	8,5	26	10045 ⁹	1600–1660	30	10	28
PTV20135 ⁴	925–960	85	8	26	10039 ⁹	1800–2000	5	10	28
PTV20177 ⁴	925–960	150	7,5	26	10120 ⁹	1800–2000	120	10	30
PTV20156 ³	1350–1850	8	6	22	10112 ⁹	1900–2000	60	10	30
PTV20157 ³	1350–1850	20	6	22–26	10113 ⁹	1900–2000	60	9	26
PTV20248 ⁶	1465–1513	0,7	10	26	20266 ⁹	1800–2000	45	7,5	26

Примечание: 1. Для стационарных станций беспроводных и мобильных средств связи, а также пейджинговых систем; 2. Для УВЧ ТВ-систем класса АВ и А; 3. Для широкополосных систем, включение транзистора по схеме с общей базой; 4. Включение транзистора по схеме с общим эмиттером; 5. Включение транзистора по схеме с общей базой; 6. PDC/DAB; 7. Для систем INMARSAT, включение транзистора по схеме с общим эмиттером; 8. PCS/PCN; 9. Разрабатываемые изделия.

уровня выходной мощности при больших значениях коллекторного напряжения;

□ линейные для работы в режиме класса А с приемлемыми значениями коэффициента интермодуляционных искажений [2].

Сейчас наряду с мощными биполярными СВЧ-кремниевыми транзисторами начали широко применяться и успешно конкурирующие с ними мощные кремниевые полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-приборы). Наряду с дискретными мощными кремниевыми СВЧ-транзисторами ряд фирм производит и мощные СВЧ-усилительные модули. Например, на отечественном рынке недавно появились высокочастотные монолитные кремниевые усилительные модули фирмы Mitsubishi Electric [3].

Выпускаемые фирмой Эрикссон мощные кремниевые биполярные транзисторы в первую очередь классифицируются по диапазону рабочих частот: 400-500; 470-860; 850-960 МГц, 1,0-1,85; 1,8-2,0; 2,1-2,2 ГГц [4]. Далее внутри каждого класса транзисторы подразделяются по схеме включения (с общей базой или общим эмиттером), по режиму работы (класс А, АВ), области применения (для систем цифрового, спутникового телевидения, систем сотовой и пейджинговой связи и т.п.). О величинах выходной мощности и коэффициента усиления можно судить по приводимым в таблице данным.

Сравнивая биполярные кремниевые мощные СВЧ-транзисторы фирм Эрикссон, Motorola и Philips, можно отметить, что изделия этих фирм перекрываются по основным показателям, приведенным в таблице (сведения не претендуют на абсолютную полноту, так как получены по Интернету с сайтов соответствующих фирм). В номенклатуре фирмы Motorola преобладают МОП-транзисторы, а в продукции фирмы Philips широко представлена гамма низковольтных транзисторов, предназначенных для портативного оборудования на напряжения питания 4,8; 6,0; 7,5; 9,6; 12,5; 16 и 18 В. Биполярные кремниевые мощные СВЧ-транзисторы фирмы Эрикссон наиболее «плотно» перекрывают диапазон частот, мощностей и применений в области частот 380-2200 ГГц.

Из результатов опросов отечественных разработчиков аппаратуры, применяющих при разработке связной и телевизионной аппаратуры транзисторы фирмы Эрикссон, следует, что эти приборы

Представляем автора статьи

ЧАРЫКОВ Николай Андреевич. Кандидат технических наук, доцент кафедры “Полупроводниковая электроника” МЭИ (Технический университет). Окончил МЭИ (факультет электронной техники, кафедра “Полупроводниковые приборы”) в 1965 году. Автор примерно сотни статей, соавтор трех учебников и учебных пособий для вузов и около 25 учебных пособий издательства МЭИ. Имеет три патента. Сфера профессиональных интересов: полупроводниковая электроника, включая силовую электронику.

Контактный телефон: **(095)149 – 6937**

имеют удивительно малый разброс параметров, как для балансных транзисторов, так и в партии от транзистора к транзистору. Кроме того, они отличаются малыми утечками по обратному току (по сравнению с отечественными транзисторами) и высокой надежностью работы. Это позволяет упростить входной контроль транзисторов и существенно

сокращает работы по наладке аппаратуры. Таким образом обеспечивается высокий уровень аппаратуры, построенной на основе транзисторов фирмы Эрикссон.

