Радиочастотные компоненты компании ETL Systems

Николай ЕГОРОВ,
к. т. н.

В статье приведен обзор ВЧ/СВЧ-изделий компании ETL Systems. В их числе — разнообразное оборудование для наземных станций спутниковой связи, а также десятки типов активных и пассивных радиоэлектронных компонентов для широкого диапазона рабочих частот. Достаточно хорошо в продуктовой линейке компании представлены устройства деления и суммирования мощности с различными структурами, включая широкополосные и сверхширокополосные устройства.

Начиная с 1984 года английская компания ETL Systems разрабатывает и производит радиоэлектронное оборудование и компоненты [1]. Радиооборудование компании представлено значительным ассортиментом устройств, используемых в наземной аппаратуре для спутниковых систем связи. На приемной стороне эти устройства устанавливают между блоком понижающего преобразователя частоты и модемом (приемником), на передающей стороне — между модемом и блоком повышающего преобразования частоты. Среди предлагаемого оборудования: усилители, переключательные матрицы-роутеры, делители-сумматоры мощности, комбайнеры, усилители-распределители, переключатели, аттенюаторы, направленные ответвители, блоки удаленного контроля, радиочастотно-оптические преобразователи. Большинство подобных изделий выполняется в виде блоков для установки в стандартные 19-дюймовые приборные стойки.

По направлению электронных компонентов ETL Systems выпускает активные делители и сумматоры мощности, пассивные делители/сумматоры мощности, направленные ответвители, усилители, аттенюаторы, фильтры, преобразователи частоты, блокираторы постоянного тока, эквалайзеры, мультиплексоры, циркуляторы и вентили, переключатели, нагрузки, волноводные компоненты, трансформаторы сопротивления и другие изделия. Большинство электронных компонентов изготавливается в виде компактных модулей с соединителями для общего диапазона рабочих частот DC–40 ГГц.

Ключевая особенность многих компонентов компании заключается в возможности пропускать или блокировать сигналы постоянного тока и с частотой 10 МГц. Такие особенности позволяют осуществлять электропитание взаимосвязанных компонентов и пропускать стабильные эталонные сигналы, к примеру, к блокам преобразования частоты.

Существенное внимание ETL Systems уделяет разработке и выпуску делителей/сумматоров мощности. По этим компонентам у компании одно из самых разнообразных и интересных предложений на рынке производителей высокочастотной электроники.

Пассивные делители/сумматоры мощности

В данной категории представлено большое число моделей пассивных делителей/сумматоров мощности для частот 50 МГц – 40 ГГц; одной из самых крупных является группа устройств L-диапазона (850–2150 МГц).

Эти компоненты выпускаются с числом каналов 2–16 с сопротивлением 50 или 75 Ом и соединителями разных типов: SMA, N-типа, BNC, F-типа и другими. Делители/сумматоры мощности характеризуются низкими вносимыми потерями (как правило, менее 1,5 дБ), очень малыми значениями амплитудного дисбаланса (≤0,8 дБ) и стабильным функционированием при изменении температуры.

В качестве примера на рис. 1 показан пассивный делитель/сумматор на 2 канала L-диапазо-

