

Краткий обзор цифровых сигнальных процессоров DaVinci

Игорь ГУК
gii@scanti.ru

DaVinci — это цифровые сигнальные процессоры компании Texas Instruments, предназначенные для построения мультимедийных систем. Эти процессоры имеют высокопроизводительное ядро и развитую периферию, что позволяет решать широкий круг задач по обработке видео и звука, а также проектировать сетевые устройства. В данной статье рассматриваются особенности архитектуры, основные характеристики, номенклатура, а также возможные области применения данных сигнальных процессоров.

На рис. 1 показаны три основных семейства цифровых сигнальных процессоров (DSP) компании Texas Instruments (TI).

Младшее семейство TMS320C2000 предназначено для решения задач управления электроприводами, построения автомобильных систем, реализации различных управляющих модулей. Кроме того, данный процессор обладает развитой периферией, что делает его довольно универсальным прибором для реализации функций цифровой обработки сигналов, где достаточно производительности до 150 MIPS.

Сигнальные процессоры семейства TMS320C5000 предназначены в первую очередь для построения высокопроизводительных систем с пониженным энергопотреблением. Данные процессоры с производительностью до 600 MIPS имеют мощные механизмы для управления энергопотреблением, такие как возможность динамически менять опорную частоту и напряжения питания, переходить в различные режимы

пониженного энергопотребления («засыпать»), а также отключать часть внутренних модулей.

Семейство TMS320C6000 является самым совершенным в линейке процессоров компании TI. Процессоры этого семейства обеспечивают высочайшую производительность и благодаря этому подходят для построения широкого круга устройств по обработке видео, звука, речи, реализации сетевых приложений, а также позволяют решать другие задачи по обработке широкополосных сигналов, коммутации и управления. В данном семействе можно выделить несколько поколений (рис. 2).

Процессоры TMS320C6200 — первое поколение. Производительность их невысока (относительно остальных поколений данного семейства), но она достаточна для решения многих задач в таких областях, как медицина, промышленные приложения, обработка цифровых изображений, 3-мерная графика, устройства обработки речи. Цены на эти DSP начинаются от \$9.

Поколение TMS320C67xx — это DSP, выполняющий операции с плавающей точкой. На уровне программного кода они полностью совместимы с другими поколениями семейства TMS320C6000. Их стоимость — от \$5,75. Основное применение:

- профессиональные системы обработки и микширования звука;
- звуковые синтезаторы, музыкальные инструменты;
- усилители звуковых сигналов;
- устройства конференцсвязи;
- биометрия, медицина;
- цифровое фото;
- распознавание и обработка речи.

Самым производительным в данном семействе является поколение TMS320C64xx. Это DSP, выполняющий операции с фиксированной точкой. Их тактовая частота достигает до 1 ГГц, а пиковая производительность — до 8000 MIPS. При этом цены на данные процессоры начинаются от \$20. Основная область их применения — это построение высокопроизводительных промышленных

