

Анатолий Иосифович Барг,
руководитель Департамента перспективных технологий «Контур-М»

Иван Владимирович Гуменюк,
заместитель генерального директора «Мортелеком Сервис», Украина

Современная цифровая головная станция 1-го класса

На базе технологии Direct Digital (DD®)
от компании ASTRO. Часть 1

ASTRO Strobel Kommunikationssysteme GmbH (Германия) имеет многолетний опыт создания телевизионного кабельного оборудования. 60 лет успешной работы на рынке позволили компании занять лидирующую позицию продаж головных станций в Германии и получить широкую известность у кабельных операторов в Западной Европе.

Компания ASTRO располагается в уютном зеленом городке Бергиш-Гладбах, где размещены головной офис, исследовательские лаборатории и цеха производства. Делегация специалистов «Контур-М» (официальный дистрибьютор компании Astro Strobel в России) и «Мортелеком Сервис» во время недавнего посещения компании имела возможность своими глазами увидеть производственные цеха с линиями автоматической пайки бескорпусных компонентов и множеством контрольно-измерительных комплексов. Однако наибольшее впечатление на нас произвел отдел разработки. Молодой коллектив, отобран на конкурсной основе из лучших немецких технических университетов, а его лаборатории прекрасно оснащены ультрасовременной компьютерной и измерительной техникой и камерами для температурных испытаний.



Завод ASTRO Strobel в Бергиш-Гладбахе

На крыше здания заводского комплекса стоят подвижные спутниковые антенны, с помощью которых инженеры производят различные испытания, моделируя, например, прием спутниковых транспондеров с повышенной символьной скоростью или с необычно высоким битрейтом. Весь цикл производства оборудования ASTRO, включающий установку компонентов на платы, пайку, настройку, сборку и выходной контроль параметров, реализуется здесь же в Бергиш-Гладбахе, поэтому выражение «немецкое качество» применимо к продукции компании самым прямым образом.

Одним из известнейших заказчиков компании является Deutsche Telekom, для которого ASTRO поставляет оборудование на десятки миллионов евро. Компания производит полную линейку оборудования для кабельных операторов, однако, на наш взгляд, наиболее интересной и перспективной продукцией ASTRO являются головные станции.

В последние годы компания сосредоточила свои усилия на создании самого современного цифрового головного оборудования. Сегодня кабельным опе-

раторам предлагается линейка цифровых головных модулей, объединенная фирменным названием **Direct Digital (DD®)**.

Линейка Direct Digital содержит функциональные модули, предоставляющие оператору почти все основные цифровые преобразования, необходимые для создания современной цифровой головной станции, в том числе для цифрового эфирного и спутникового приемов, обработки цифровых потоков, трансмодуляции, создания собственных аналоговых и цифровых пакетов, передачи DVB-потоков по IP-сетям и т.д.

Модули семейства объединяют общая идеология их использования и уникальная схемотехника, представляющая собой разновидность прямого цифрового синтеза, то есть собственно **Direct Digital**.

Принципиальным отличием технологии **DD®** является использование специально разработанного инженерами ASTRO-чипсета, алгоритм работы которого существенно отличается от повсеместно используемого.

Произведено сокращение, где только возможно, промежуточных аналогово-цифровых и цифроаналоговых преоб-