Рис. 1. Делитель/сумматор мощности на 2 канала COM02L1P-2691

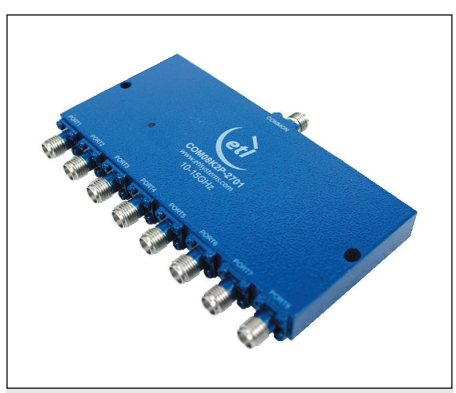

Рис. 2. Делитель/сумматор мощности на 8 каналов COM08K2P-2701

Рис. 3. Сверхширокополосный делитель/сумматор мощности COM02KXP-2720 на 2 канала

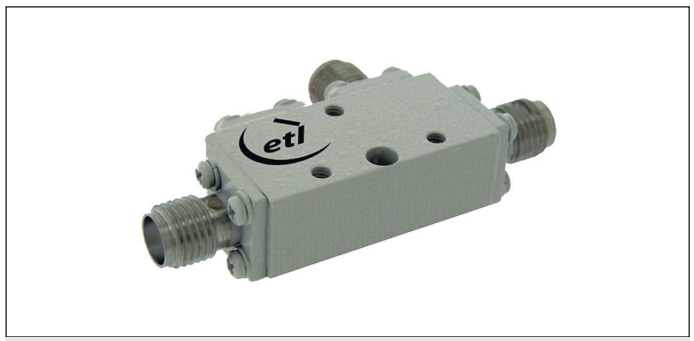

Рис. 4. Направленный ответвитель CPL10C1P-4323

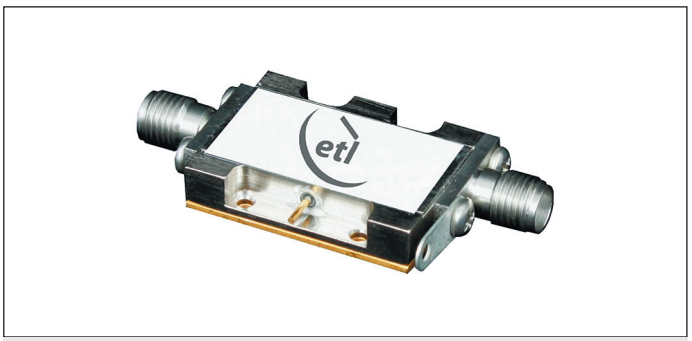

Рис. 5. Малошумящий усилитель A-LNALX-3617

на, а на рис. 2 — 8-канальный делитель/сумматор мощности для частот 10–15 ГГц.

Относительно новая линия продукции компании — сверхширокополосные делители/сумматоры мощности с рабочими частотами до 40 ГГц и максимальной полосой 1–40 ГГц для отдельных моделей (рис. 3).

Компания также занимается разработкой и производством делителей/сумматоров мощности с товарным знаком Scorpion, у которых все РЧ-порты расположены с одной стороны. Эти модели предназначены для относительно низких частот.

Основные области применения пассивных делителей/сумматоров мощности от компании ETL: инфраструктура систем связи, оборудование спутниковых систем связи, радиосистемы СВЧ-диапазона, измерительное и тестовое оборудование, оборудование военных систем связи и радаров, аппаратура навигационных систем GPS и GNSS.

Большинство данных устройств создано для применения в диапазоне температур 0…+45 °С, то есть внутри помещений, меньшая часть имеет индустриальный или расширенный индустриальный диапазон рабочих температур –65…+85 °С.

Активные делители и сумматоры мощности

Устройства данного типа, в отличие от пассивных, являются невзаимными, осуществляя только деление или комбинирование мощности. Компания представляет 75 моделей активных делителей и 51 модель активных сумматоров.

У активных делителей сигнал усиливается перед делением мощности, у активных сумматоров усиление осуществляется после суммирования сигналов отдельных каналов.

Активные делители и сумматоры выпускаются с числом каналов 2–16 для частот 10–6500 МГц. В частности, низкочастотные устройства имеют диапазон рабочих частот 20–200 МГц, высокочастотные устройства работают в пределах 5800–6500 МГц. Самая значительная группа предназначена для L-диапазона (850–2150 МГц). У активных делителей коэффициент усиления достигает 15 дБ, у сумматоров — 10 дБ.

Для большинства моделей напряжение питания составляет 8–18 В. При этом устройства могут питаться от внешнего источника или при введении питающего напряжения в тракт сигнала. Все активные устройства имеют встроенный регулятор для защиты от флуктуаций питающего напряжения.

Типовые приложения: спутниковые системы связи, СВЧ-радиолинии, инфраструктура телекоммуникационных систем, радары, тестовая и измерительная аппаратура.