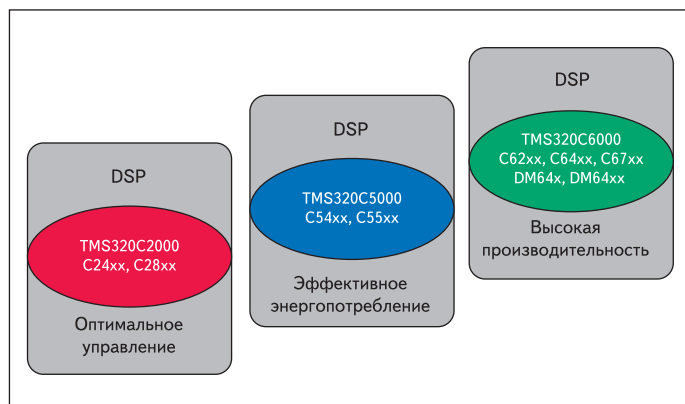


Рис. 1. Основные семейства DSP компании Texas Instruments

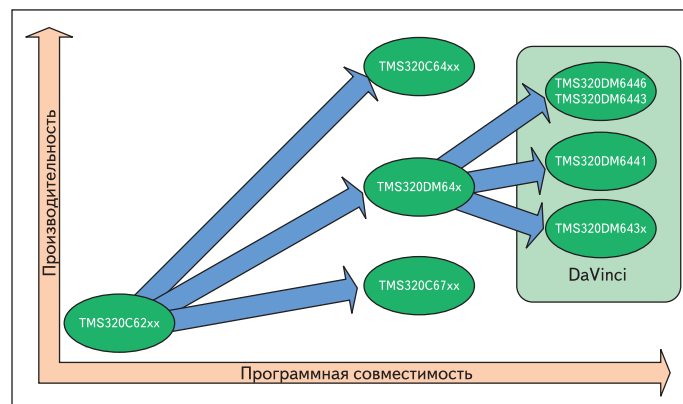


Рис. 2. Основные поколения DSP семейства TMS320C6000

Таблица 1. Основные характеристики DSP TMS320DM64x

Наименование	RAM (байт) КЭШ программ L1/ КЭШ данных L1/ Общий КЭШ L2/	Видео- порты	McBSP	EDMA (каналов)	COM	Таймеры	Тактовая частота, МГц	Производи- тельность, MIPS	Потребляемая мощность (Вт)		Питание, В		Тип корпуса	Цена, \$
									Ядро и L1	Общая	Ядро	Периферия		
TMS320DM640AGDK4	6К/16К/128К	1 8-бит	2	64	EMAC	3	400	3200	0,66	1,15	1,2	3,3	548 BGA, 23 мм	21,45
TMS320DM640AGNZ4	16К/16К/128К	1 8-бит	2	64	EMAC	3	400	3200	0,66	1,15	1,2	3,3	548 BGA, 27 мм	21,45
TMS320DM641AGDK5	16К/16К/128К	2 8-бит	2	64	HPI 16/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 23 мм	27,80
TMS320DM641AGNZ5	16К/16К/128К	2 8-бит	2	64	HPI 16/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 27 мм	27,80
TMS320DM641AGDK6	16К/16К/128К	2 8-бит	2	64	HPI 16/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 23 мм	30,60
TMS320DM641AGNZ6	16К/16К/128К	2 8-бит	2	64	HPI 16/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 27 мм	30,60
TMS320DM643AGDK5	16К/16К/256К	2 20-бит	1	64	HPI 32/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 23 мм	30,90
TMS320DM643AGNZ5	16К/16К/256К	2 20-бит	1	64	HPI 32/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 27 мм	30,90
TMS320DM643AGDK6	16К/16К/256К	2 20-бит	1	64	HPI 32/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 23 мм	33,70
TMS320DM643AGNZ6	16К/16К/256К	2 20-бит	1	64	HPI 32/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 27 мм	33,70
TMS320DM642AGDK5	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 23 мм	36,70
TMS320DM642AGNZ5	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	500	4000	0,66	1,3	1,2	3,3	548 BGA, 27 мм	36,70
TMS320DM642AGDK6	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 23 мм	40,35
TMS320DM642AGNZ6	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	600	4800	0,93	1,9	1,4	3,3	548 BGA, 27 мм	40,35
TMS320DM642AGDK7	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	720	5760	0,93	2,15	1,4	3,3	548 BGA, 23 мм	56,90
TMS320DM642AGNZ7	16К/16К/256К	3 20-бит	2	64	PCI/HPI 32/EMAC	3	720	5760	0,93	2,15	1,4	3,3	548 BGA, 27 мм	56,90

приложений, таких как высокоскоростные межсетевые шлюзы, а также систем обработки широкополосных высокоскоростных сигналов и т. д.

И, наконец, мультимедийные DSP — TMS320DM64xx. Эти сигнальные процессоры тоже можно разделить на несколько поколений.

Первым были процессоры TMS320DM64x. Их основные характеристики представлены в таблице 1. Они представлены несколькими типами, отличающимися набором периферийных модулей и тактовой частотой. Это были первые DSP компании TI, адаптированные для решения мультимедийных задач.

Эти процессоры построены на базе высокопроизводительного ядра TMS320C64xx и имеют развитую периферию, предназначенную для решения многопоточных задач обработки звука и видеосигналов. Периферия позволяет значительно уменьшить количество дополнительных внешних компонентов при подключении различных источников сигналов (видеокамер, микрофонов, Ethernet, шины PCI компьютера и т. д.).

Процессоры TMS320DM64x послужили фундаментом для следующего поколения мультимедийных DSP компании TI — двухъядерных процессоров DaVinci.

В какой-то степени предшественниками DaVinci можно также считать процессоры

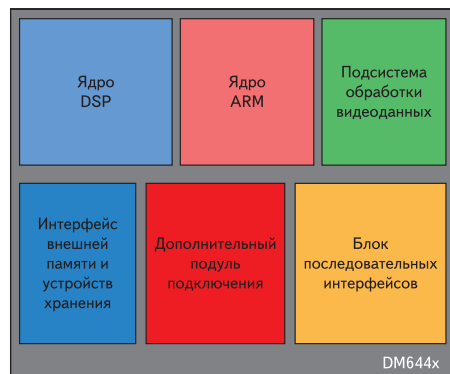


Рис. 3. Обобщенная структура DSP DaVinci

OMAP — двухъядерное решение на базе DSP семейства TMS320C5000 и ядра ARM. Однако эти процессоры имеют недостаточную производительность для построения многопоточных мультимедийных приложений или современных систем High-definition (HD) video. Кроме того, процессоры OMAP требуют достаточно большого количества внешних компонентов для подключения к различным источникам сигналов. Основное применение процессоров OMAP — портативные однозаточные устройства с низким уровнем энергопотребления. Процессоры OMAP позволили компании TI отработать технологию построения двухъядерных систем и портирования OS Linux на ядро ARM.

Используя опыт, накопленный при разработке процессоров OMAP и TMS320DM64x, компания TI создала мультимедийный процессор на базе высокопроизводительного семейства TMS320C6000 и современного ядра ARM926. Данное поколение обладает развитой периферией, высокопроизводительным DSP-ядром и современным универсальным ядром ARM. Все это позволяет решать практически любую задачу многопоточковой обработки сигналов аудио и видео.