Полуавтоматический конечный контроль оборудования для головных станций

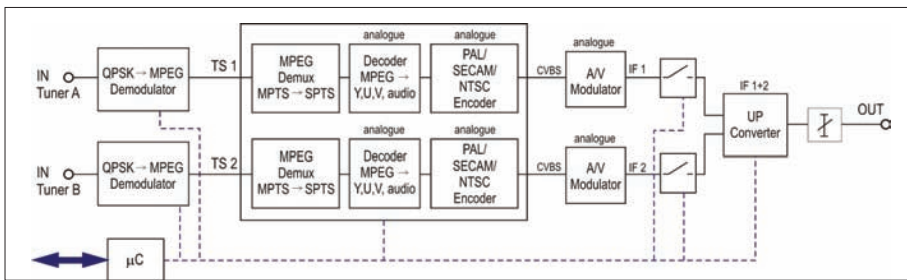


Рис. 1. «Обычный» двоянный модуль DVB-S → PAL/RF

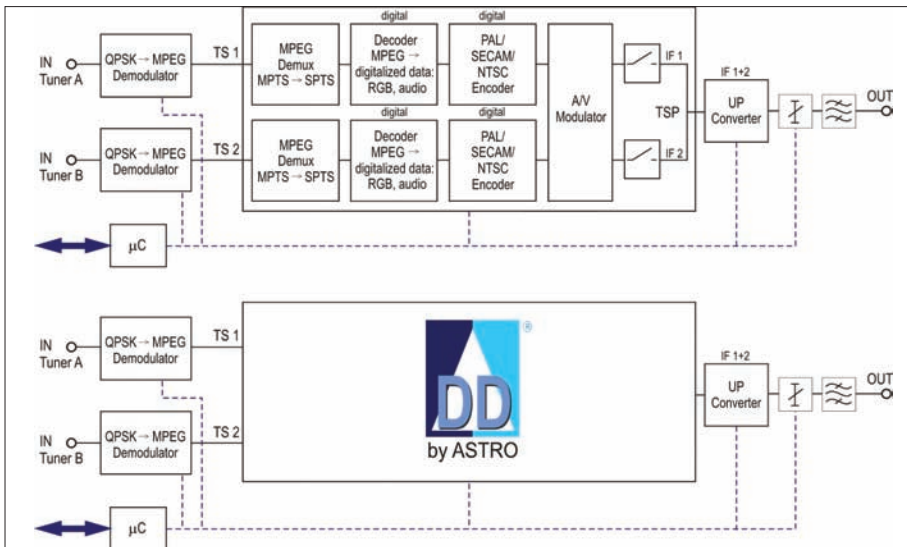


Рис. 2. Двоянный модуль DVB-S → PAL/RF, выполненный по технологии Direct Digital

DVB-C MEASURE			
SET RF	CHANNEL	ATTEN : 20 dB	
214.50 MHz		84.2 dBµV	
SET RF	214.500000 MHz	CONSTELL	
CALC RF	214.4943963 MHz	DIBASRN...	
FREQUENCY OFFSET	-5603.7 Hz	FREQUENCY	
SET SYMBOL RATE	6.900000 Ms/s	DOMAIN...	
SYMBOL RATE OFFSET	-1.1 Hz		
MODULATION	64QAM	TIME	
MER (RMS)	44.8 dB	DOMAIN...	
MER (RMS)	0.37 %		
BER BEFORE RS	0.0E-9 (173/1K00)	QAM PARA-	
BER AFTER RS	0.0E-8 (177/1K00)	METERS...	
PACK ERR RATIO	0.0E-6 (177/1K00)	RESET BER	
PACK ERR / s	00000	ADD. NOISE	
TS BIT RATE	38.153 Mb/s	OFF	
SAW:	8.0MHz		

Output RF

DVB-C MEASURE:QAM PARAMETERS			
SET RF	CHANNEL	ATTEN : 20 dB	
36.00 MHz		92.0 dBµV	
MODULATION:		CONSTELL	
I/Q AMPL. IMBALANCE	0.00 %	DIBASRN...	
I/Q QUADRATURE ERROR	0.00 °	FREQUENCY	
CARRIER SUPPRESSION	>60.0 dB	DOMAIN...	
TRANSMISSION:		TIME	
PHASE JITTER (RMS)	0.03 °	DOMAIN...	
SIGNAL/NOISE (LOW I/Q)	>48.0 dB		
SUMMARY:		ADD. NOISE	
MER (RMS)	47.0 dB	OFF	
MER (MIN)	32.0 dB		
MER (RMS)	0.45 %		
MER (MAX)	2.53 %		