Необходимо также особо отметить теплое отношение сотрудников отдела маркетинга московского представительства штаб-квартиры фирмы Эрикссон к будущим клиен-

там, которым предоставляется обширная техническая информация, причем они могут получить несколько бесплатных образцов транзисторов для предварительных экспериментов. В каталоге фирмы Эрикссон, так же как и для отечественных приборов, указаны основные электрические параметры и характеристики выпускаемых транзисторов, а также их предельно допустимые параметры. Весьма полезную информацию дают приводимые по ряду транзисторов диаграммы Смита по входному и выходному сопротивлению. Для большинства мощных транзисторов в каталоге фирмы указаны также топология и внешний вид тест-платы, предназначенной для измерения основных параметров. Подобная информация крайне полезна, значительно облегчает разработку аппаратуры и позволяет полностью

или частично использовать фрагменты топологических решений узлов. Кроме того, в каталоге приводятся блок-схемы трех- и четырехкаскадных широкополосных усилителей для обеспечения в нагрузке полезной мощности 45, 70, 100 и 120 Вт с указаниями по применяемым транзисторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электроника. Энциклопедический словарь/Гл. ред. В.Г. Колесников. - М.:Сов.энциклопедия, 1991.
2. Никишин В., Петров Б., Сыноров В. и др. Проектирование и технология производства мощных СВЧ-транзисторов. - М.:Радио и связь, 1989.
3. Электронные компоненты. Платан. Прайс-лист январь-февраль 2000.
4. RF Power Transistors. Эрикссон, Data Book, 1999.



Репутация надежного делового партнера, большой опыт коммерческой деятельности, а также постоянное обновление и вложение средств в новые изделия обеспечивают компании Эрикссон неизменный успех. Все эти качества позволили Эрикссон закрепить за собой 40% мирового рынка сотовых систем связи.

Сегодня Эрикссон – самая крупная и преуспевающая компания в области производства телекоммуникационных систем.

Группа Эрикссон включает в себя три специализированных отдела: Mobile Phones and Terminals (мобильные системы и терминалы), Mobile Systems (мобильные системы) и Infocom Systems (системы информации и связи). Сотрудники компании разрабатывают, производят и реализуют современные электронные компоненты, предназначенные в основном для телекоммуникационной аппаратуры.

Один из видов продукции компании Эрикссон Микроэлектроника АБ – интегральные источники питания. Эрикссон была первой компанией, предложившей интегральные DC/DC преобразователи, использующие высокую частоту переключения. С 1993 года на рынок было выпущено более 10 млн. интегральных энергетических модулей. Сегодня компания способна ежегодно производить более 7 млн. компонентов.

Перед разработчиками источников питания всегда стоят две главные задачи: уменьшить габариты силовых преобразователей и снизить их стоимость. Миниатюризация систем питания обычно осуществляется по следующим направлениям:

- использования Switch-технологии и увеличение тактовой частоты;
- повышение уровня интеграции схем;
- улучшение теплоотдачи.

Технические решения, реализованные в источниках питания Эрикссон, характеризуются следующими особенностями. Во-первых, каждый источник питания проектируется не как дополнительное устройство, а как неотъемлемая часть всей системы с максимальным учетом специфики питаемого изделия (компьютера, пейджинговой системы, SDH, узла доступа и т.п.). Во-вторых, максимально учитываются требования рынка к конкретной продукции, возможность применения существующих технологий, компонентов других производителей, способов охлаждения, маркировки и упаковки.

Идя навстречу изменяющимся потребностям рынка, Эрикссон инвестирует значительные средства в исследования и разработку новых продуктов. В результате выходная мощность современных DC/DC преобразователей составляет 2–300 Вт, коэффициент полезного действия превышает 90% при напряжении на выходе 3,3 В. Напряжение на входе – 9–72 В постоянного тока. Модули выпускаются с одним, двумя и тремя выходами. Нарботка на отказ – до 4,9 млн. ч. Преобразователи удовлетворяют международным стандартам по электромагнитной совместимости и безопасности.

