



IP ядро QAM модулятора  
Краткое описание

Информация о релизе

Название	QAM-MODULATOR
Версия	2.1
Дата сборки	2010.10
Код заказа	ip-qam-modulator

Назначение IP ядра

Данное IP ядро является полнофункциональным цифровым QAM модулятором и полностью совместимо со стандартами:

1. цифрового телевизионного вещания (DVB-S, DVB-C, DVB-S2);
2. спутникового радиовещания;
3. ITU-T для радиорелейных систем связи.

Комплект поставки

IP ядро QAM модулятора включает в себя:

- VQM/NGC/EDIF нетлисты для Altera Quartus II, Xilinx ISE, Lattice Diamond или Microsemi (Actel) Libero SoC;
- Testbench сценарии для проверки IP ядра;
- Примеры проектов для отладочных плат Altera, Xilinx, Lattice, Microsemi (Actel).

Структура IP ядра

На рисунке 1 показана структурная схема IP ядра QAM модулятора.

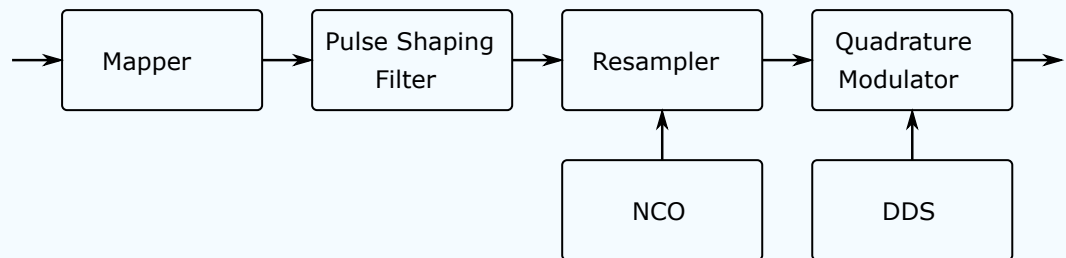


Рисунок 1. Структурная схема QAM модулятора

QAM модулятор состоит из маппера созвездия (**Mapper**), формирующего фильтра (**Pulse Shaping Filter**), дробного интерполятора/ресемплера (**Resampler**), квадратурного модулятора (**Quadrature Modulator**), цифрового тактового генератора (**NCO**) и цифрового синтезатора частот (**Direct Digital Synthesis**).

Карта портов

На рисунке 2 представлен графический символ, а в таблице 1 дано описание портов IP ядра QAM модулятора.

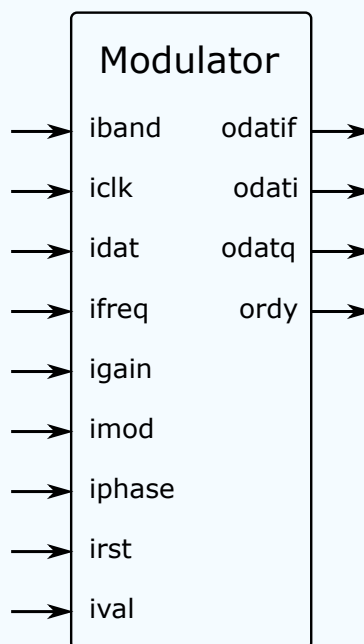


Рисунок 2. Карта портов QAM модулятора

Таблица 1. Описание портов QAM модулятора (часть 1 из 2)		
Порт	Разрядность	Описание
iband	W_BAND	Управление шириной спектра (символьной скоростью): от 0.01% до 25% от iclk
iclk	1	Тактовая частота входных данных.
idat	W_IN	Входные (информационные) данные.
ifreq	W_FREQ	Значение выходной промежуточной частоты.
igain	W_GAIN	Регулировка выходной мощности.
imod	W_MOD	Выбор схемы модуляции: Значения уточняются при заказе IP ядра.
iphase	W_PHASE	Корректировка квадратурности.
irst	1	Асинхронный сброс.
ival	1	Валидность входных данных.
odatif	W_OUT	Выход модулятора на промежуточной частоте.
odati	W_OUT	Выход модулятора в основной полосе частот (1 канал).

Таблица 1. Описание портов QAM модулятора (часть 2 из 2)		
Порт	Разрядность	Описание
odatq	W_OUT	Выход модулятора в основной полосе частот (Q канал).
ordy	1	Готовность принимать входные данные.