IF (ПЧ)

Рис. 3. Заводская распечатка результатов измерений параметров модуля Direct Digital

разований. Алгоритм технологии DD® является фирменным know-how компании, вследствие чего мы не смогли получить от инженеров ASTRO развернутого, детального описания. Однако главная идея понятна — используется дискретная (цифровая) модуляция сигнала на базе фирменного процессора, пересчитывающего изменения параметров несущей промежуточной частоты, что позволяет отказаться, где это возможно, от обычных (аналоговых) каскадов и узлов и, следовательно, минимизировать их влияние на качество сигнала.

Эффективность этого решения оказалась очень высокой не только для цифровых модулей, но также и для модулей с аналоговым выходом.

Для модулей с аналоговым выходом цифровой процессор чипсета Direct Digital производит:

- модуляцию в полосе видеосигнала (baseband modulation);
- оптимальные предсказания групповой задержки в зависимости от выбранного стандарта CCIR B/G или OIRT D/K;
- FM-модуляцию звуковых поднесущих и цифровую модуляцию для NICAM;
- подавление несущей;
- расстановку видео- и звуковых несущих в соответствии с выбранным стандартом CCIR B/G или OIRT D/K.
- Для сравнения: на рисунках ниже показаны типовые блок-схемы «обычного» модуля цифровой станции и модуля, выполненного по технологии DD®.

Забывая о защите своих технических секретов, ASTRO предоставила нам несколько упрощенную блок-схему своего решения. В действительности, в решении присутствует ещё целый ряд know-how, без которых скопировать и воспроизвести систему с таким же результатом просто невозможно.

Технология ASTRO Direct Digital обеспечивает хорошую форму цифровой спектральной характеристики так называемой Spectral Shaping (Cos-Roll-Off), малый фазовый джиттер (сотые доли градуса), глубокое подавление несущей (более 60 дБ), а также повышает ряд других параметров, что в результате значительно снижает уровень шумов и ошибок.

Типовые результаты измерений и форма спектральной характеристики показаны на рис. 3 и 4.

Здесь необходимо дать некоторые пояснения: «стандартная» технология ограничивает возможности использования QAM-модуляции высокого порядка (128QAM, 256QAM). При использовании соседних частотных каналов внеполосные излучения от QAM-модуляции начинают

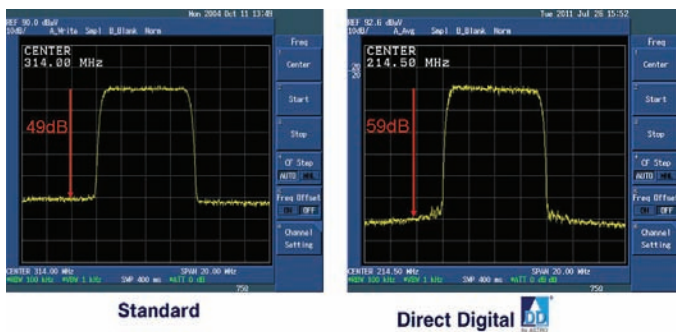


Рис. 4. Спектральная характеристика «стандартной» технологии и технологии Direct Digital

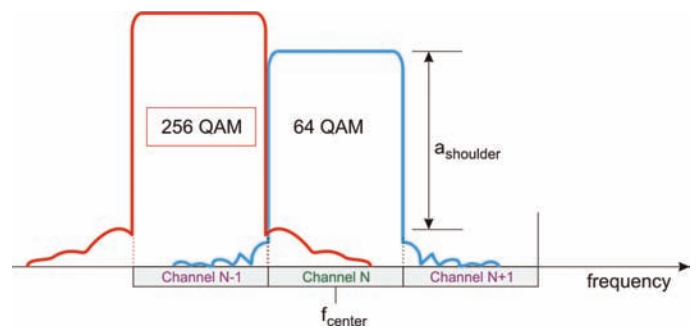


Рис. 5. Shoulder Attenuation, «стандартная технология»

влиять на соседний канал, что ухудшает значение уровня ошибок модуляции (MER). И если при модуляции 64QAM это обычно не составляет большой проблемы, то при переходе, например, на модуляцию 256QAM, имеющую более низкую помехозащищенность, внеполосные излучения могут приводить к критическому искажению сигнала.