Другой традиционный продукт компании Эрикссон Микроэлектроника – схемы интерфейса абонентской линии (Subscriber Line Interface Circuits – SLIC). В 1983 году была выпущена первая SLIC интегральная микросхема, а в 1987-м – серия интегральных микросхем PBL376X, ставшая в дальнейшем промышленным стандартом. В 1996 году Эрикссон сформулировала концепцию и начала производство нового семейства интегральных абонентских интерфейсов – FlexiSLIC, отличающихся универсальностью применения. Сейчас около 70% всех SLIC производится в интегральном исполнении.

Эрикссон Микроэлектроника предлагает широкий набор микросхем SLIC, перекрывающих весь спектр приложений современной телефонии, – от небольших офисных АТС (PBX) до мощных центральных АТС (CO – Central Office). Выпускаемые в настоящее время Эрикссон SLIC можно разделить на три основные группы с общими свойствами внутри каждой: PBX/DLC SLIC, FlexiSLIC и RingSLIC.

Диапазон приложений микросхем SLIC первой группы широк: от PBX до цифровых концентраторов (DLC), включая также гибридные цифровые и оптоволоконные сети. Микросхемы этой группы предназначены для сопряжения четырехпроводной и двухпроводной абонентской линии. Они имеют встроенное устройство выделения вызывного сигнала, драйвер вызывного реле. Эти микросхемы легко сопрягаются с кофидеками SLAC, SiCOFi, COMBOП и т.п.

Семейство микросхем FlexiSLIC (гибкие SLIC) отличает универсальность применения. Их можно использовать практически в любых приложениях современной телефонии. Эти микросхемы выполняют все стандартные функции абонентского интерфейса BORSCHAT. Напряжения питания – от -10 до -58 В – первый источник (батарея) и +5 В – второй источник. Схемы отличаются потребляемой мощностью, организацией питания линии, диапазоном рабочих температур и т.п.

К третьей группе – RingSLIC (звонковые SLIC) – относится широко применяемая микросхема PBL387 10/1. От схем семейства FlexiSLIC эта микросхема отличается более высокой степенью интеграции. Она содержит встроенный генератор, вырабатывающий вызывные сигналы различной формы: синусоидальной, трапецеидальной, типа меандр и т.п. Для PBL387 10/1 характерны компактность, малое энергопотребление и низкая стоимость.

В России указанную продукцию Эрикссон можно заказать в компании “ПетроИнТрейд”, которая активно сотрудничает с Эрикссон Микроэлектроника. В ближайшее время на базе Военного университета связи Эрикссон Микроэлектроника совместно с компанией “ПетроИнТрейд” создадут исследовательскую лабораторию для технической поддержки продукции Эрикссон на рынке России. Подробную информацию о ценах, сроках поставки и наличии на складе компонентов компании Ericsson Microelectronics можно получить на сайте: www.pti.spb.ru

Дмитрий Кибрик, Захар Кондрашов. “ПетроИнТрейд”
Тел.: (812) 324–6371, 324–6377
E-mail: Semicond@pit.spb.ru

Эффективный ВЧ-транзистор

с низкой потребляемой мощностью фирмы Эрикссон

Новейшее изделие фирмы Эрикссон Микроэлектроника – мощный ВЧ-транзистор PTF10149, рассчитанный на работу в частотных диапазонах 920 и 960 МГц, предназначен для передатчиков базовых радиостанций систем мобильной телефонии. Транзистор изготовлен по технологии фирмы GOLDMOSTM, согласно которой предусмотрены золотая металлизация (только), ионная имплантация и пассивация поверхности. В ходе изготовления обязательна 100%-ная контролируемость технологических процессов, что является условием выполнения комплекса мероприятий по обеспечению высокого качества изделия. Выходная мощность PTF10149 равна 70 Вт, коэффициент усиления – 16 дБ при нелинейности АЧХ +0,25 дБ во всей полосе 920–960 МГц. Благодаря высокому КПД (57%) снижается потребляемая мощность транзистора.

Допустимое рассогласование в нагрузке достигает 5:1. При пиковой мощности модулирующего сигнала 20 Вт двухчастотные интермодуляционные искажения третьего порядка в режиме АВ не превышают -37 дБ относительно мощности несущего сигнала. PTF10135 отличается высокой механической и электрической прочностью (напряжение пробоя “исток-сток” равно 65 В), а также большим сроком службы, высокими надежностью и стабильностью.

Пресс-релиз фирмы Эрикссон.