Обобщенная структура DSP DaVinci представлена на рис. 3.

Наличие DSP-ядра позволяет программно реализовывать практически любые алгоритмы обработки аудио- и видеоданных. Ядро ARM позволяет использовать операционную систему Linux. Подсистема обработки видеоданных значительно снижает нагрузку на ядро DSP. Интерфейс памяти и устройств хранения гарантирует высокую скорость обмена с внешними подключаемыми модулями. Дополнительный модуль подключения реализует стандартные внешние порты. Блок последовательных интерфейсов обеспечивает гибкость при реализации конкретных устройств. Рассмотрим отдельные составляющие более подробно.

На рис. 4 представлена обобщенная структурная схема DSP-ядра семейства TMS320C64xx. Это классическая VLIW-архитектура, которая позволяет выполнять одновременно несколько инструкций. Ядро содержит 8 функциональных блоков, разбитых на две равнозначные части (пути обработки). Из них 6 блоков выполняют функцию АЛУ (S1, S2, D1, D2, L1 и L2), а два являются умножителями (M1 и M2). Аккумулятор отсутствует,

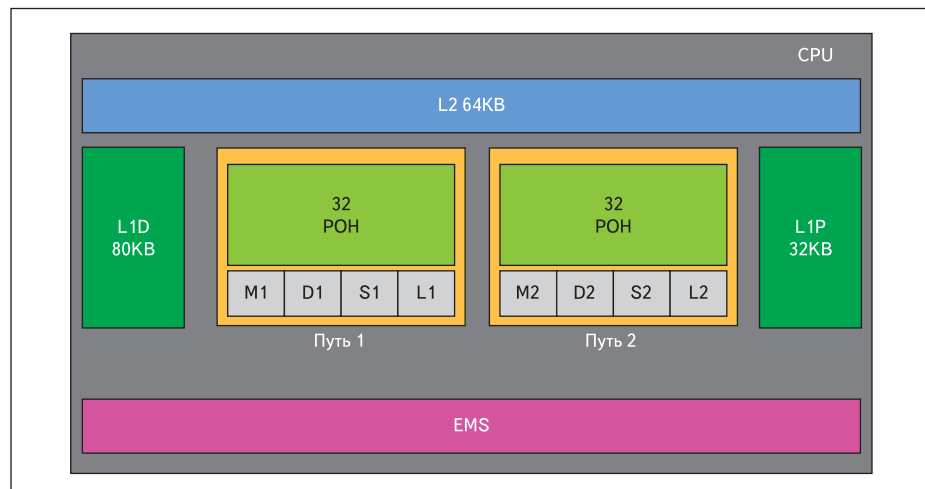


Рис. 4. Структурная схема DSP-ядра семейства TMS320C64xx

однако имеется 64 регистра общего назначения (PON), которые могут выполнять его функции. Ядро имеет двухуровневый кэш: первый уровень — это L1P (32 кбайт для кода программ) и L1D (80 кбайт для кода данных), второй уровень — L2 (64 кбайт для кода программ и данных). Кроме этого имеется контроллер внешней памяти (EMC), позволяющий использовать внешние хранилища данных и имеющий режим прямого доступа к памяти (DMA). Адресация байтовая (8-/16-/32-/64-разрядные данные). Есть 8-разрядная защита от переполнения. Система команд обеспечивает побитовое извлечение, установку и сброс. Сами команды — 16-разрядные. Для повышения точности реализовано 32-разрядное умножение. Кроме этого, реализованы новые инструкции для параллельных вычислений, дополнительные инструкции для FFT, DCT и комплексного умножения. Возможно удвоение инструкций для увеличения быстродействия циклов FIR.

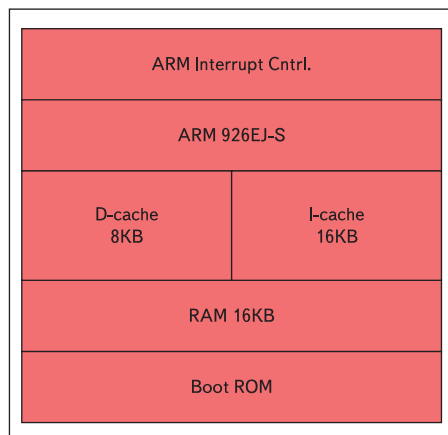


Рис. 5. Структурная схема ядра ARM

На рис. 5 представлена структурная схема ядра ARM. Это стандартное ядро ARM926 с тактовой частотой 300 МГц. Объем памяти: 8 кбайт — кэш данных, 16 кбайт — кэш инструкций, 16 кбайт — ОЗУ. Использование стандартного ядра ARM позволяет использовать стандартную ОС (Linux), производить гибкую настройку опций сетевого протокола, а также реализовать простой пользовательский интерфейс и обеспечить гибкую систему управления разрабатываемым устройством.

Подсистема обработки видеоданных представлена на рис. 6.