## Параметры IP ядра

Доступные для изменения параметры IP ядра QAM модулятора представлены в таблице 2:

Таблица 2. Описание параметров IP ядра QAM модулятора	
Параметр	Описание
W_BAND	Разрядность управления символьной частотой/шириной спектра ( <b>iband</b> ). Повышение разрядности <b>iband</b> увеличивает точность установки выходной символьной частоты, но одновременно увеличивает требуемый ресурс ПЛИС.
W_IN	Разрядность входных данных ( <b>idat</b> , от 1 до 10).
W_FREQ	Разрядность управления выходной промежуточной частотой ( <b>ifreq</b> ). Повышение разрядности <b>ifreq</b> увеличивает точность установки выходной промежуточной частоты, но одновременно увеличивает требуемый ресурс ПЛИС.
W_GAIN	Разрядность управления выходной мощностью ( <b>igain</b> ). Повышение разрядности <b>igain</b> увеличивает точность установки выходной мощности сигнала, но одновременно увеличивает требуемый ресурс ПЛИС.
W_MOD	Разрядность управления схемой модуляции сигнала. IP ядро поддерживает переключение между BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-APSK, 32-APSK, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM, 256-QAM, 512-QAM, 1024-QAM схемами модуляции.
W_PHASE	Разрядность управления коррекцией квадратурности ( <b>iphase</b> ). Повышение разрядности <b>iphase</b> увеличивает точность компенсации ошибки внешнего квадратурного смесителя, но одновременно увеличивает требуемый ресурс ПЛИС.
W_OUT	Разрядность выходных данных ( <b>odatif/odati/odatq</b> ). Повышение разрядности <b>odatif/odati/odatq</b> увеличивает качество формирования и выходной динамический диапазон, но одновременно увеличивает требуемый ресурс ПЛИС.
ROLL-OFF	Коэффициент скругления формирующего фильтра (RRC).

Описание работы IP ядра

Квадратурная амплитудная модуляция (QAM модуляция), на сегодняшний день, является самым эффективным в использовании спектра методом передачи информации. QAM модулированный сигнал представляет собой сумму двух ортогональных поднесущих, каждая из которых промодулирована по амплитуде. Суммарное колебание получается одновременно модулированное как по амплитуде, так и по фазе. Количество уровней амплитудной модуляции в каждой поднесущей фиксировано и определяет вид созвездия модулированного сигнала. При увеличении количества уровней модуляции, увеличивается количество информации, переносимое каждым символом QAM сигнала.

Главные особенности данного IP ядра:

1. синхронный, высокоскоростной алгоритм формирования BPSK/QPSK/QAM/APSK сигналов;
2. диапазон выходной промежуточной частоты до 40% от системной тактовой частоты;
3. символьная частота до 1/4 от системной тактовой частоты;
4. поддержка изменения схемы модуляции "на лету";
5. параметризованный формирующий фильтр и дробный интерполятор;
6. фиксированная задержка в модуляторе.

Скорость работы и занимаемый ресурс

В таблице 3 приведены результаты измерений IP ядра QAM модулятора.

Таблица 3. Производительность QAM модулятора				
Параметры кодера	Тип микросхемы ПЛИС			
	Ресурс	Speed grade ПЛИС, максимальная частота работы		
1024QAM W_OUT=16 ROLL-OFF=25%	Altera Cyclone II EP2C35			
	2,010 LEs 163,840 bits	-8, Fmax	-7, Fmax	-6, Fmax
		178.0 MHz 44.5 Msymb/s	230.0 MHz 57.5 Msymb/s	260.0 MHz 65.0 Msymb/s
1024QAM W_OUT=16 ROLL-OFF=25%	Xilinx Spartan-3A DSP XC3SD1800			
	1,602 slices 163,840 bits (24 BRAMs)	-4, Fmax	-5, Fmax	
		174.0 MHz 43.5 Msymb/s	200.0 MHz 50.0 Msymb/s	

Описание интерфейса IP ядра

IP ядро имеет два варианта формирования выходного спектра:

- В основной полосе частот (используется **odati** и **odatq**);
- На промежуточной частоте (используется **odatif**).

По умолчанию, IP ядро использует оба режима для формирования выходных данных. Не используемые выходы можно просто оставить неподключенными.

Цифро-аналоговые преобразователи должны работать синхронно с IP ядром QAM модулятора. На рисунке 3 приведена схема подключения ЦАП для режима работы в основной полосе частот, а на рисунке 4 пример временной диаграммы для этого режима. В этом режиме работы порт установки значения выходной промежуточной частоты **ifreq** не влияет на выходы модулятора **odati** и **odatq**.

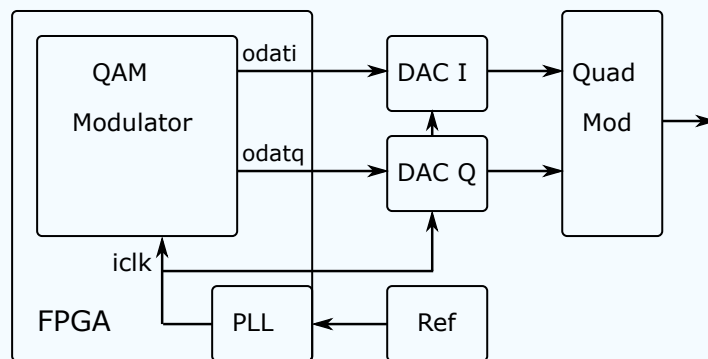


Рисунок 3. Схема подключения ЦАП в режиме основной полосы частот.