Ответвители

Компания изготавливает ответвители направленного и ненаправленного типа, последние имеют структуру разветвителей с основным каналом и каналом ответвления. Большинство моделей выпускаются как ответвители направленного типа и представляют собой устройства для частот 50 МГц – 26,5 ГГц.

Практически у всех моделей ответвление составляет 10 и 20 дБ. В то же время у одной модели направленного ответвителя с рабочими частотами 10–15 ГГц значение ответвления — 30 дБ.

На рис. 4 изображен направленный ответвитель для диапазона частот 3,4–4,2 ГГц с ответвлением 10 дБ с соединителями N-типа. Для этой модели максимальные вносимые потери 0,8 дБ, максимальная входная мощность 50 Вт, напряжение постоянного тока 48 В для любого порта.

Усилители

Компания разрабатывает и выпускает усилители многих типов и с разными особенностями: малошумящие, с фиксированным и переменным коэффициентом усиления, включаемые в ВЧ-линии, с автоматическим контролем коэффициента усиления, широкополосные и другие. Усилители выпускаются для частот 10 МГц – 18 ГГц. При этом низкочастотные модели могут иметь диапазон 88–108 МГц (IF-диапазон), а высокочастотные модели могут работать на частотах 6–18 ГГц. Больше всего усилителей разных типов разрабатывается для диапазона 850–2150 МГц.

Значительное внимание компания уделяет выпуску МШУ, среди которых есть модели с достаточно высоким коэффициентом усиления. Так, к примеру, МШУ с рабочими частотами 0,8–2,2 ГГц имеет минимальный коэффициент усиления 46 дБ, коэффициент шума 1,5 дБ и выходную мощность P1dB на уровне 18 дБм при напряжении питания 12 В (рис. 5).

Типичные диапазоны изменения коэффициента усиления в подгруппе соответствующих усилителей составляют 0–30 и 8–38 дБ. Так, в усилителях A-VGAL1–3032 коэффициент усиления может изменяться дистанционно в пределах 8–38 дБ с шагом 0,5 дБ (рис. 6). Дистанционное управление устройством осуществляется с помощью контроллера компании ETL — CNT-9900.

Рис. 6. Усилитель с переменным усилением A-VGAL1-3032

Интересной подгруппой усилителей являются модели, встраиваемые в ВЧ-линии, по которым на них подается питающее напряжение. Большинство таких изделий компания выпускает для частот 850–2150 МГц. Данные усилители имеют коэффициент усиления 10–30 дБ при напряжении питания 8–24 В, максимальная входная мощность ВЧ-сигнала 16 дБм.

Преобразователи частоты

К данной категории продукции относятся понижающие и повышающие преобразователи частоты. Понижающие преобразователи преобразуют входной сигнал с частотами 1270–1340 МГц в сигнал промежуточной частоты 70–140 МГц. Частота внутреннего опорного генератора 1200 МГц с темпера-

турной стабильностью частоты ±0,01 ppm в рабочем диапазоне температур 0…+55 °С. Коэффициент передачи блоков преобразования частоты 0 и 10 дБ. Уровень входного сигнала находится в диапазоне –80…–10 дБм.

Повышающие преобразователи компании отличаются большим разнообразием рабочих частот. Они осуществляют преобразование сигналов с частотами 950–1950 МГц в 10,7–11,7 ГГц, 950–2000 МГц в 11,7–12,75 ГГц, 950–1950 МГц в 19,2–20,2 ГГц и 1,97–2,7 ГГц в 8,6–9,33 ГГц. У повышающих преобразователей выходная мощность P1dB составляет 20–27 дБм, подавление зеркального канала 60 дБ, уровень внутридиапазонных паразитных составляющих –50 дБн, максимальная входная мощность 0 дБм, напряжение питания 12 В.

Аттенюаторы и блокираторы постоянного тока

ETL Systems производит переменные аттенюаторы с поворотным механизмом, фиксированные аттенюаторы, сверхширокополосные и программируемые аттенюаторы, а также блокираторы постоянного тока L-диапазона.