Данная подсистема имеет интегрированный видеовыход (Video Out), который поддерживает стандарты RGB888 (75 МГц) и VTU656 (8 или 16 бит, 75 МГц), а также позволяет подключать ЖК-панели. Видеовыход включает чегьре 10-разрядных 54 МГц ЦАП, которые обеспечивают композитный выход, выход S-Video и компонентный выход RGB/YrPbPr, и поддерживает телевизионные форматы NTSC/PAL (480/576 Interlaced, 480/576 Progressive: 480i, 480p, 576i, 625p).

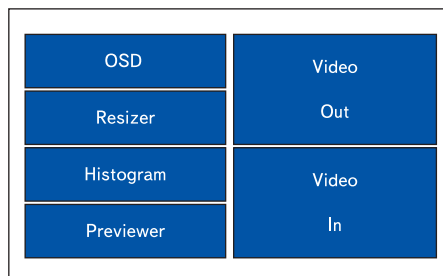


Рис. 6. Подсистема видеобработки

Интегрированный видеовход (Video In) обеспечивает интерфейсы CCD/CMOS (16 бит, 75 МГц), VTU601/656 (8 или 16 бит, 75 МГц). Кроме того, имеется возможность преобразования цветового пространства, предпросмотра (блок Previewer) и конвертирование Bayer RGB в YCbCr 4:2:2.

Модуль видеобработки обеспечивает возможность вывода управляющей информации поверх изображения (On Screen Display — OSD). В данном режиме в видеоконне формата RGB888 (или YCbCr 4:2:2) можно выводить окно OSD формата RGB656. При этом обеспечивается 8 уровней микширования.

Блок масштабирования (Resizer) обеспечивает изменение масштаба от 1:4 до 4:1 при 256 градациях. Возможно использование линейной и би-кубической аппроксимации.

Аппаратный блок определения гистограммы (Histogram) позволяет реализовать механизмы автоматического баланса белого и автофокусировки.

Наличие субмодуля обработки видео в целом позволяет оптимизировать стоимость решений на базе процессоров DaVinci, упрощает подключение стандартных микросхем видео- и аудиокодексов, различных дисплеев и цифровых камер. Использование субмодуля значительно снижает нагрузку на CPU.

Интерфейс внешней памяти и устройств хранения (рис. 7) имеет следующие характеристики: 32-битный интерфейс подключения DDR2-266 (133 МГц), интерфейс ATA/ATAPI-5/IDE Compact Flash (совмещенный с EMIF), NAND Flash (2×8/16-разрядная NAND или SM/xD), возможность подключения асинхронной памяти (EMIF — расширенный интерфейс памяти). Все это позволяет проводить обработку скоростного видеопотока, обеспечивает поддержку современных кодеков, возможность организации хранения видеоданных на внешних носителях, простую

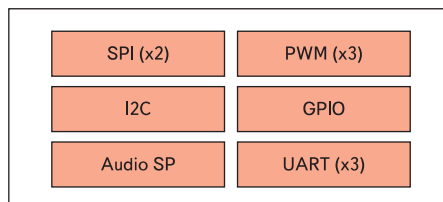


Рис. 7. Интерфейс внешней памяти и устройств хранения

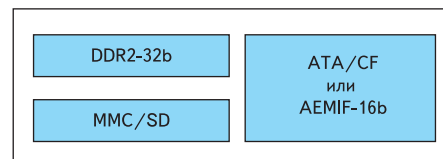


Рис. 8. Дополнительный модуль подключения

конфигурацию загрузки, возможность расширения, реализацию мультистандартного интерфейса.

Дополнительный модуль подключения (рис. 8) позволяет реализовать изернетр MAC уровня (10/100 Мбит/с, MII для Switch или PHY, интерфейс MDIO), стандартный порт USB 2.0 (LYN + PHY, High Speed 480 Мбит/с, Host/client), а также интерфейс VLYNQ (75 МГц, 4 линии на передачу, 4 линии на прием) для подключения FPGA. Все это дает возможность достаточно просто решать различные сетевые задачи и задачи подключения дополнительных устройств.

Процессоры DaVinci имеют достаточно большой набор последовательных интерфейсов, стандартных для DSP. На рис. 9 представлен блок последовательных интерфейсов интерфейсов. Он включает последовательный аудио-интерфейс Audio SP, который поддерживает кодеки AC97 и подключение по протоколу I²S. Это позволяет реализовать устройства с низкой стоимостью и возможностью гибкой настройки аудиоподключения. Кроме того, имеется три UART, одит I²C, два SPI, три PWM и набор GPIO. Наличие UART позволяет реализовать интерфейс Bluetooth и обеспечивает поддержку дистанционного управления. Интерфейс PWM, в частности, используется при построении системы автофокусировки и автоматической установки баланса белого. Интерфейсы I²C и SPI позволяют легко реализовывать различные алгоритмы конфигурирования внешних устройств, а наличие выводов GPIO дает возможность создавать опции пользовательского контроля.

Мы перечислили все возможные интерфейсы. В зависимости от конкретного типа DSP их перечень и количество могут отличаться. В таблице 2 представлена вся (на момент написания статьи) номенклатура процессоров DaVinci.