Известно также: чтобы получить одинаковое значение уровня битовых ошибок (BER), модуляция 256QAM требует приблизительно на 6 дБ большего значения отношения несущей к шуму (C/N). Так, например, значение $BER=10^{-8}$ достигается при значении $C/N=28$ дБ для модуляции 64QAM, однако в случае модуляции 256QAM требуется уже $C/N=34$ дБ. Поэтому при использовании модуляции 256QAM операторы, стремясь повысить отношение C/N, дополнительно повышают выходной уровень транслируемых в сеть цифровых каналов (см. рис. 5).

Очевидно, что величина ослабления внеполосных излучений будет особенно важна в случае канального плана с использованием соседних каналах сигналов с модуляцией разной кратности, так как

сигналы 256QAM обычно передаются в сети с уровнем на 6 дБ выше, чем сигналы 64QAM.

Внеполосные излучения от сигнала 256QAM, попавшие в соседний канал с модуляцией 64QAM, в таком случае уже заметно ухудшают MER этого более слабого сигнала. Технология **Direct Digital** обеспечивает здесь уровень подавления внеполосных излучений до 60 дБ непосредственно на границе соседнего канала (shoulder attenuation), в то время как стандартная технология дает значение всего лишь в пределах 49-50 дБ. Приводимые многими производителями более высокие значения ослабления внеполосных излучений в действительности, как правило, относятся не к «пограничной» частоте, а к середине соседнего канала.

Одним из решений проблемы внеполосных излучений в широком диапазоне является использование узкополосных канальных фильтров, и, наряду с технологией **Direct Digital**, компания ASTRO предлагает и это решение. Однако использование фильтров с хорошей формой частотной характеристики и полосой пропускания всего 8 МГц для каждого отдельного кана-

ла — решение не самое дешевое. Поэтому ASTRO также предлагает такие фильтры в «2-канальном варианте», то есть с полосой 16 МГц. Это снижает как стоимость фильтров, так и их необходимое количество. Следует все же отметить, что канальные фильтры — это «экстенсивное решение», которое всех проблем не снимает, а является лишь полезной добавкой в комбинации с технологией **Direct Digital**.

Для оператора, однако, важными являются не тонкости схемотехнической реализации определенной цифровой технологии, а то, что она дает для практического использования. А дает технология **Direct Digital**® следующее — **оператор получает станцию с системными параметрами, ранее недостижимыми для компактных головных систем:**

- групповая задержка <20нс;
- высокая стабильность несущей;
- подавление внеполосных излучений порядка 60 дБ;
- исключительно высокое значение MER более 45-46 дБ у модулей с цифровым модулированным выходом (QAM);
- минимально возможный уровень ошибок в потоке данных (BER) обеспечивают модули с цифровым транспортным выходом (ASI);
- превосходные шумовые характеристики Hi-End класса, достигающие 65 дБ как для радиочастотного выходного сигнала (C/N), так и для декодированного видео- и аудиосигнала (S/N), имеют модули с аналоговым выходным модулятором (PAL);
- высокая развязка между стереоканалами во всей полосе аудио (40 Гц-15 кГц) >55 дБ.

В следующем номере журнала мы рассмотрим функциональные возможности головных станций ASTRO первого класса V.16 и U100 с подробным описанием наиболее интересных, с нашей точки зрения, модулей семейства **Direct Digital**®, входящих в состав этих профессиональных головных станций. ■

На правах рекламы

Автоматический процесс пайки с визуальным контролем