Переменные аттенюаторы выпускаются для общего диапазона частот DC–18 ГГц, причем здесь есть сверхширокополосные устройства для частот DC–6 ГГц и DC–18 ГГц. Так, переменный сверхширокополосный аттенюатор с поворотным управляющим механизмом приведен на рис. 7.

Рис. 7. Аттенюатор VAT02KXP-4248 для частот DC–18 ГГц

Данная модель обеспечивает ослабление в диапазоне 0–69 дБ с шагом 1 дБ при точности ослабления ±0,5…±1,5 дБ.

Аттенюаторы с фиксированным ослаблением, которых большинство в данной категории продукции, имеют значения ослабления 3, 6, 10, 20 и 30 дБ. Выпускаются как низкочастотные модели для диапазонов 10–200 МГц, так и высокочастотные и сверхширокополосные модели, в том числе для диапазонов DC–26,5 ГГц и DC–40 ГГц.

Блокираторы постоянного тока предназначены для частот 850–2150 МГц с опциями

Рис. 8. Блокиратор постоянного тока DCBLKL1-4320

блокировки и прохождения сигнала с частотой 10 МГц. В качестве примера на рис. 8 показан блокиратор постоянного тока, также не пропускающий сигнал с частотой 10 МГц.

Циркуляторы и вентили

Циркуляторы и вентили разрабатываются для широкого диапазона частот в виде компактных модулей с соединителями SMA- или N-типа. Большинство моделей в данной группе — это вентили, выпускаемые как для низких частот (170–180 МГц), так и для высоких — до 30 ГГц. К примеру, вентили с рабочими частотами 10,7–12,75 ГГц и соединителями N-типа имеют вносимые потери 0,6 дБ, развязку 18 дБ, КСВН 1,35, максимальный уровень мощности 2 Вт. Циркулятор с рабочими частотами 5,7–6,2 ГГц и соединителями N-типа характеризуется вносимыми потерями 0,3 дБ, развязкой 22 дБ, КСВН 1,2, максимальной мощностью 30 Вт, диапазоном рабочих температур –30…+70 °С.

Эквалайзеры

Компания выпускает пассивные эквалайзеры L-диапазона (850–2150 МГц), предназначенные для компенсации уменьшения коэффициента передачи с частотой, возникающего в радиооборудовании и кабельных линиях. Различные типовые модели эквалайзеров компании компенсируют негативный наклон частотной характеристики в интервале 1–10 дБ и только одна модель — на уровне 13 дБ.

Эквалайзеры изготавливаются с соединителями SMA-, BNC- и N-типа. Так, модели с наклоном частотной характеристики в 5 дБ с соединителями SMA имеют вносимые потери 4,5 дБ и обратные потери 16 дБ, максимальная входная мощность радиочастотного сигнала составляет 16 дБм.

Инжекторы постоянного тока

Инжекторы постоянного тока в основном имеют диапазоны рабочих частот 850–2150 МГц, у широкополосных моделей рабочий диапазон доходит до значений 1–5450 МГц. Инжекторы доступны с соединителями SMA-, BNC-, F- и N-типа. Максимальное значение напряжения постоянного тока 28 и 48 В, максимальный ток 5 А. Выпускаются модели как с прохождением сигналов с частотой 10 МГц, так и с их блокировкой. Типовые значения развязки «DC-порт – РЧ-порт» 40 и 45 дБ, типовые значения вносимых потерь 0,3 дБ для моделей с относительно низкими частотами и 1,25–1,5 дБ для высокочастотных моделей.

Высокочастотные переключатели

Компания предлагает ВЧ-переключатели нескольких типов. Широкополосные двухканальные коаксиальные переключатели с ручным управлением предназначены для частот DC–3 ГГц. У них максимальные вносимые потери 0,5 дБ, минимальная развязка 45 дБ, максимальная мощность 1,5 кВт. Данные переключатели доступны с соединителями N-типа.