В группе процессоров DaVinci можно выделить три группы. Первая — высокопроиз-

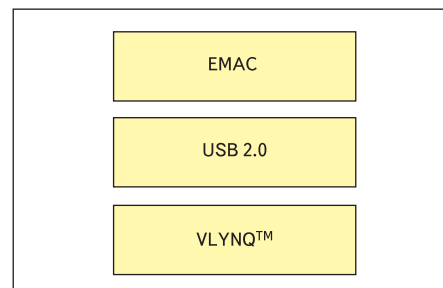


Рис. 9. Блок последовательных интерфейсов

Таблица 2. Основные характеристики DSP TMS320DM64xx

Наименование	Ядро	Тактовая частота, МГц	L1SRAM, байт	L2SRAM, байт	ROM, байт	Интерфейс внешней памяти	EDMA (каналов)	Видео порты (вход/выход)	Последовательные интерфейсы	Интерфейсы связи	Тип внешней памяти	Питание, В		Корпус	Цена, \$
												Ядро	Периферия		
TMS320DM6446ZWT	C64x+, ARM9, DaVinci Video	594 (DSP) 297 (ARM)	112K (DSP) 40K (ARM)	64 K (DSP)	16 K (ARM)	116-/8-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	1/1	ASP, I ² C, SPI, 3 UARTs	USB 2.0, VLYNQ 10/100 EMAC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash, SmartMedia/xD	1,20	1,8/3,3	361 BGA, 16x16 мм	39,50
TMS320DM6443ZWT	C64x+, ARM9, DaVinci Video	594 (DSP) 297 (ARM)	112K (DSP) 40K (ARM)	64 K (DSP)	16 K (ARM)	116-/8-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	0/1	ASP, I ² C, SPI, 3 UARTs	USB 2.0, VLYNQ 10/100 EMAC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash, SmartMedia/xD	1,20	1,8/3,3	361 BGA, 16x16 мм	33,85
TMS320DM6441ZWT	C64x+, ARM9, DaVinci Video	513/405 (DSP) 256/202 (ARM)	112K (DSP) 40K (ARM)	64 K (DSP)	16 K (ARM)	116-/8-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	1/1	ASP, I ² C, SPI, 3 UARTs	USB 2.0, VLYNQ 10/100 EMAC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash, SmartMedia/xD	1,2/1,05	1,8/3,3	361 BGA, 16x16 мм	27,05
TMX320DM6431	C64x+, DaVinci Video	300	64 K	64 K	64 K	18-бит EMIFA 116-бит DDR2	64	0/1	McASP, I ² C, 1 UART, 1 McBSP, 1 HECC	10/100 EMAC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash	1,05	1,8/3,3	361 BGA 16x16 мм, 376 BGA 23x23 мм	11,27
TMX320DM6433	C64x+, DaVinci Video	400 500 600	112 K	128 K	64 K	18-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	0/1	McASP, 1 McBSP, I ² C, 1 UART	McASP, 1 VLYNQ, 1 McBSP, I ² C, 1 UART	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash	1,2/1,05	1,8/3,3	361 BGA 16x16 мм, 376 BGA 23x23 мм	15,75 16,65 18,50
TMX320DM6435	C64x+, DaVinci Video	400 500 600	112 K	128 K	64 K	18-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	0/1	McASP, I ² C, 1 McBSP, 2 UARTs, 1 HECC	McASP, I ² C, 1 McBSP, 2 UARTs, 1 HECC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash	1,2/1,05	1,8/3,3	361 BGA 16x16 мм, 376 BGA 23x23 мм	16,30 17,25 19,15
TMX320DM6437	C64x+, DaVinci Video	400 500 600	112 K	128 K	64 K	18-бит EMIFA 132-/16-бит DDR2	64	1/1	McASP, I ² C, 1 HECC 2 McBSPs, 2 UARTs	32-Bit PCI, VLYNQ, 10/100 EMAC	Async SRAM, DDR2 SDRAM, NAND Flash	1,2/1,05	1,8/3,3	361 BGA 16x16 мм, 376 BGA 23x23 мм	22,05 23,35 25,93