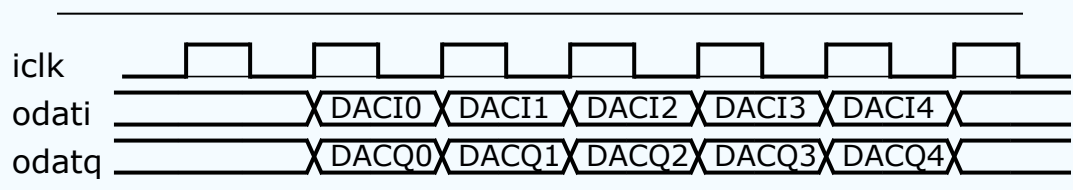


Рисунок 4. Временные диаграммы выходного интерфейса IP ядра в режиме основной полосы частот.

На рисунке 5 приведена схема подключения ЦАП для режима работы на промежуточной частоте, а на рисунке 6 пример временной диаграммы для этого режима. В этом режиме работы порт установки значения выходной промежуточной частоты **ifreq** задает значение ПЧ на выходе модулятора **odatif**.

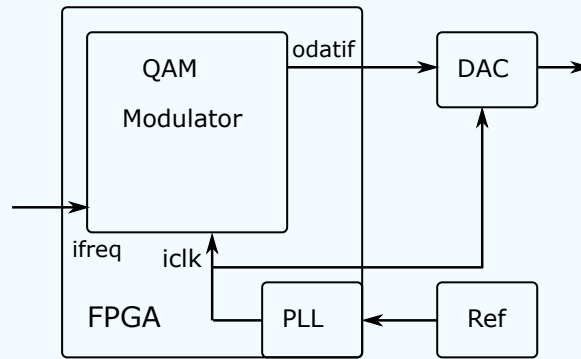


Рисунок 5. Схема подключения ЦАП в режиме промежуточной частоты.

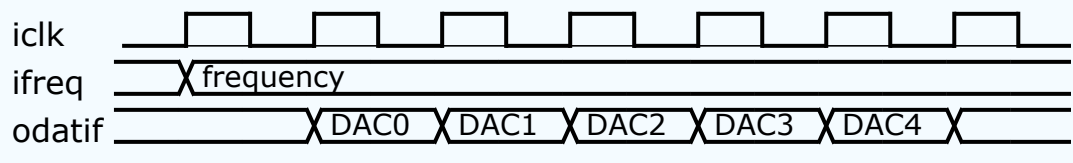


Рисунок 6. Временные диаграммы выходного интерфейса IP ядра в режиме промежуточной частоты.

На рисунке 7 приведен пример временной диаграммы для входного интерфейса. Скорость входного потока регулируется сигналом **ordy**. Входные данные считываются с входа **idat** только тогда, когда **ival** равен единице ("1"). В текущей версии IP ядра максимальная задержка (**LATENCY**) между **ival** и **ordy** равна единице ("1"). Это означает, что данные на входе должны быть выставлены корректно и отмечены сигналом валидности (**ival**) не позже одного ("1") такта после сигнала готовности принимать данные (**ordy**).

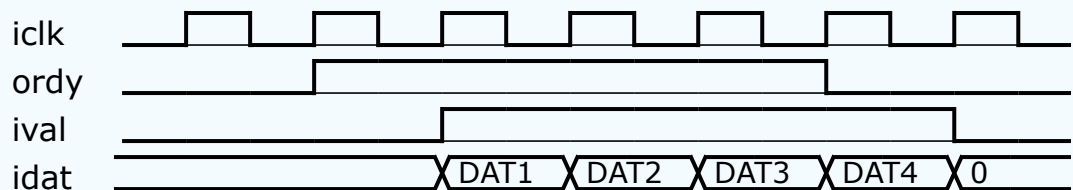


Рисунок 7. Временные диаграммы входного интерфейса IP ядра.

### Обновление и техническая поддержка

Для получения актуальной информации об IP ядре QAM модулятора посетите страницу <http://www.iprium.ru/ipcores/id/qam-modulator/>.

Зарегистрированные клиенты могут получать обновления vqm/ngc netlist'ов IP ядра через личный кабинет на сайте компании IPrium <http://www.iprium.ru/>.

Для получения технической поддержки зарегистрированные клиенты могут воспользоваться тикет-системой в личном кабинете на сайте компании IPrium <http://www.iprium.ru/>. Максимальный срок обработки запроса о технической поддержке - 2 рабочих дня.

### Заказ IP ядра

Код заказа ядра QAM модулятора - **ip-qam-modulator**.

### Обратная связь

Компания IPrium (ООО "Иприум")

634029, Томск, пр. Фрунзе, 20, офис 427

Тел.: +7(3822)226454

E-mail: [info@iprium.ru](mailto:info@iprium.ru)

website: <http://www.iprium.ru/contacts/>

### История изменений

Версия	Дата	Изменения
2.1	2010.10.12	Текущие улучшения
2.0	2009.08.18	Добавлена поддержка 16-APSK/32-APSK/64-APSK
1.2	2008.10.10	Добавлена поддержка 256-QAM/1024-QAM модуляции
1.1	2008.06.04	Добавлена поддержка 64-QAM модуляции
1.0	2007.03.06	Первый релиз