Переключатели на основе pin-диодов, выпускаемые в конфигурациях SPDT, представлены моделями поглощающего типа SP4T и SP8T. Переключатели с числом каналов 2 и 4 имеют диапазон рабочих частот 0,5–18 ГГц. Pin-диодные переключатели поглощающего типа (рис. 9) на 8 каналов функционируют на частотах 2–18 ГГц. Все модели характеризуются развязкой 60 дБ, максимальным временем переключения 100 нс, управляющим напряжением 5 В/0 В. Максимальные вносимые потери и максимальная входная мощность составляют 3, 3,5 и 4 дБ, 20, 30 и 30 дБм соответственно.

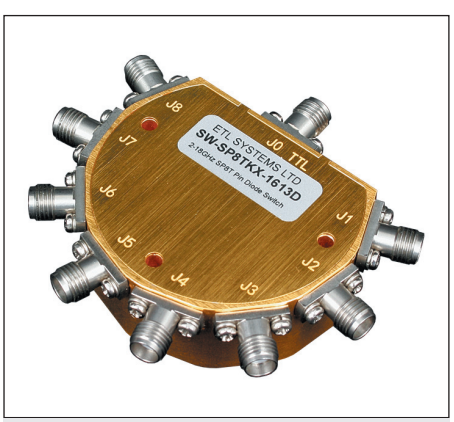

Рис. 9. Переключатель SW-SP8TKX-1613 на 8 каналов

Еще одна категория — так называемые smart (интеллектуальные) переключатели с удаленным управлением, которое осуществляется с помощью порта Ethernet RJ-45. Они выпускаются с числом каналов 2, 4 и 8 для частот 850–2150 МГц и могут осуществлять переключение каналов в обоих направлениях. У этих переключателей вносимые потери на уровне 3, 5 и 6 дБ соответственно, минимальная развязка 65 дБ, максимальная входная мощность 10 дБм, диапазон рабочих тем-

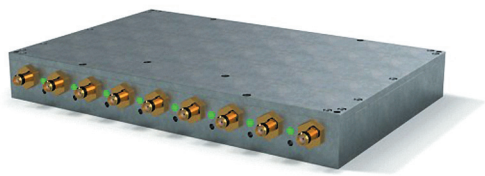

Рис. 10. Интеллектуальный переключатель CST-POE-SW08-1083

пературы 0…+45 °С. Интеллектуальный переключатель на 8 каналов показан на рис. 10.

Мультиплексоры

Данные устройства объединяют сигналы L-диапазона (850–2150 МГц), сигналы с частотой 10 МГц и постоянного тока на общем порте в различных комбинациях. Некоторые модели мультиплексоров объединяют только сигналы L-диапазона и сигнал 10 МГц.

Для мультиплексоров максимальная входная мощность радиочастотного сигнала и сигнала с частотой 10 МГц — 5 Вт, максимальное напряжение постоянного тока 48 В, диапазон рабочих температур 0…+45 °С. Допустимая сила тока в значительной степени зависит от используемых соединителей, к примеру, для соединителей N-типа она может составлять 7 А, для соединителей типа BNC — 5 А.

Элементы волноводных трактов

Компания изготавливает высококачественные прецизионные элементы СВЧ волноводных трактов, имеющие рабочие частоты до 40 ГГц. В числе волноводных элементов: адаптеры для перехода с волновода на коаксиальный кабель, нагрузки, поворотные элементы, ответвители, элементы с изгибом, перемычки, окна, элементы с несколькими поворотами и изгибами. Волноводные элементы выпускаются для волноводов типов от WR-650 до WR-28 с различными фланцами.

Помимо этого, компанией разрабатываются и выпускаются фильтры, трансформаторы сопротивлений, генераторы сигналов с частотой 10 МГц, контроллеры для интеллектуальных компонентов, элементы для волоконно-оптических систем, источники питания. Также изготовляются специализированные компоненты для спутникового оборудования VSAT.

Представляется, что разнообразные ВЧ/СВЧ-изделия ETL будут интересны для российских потребителей.

Представителем компании в России является ООО «Аврэкс» [2].

Литература

1. Сайт компании ETL. www.etlsystems.com
2. Сайт ООО «Аврэкс». www.avrex.ru