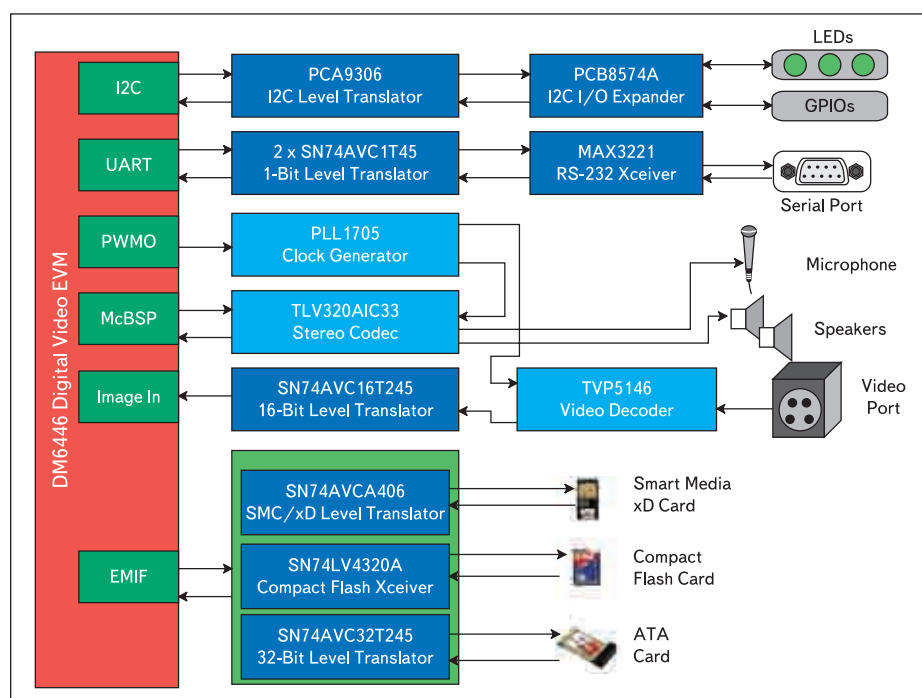


Рис. 10. Обобщенная структурная схема устройства на базе TMS320DM6446

водительные и самые дорогие TMS320DM6446 и TMS320DM6443. Эти DSP обеспечивают максимальную производительность в данном классе устройств и имеют максимально возможное количество периферийных модулей. Процессор TMS320DM6446 предназначен для реализации полнофункционального многопоточного декодера для аудио и видео, TMS320DM6443 — только для реализации декодеров.

Вторая группа на данный момент содержит только один процессор — TMS320DM6441. Это универсальный процессор, на базе которого можно реализовать полнофункциональный кодек аудио и видео, однако его произ-

водительность ниже топовых процессоров данного семейства. Это, с одной стороны, приводит к снижению многопоточности, но, с другой, снижает энергопотребление и позволяет реализовать портативные устройства.

Третья группа — это процессоры TMS320DM643x. В них отсутствует ядро ARM. Это позволило значительно снизить стоимость чипов. Их назначение — реализация оконечных устройств обработки аудио и видео, таких как IP-камеры или камеры видеонаблюдения и охраны.

Хотелось бы отметить широкие возможности по реализации различных типов устройств на базе процессоров DaVinci. Обоб-

щенная структура мультимедийного устройства показана на рис. 10. На базе этой структуры могут быть реализованы практически любые современные устройства обработки аудио и видео.

Отметим также возможности питания процессоров DaVinci. Компания TI недавно анонсировала источник вторичного питания TPS65023. Схема его подключения представлена на рис. 11.

Кроме этого, очень интересной возможностью организации питания является использование режима питания через Ethernet. Схема реализации такого режима показана на рис. 12. Заметим, что данная схема приведена также по адресу: <http://focus.ti.com/dsp/docs/blockdiagram.tsp?blockDiagramId=2021&techDoc=8§ionId=3&familyId=44&tabId=409> и является интерактивной. Нажимая мышкой на соответствующие блоки, можно перейти на страницы, где описываются выбранные блок, а также приводятся конкретные наименования микросхем для их реализации.

Небольшое замечание относительно приведенной длинной ссылки. Данную страницу можно найти следующим образом. На главной странице компании TI (<http://ti.com/>) необходимо выбрать пункт “DSP — Digital Signal Processing” (в верхнем левом углу). Затем на появившейся странице, в колонке “DSP Design Support” (средняя колонка) найти раздел “Getting Started” и выбрать пункт “DSP Block Diagrams”. После этого, появится страница с перечнем интерактивных блок-схем. Это очень полезная страница, которая позволяет быстро находить ту или иную блок-схему, подходящую для решения конкретной задачи и определять примерный набор комплектующих.

В заключение статьи рассмотрим перечень необходимого оборудования для разработки

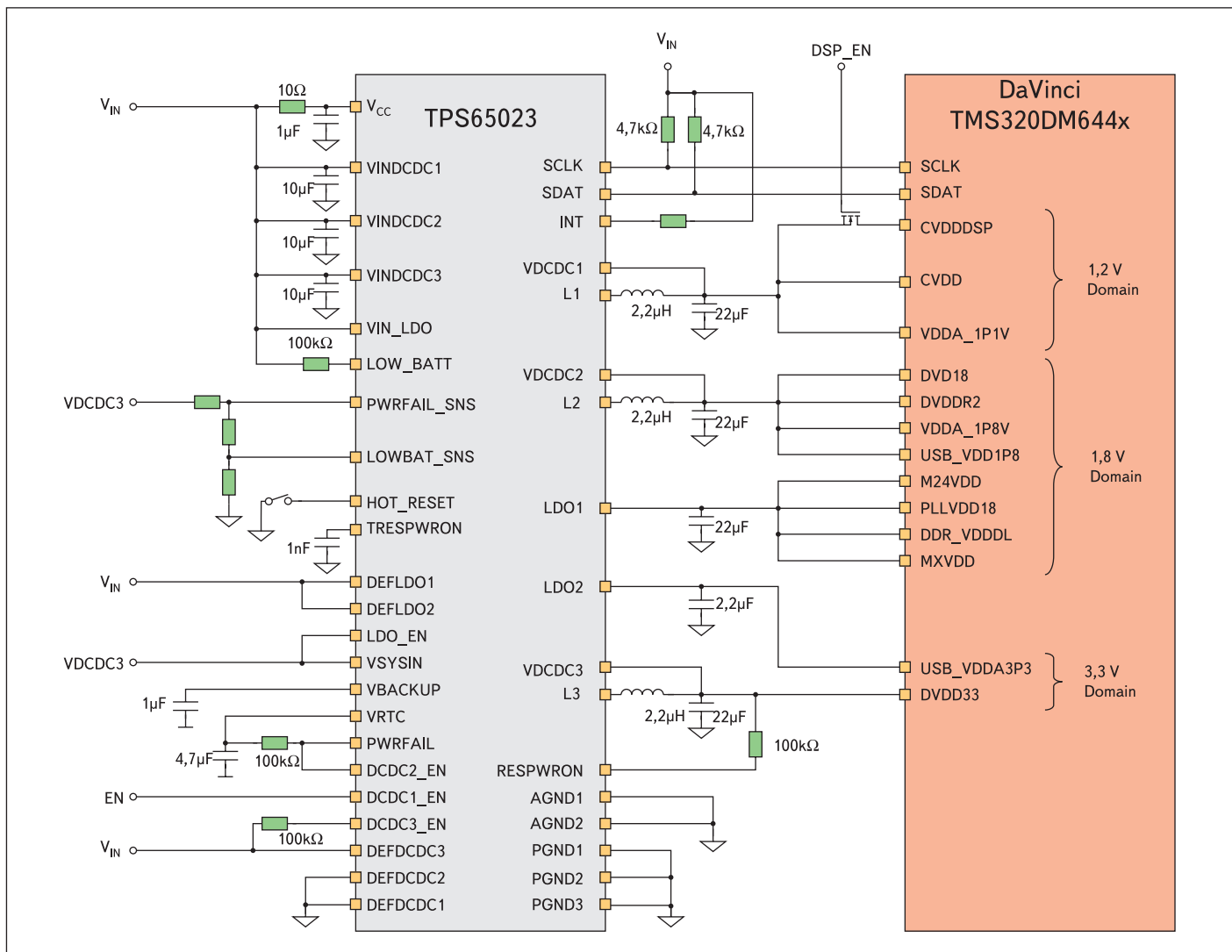


Рис. 11. Схема использования TPS65023

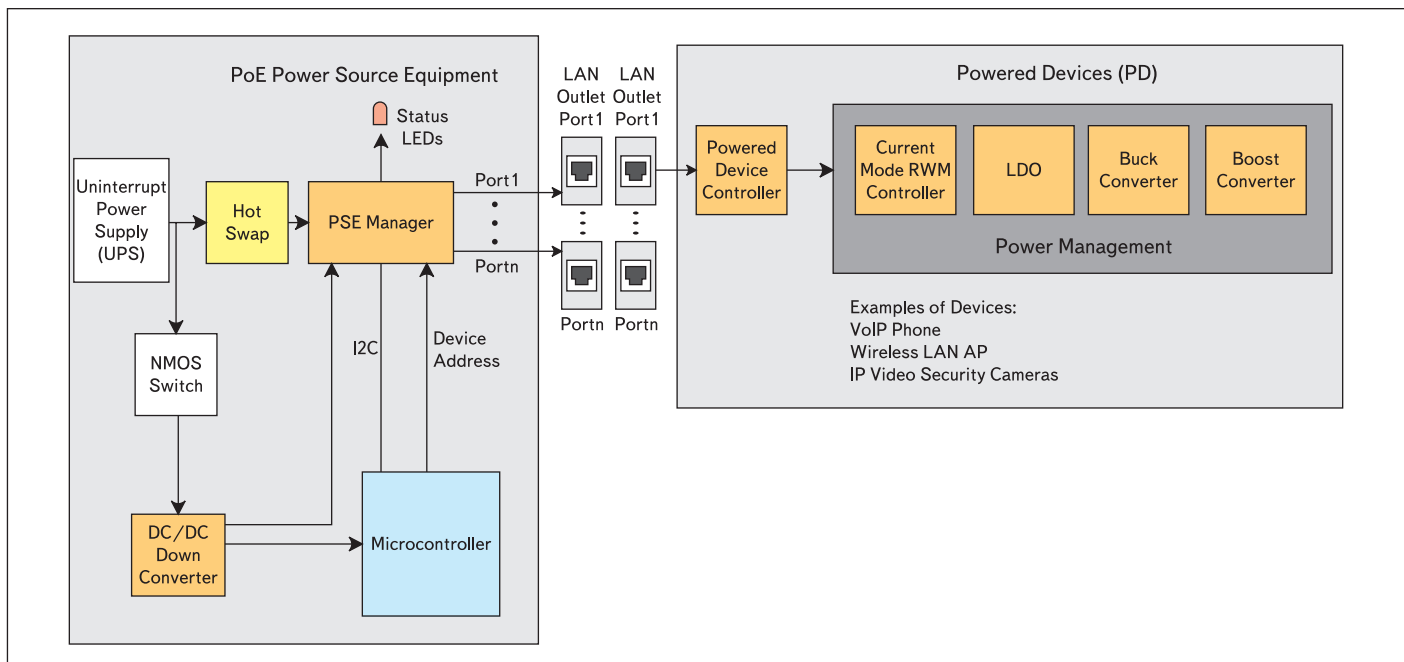


Рис. 12. Структурная схема использования питания через Ethernet

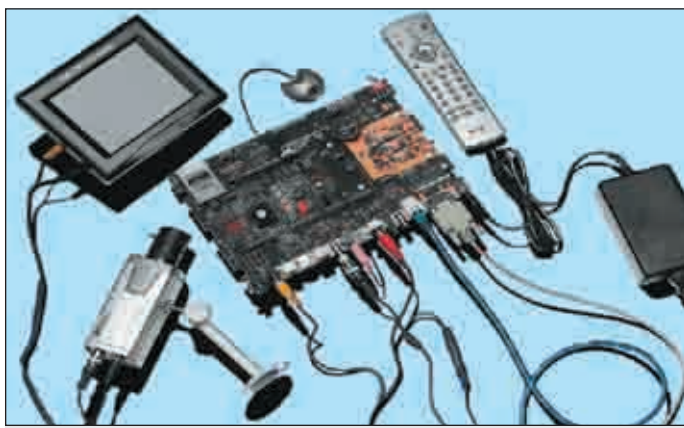


Рис. 13. Отладочный комплект DVEVM



Рис. 14. Эмулятор XDS560

и отладке продуктов на базе процессоров DaVinci. Необходимы три составляющие — отладочная плата, эмулятор, для подключения отладочной платы к ПК и программное обеспечение.

В качестве отладочной платы можно использовать только одно изделие от компании Spectrum Digital (в дальнейшем — просто SD). Его фото в составе отладочного комплекта Digital Video Evaluation Module (DVEVM) приведено на рис. 13.

Отладочный комплект DVEVM состоит из следующих компонентов.

1. Аппаратные средства:

- плата для разработки приложений под TMS320DM6446;
- видеокамера NTSC/PAL;
- ИК-модуль дистанционного управления;
- ЖК-дисплей;
- жесткий диск (40 Гбайт).

2. Программные средства:

- инструменты для разработки под ОС Linux:
 - preliminary MontaVista Professional Edition 4.0 Demo;
 - GNU средства разработки;
- демонстрационные версии кодеков H.264, MPEG-4, MPEG-2, AAC+ и G7.11;
- набор мультимедийных интерфейсных функций (API).

Более подробное описание данного отладочного комплекта и его возможностей можно посмотреть на странице <http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tmdsevm6446.html>.

Для подключения к ПК необходим эмулятор, который подключается к процессору по 20-контактному интерфейсу JTAG. Он позволяет загружать код в процессор и отлаживать его в режиме реального времени. Для того чтобы обеспечить максимально быстрый обмен данными по интерфейсу JTAG, можно рекомендовать эмулятор компании SD XDS560 с PCI-интерфейсом подключения к ПК. Это самый быстрый эмулятор, но и самый дорогой. Его изображение представлено на рис. 14, а описание можно найти на сайте TI по адресу: <http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/xds560.html>, либо непосредственно на сайте

производителя SD: http://www.spectrumdigital.com/product_info.php?products_id=181.

Другие эмуляторы также могут работать с процессором DaVinci. Но они не смогут в полной мере реализовать режим отладки в реальном времени, а также требуют переходной платы для сопряжения с новым форматом интерфейса JTAG.

Последним необходимым элементом полноценного рабочего места разработчика является программное обеспечение. Для процессоров DaVinci предлагается несколько вариантов ПО.

1. Полноценная отладочная среда Code Composer Studio IDE (CCS).

Это единая интегрированная среда, которая включает текстовый редактор с подсветкой синтаксиса, Си-компилятор, ассемблер, высокоэффективный оптимизатор кода (повышающий быстродействие приложений в сотни раз с помощью одного щелчка мышки), компоновщик, загрузчик программного кода. Кроме этого, CCS обеспечивает поддержку аппаратного отладчика, который позволяет получить доступ в режиме реального времени ко всем модулям DSP. В этой среде можно легко производить профилирование функций и отдельных участков кода. Имеется возможность в реальном времени отображать значение регистров, а так-

же содержимое памяти в наиболее удобном виде: осциллограмма, спектрограмма, изображение и т. д.

2. Операционная система Linux — MontaVista (www.mvista.com). Это продукт сторонней компании. Применение операционной системы позволяет решать огромный круг задач с минимальными затратами ресурсов.

3. Компания TI предлагает еще один продукт, призванный сделать разработку изделий на базе процессоров DaVinci максимально эффективной. Это Digital Video Software Development Kit (DVSDK), который состоит из следующих программных компонентов:

- eXpressDSP Configuration Kit;
- TMS320DM644x SoC Analyzer;
- версия Linux от MontaVista.

Программный пакет eXpressDSP Configuration Kit включает:

- кодеки для видео, изображений, речи и аудио;
- традиционные кодеки, соответствующие стандарту eXpressDSP Digital Media (xDM);
- операционную систему реального времени для DSP — DSP/BIOS.

Получить более полную информацию по данному продукту можно найти на странице <http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tmdssdk6446.html>. ■