

# Введение в архитектуру Cortex-M3

(часть 4)

Печатается с разрешения журнала Chip News Украина ([www.chipnews.com.ua](http://www.chipnews.com.ua))

**Павел Вовк (г. Киев, Украина)**

**В предыдущих трёх частях статьи подробно рассматривались основные компоненты архитектуры Cortex-M3, проводились сравнения её с архитектурами и системами команд уже существующих микроконтроллеров с архитектурой ARM. В данной, заключительной части статьи, мы подробно рассмотрим спектр продукции наиболее значительного производителя ARM-микроконтроллеров с архитектурой Cortex-M3 – компании Luminary Micro.**

Компания Luminary Micro была основана в 2004 г. в городе Остин, штат Техас, США. С момента своего основания компания, в тесном содружестве с известной компанией ARM, занимается разработкой и производством микроконтроллеров с архитектурой Cortex-M3 под торговой маркой Stellaris. Компания в своих разработках фокусируется в основном на промышленно-ориентированных продуктах, избегая очень специфических, нишевых направлений, что делает её продукцию широкодоступной для подавляющего большинства потребителей. Продукция Luminary Micro сейчас продаётся в 64 странах мира как с помощью собственной дистрибьюторской сети, насчитывающей почти 50 компаний, так и в партнёрстве с такими известными дистрибьюторскими компаниями, как Avnet, Arrow, Mouser Electronics, Digi-Key и Farnell.

На сегодняшний день Luminary Micro массово производит более 100 типов микроконтроллеров на базе архитектуры Cortex-M3, перекрывая широчайший спектр областей применения – от самых простых, требующих лишь высокой скорости обработки данных, нескольких линий ввода/вывода и минимальной цены, до достаточно сложных, совмещающих как высокую производительность и более чем приличный объём памяти, так и встроенные контроллеры современных высокоскоростных интерфейсов. Основной своей задачей Luminary Micro считает стирание барьера между дешёвыми 8- и 16-разрядными микроконтроллерами старых архитектур и новыми, мощными 32-разрядными

процессорами. И это ей удаётся, причём с большим успехом – в первую очередь благодаря применению новой, очень эффективной архитектуры, позволяющей совместить высокую производительность и функциональную насыщенность с большим объёмом памяти и низкую цену.

На момент написания статьи весь спектр продукции Luminary Micro можно было условно разделить на пять больших групп. Членство каждого отдельно взятого микроконтроллера в той или иной группе определяется в основном наличием специфических функциональных возможностей.

В первую группу входят самые ранние контроллеры, имеющие относительно небольшие тактовые частоты и объёмы памяти, а также лишь «стандартный микроконтроллерный» набор интерфейсов (за редким исключением). Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S1xx, 3xx, 6xx и 8xx приведены в табл. 1. Как видно из этой таблицы, первые серии микроконтроллеров не обладают ни большой производительностью, ни большими объёмами памяти программ и данных. Однако именно эти микроконтроллеры за счёт своей низкой цены и существенно более высокой производительности, чем у существующих 8-разрядных МК, оккупировавших сегмент недорогих приложений, в состоянии выиграть борьбу за место на печатной плате у многих существующих 8-разрядных МК.

Следующей по порядку, но не по возрасту, серией является серия LM3S1xxx, которая всего около полугода назад начала массово поступать

на рынок. Она представляет собой несколько «облегчённый» вариант серии LM3S6xxx. «Облегчение» выразилось в «изъятии» ресурсоёмких интерфейсов, но не более того. Производительность и объёмы памяти данных и программ остались на весьма высоком уровне, что позволяет уверенно применять эти микроконтроллеры во всевозможных контроллерах процессоров, не имеющих высокоуровневых сетевых возможностей. По сути микроконтроллеры этого семейства – прекрасные кандидаты на место центрального процессора практически в любом устройстве embedded-класса. Особенно привлекательным видится такой параметр, как цена этого 32-разрядного мощного микроконтроллера, остающаяся на уровне более старших 8-разрядных собратьев среднего класса. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S1xxx приведены в табл. 2. Следует особо отметить, что Luminary Micro именно так и позиционирует микроконтроллеры серии LM3S1xxx – как потенциальный центральный процессор для недорогих embedded-приложений, находящихся в массовом производстве. (Однако это не означает никаких гигантских минимальных закупочных партий – все микроконтроллеры Luminary Micro доступны и в единичных количествах. – Прим. автора). Поэтому некоторые микроконтроллеры этого семейства выпускаются с уменьшенным со 100 тыс. до 1 тыс. раз ресурсом перезаписи флэш-памяти. За счёт этого удалось ещё примерно на 15...20% снизить стоимость этих и так очень недорогих микроконтроллеров, что при массовом производстве очень и очень важно, при том что ресурс перезаписи при массовом производстве не имеет практически никакого значения.

Следующее семейство микроконтроллеров Luminary Micro – семейство LM3S2xxx, сконцентрированное вокруг широко распространённого промышленного интерфейса CAN

Таблица 1. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S1xx, 3xx, 6xx и 8xx

Наименование	Flash, Кб	SRAM, Кб	FCLK, МГц	MPU	32-бит таймеры	ШИМ	RTC	QEI	DBG	UART	ІС	SSI/SPI	10-бит АЦП, каналов/Квыб/с	CMP	GPIO	Корпус
LM3S101	8	2	20	–	2	–	Y	–	–	1	–	1	–	2	2...18	28-SOIC
LM3S102	8	2	20	–	2	–	Y	–	–	1	1	1	–	1	0...18	28-SOIC
LM3S300	16	4	25	–	3	–	Y	–	–	2	1	1	–	3	7...36	48-LQFP
LM3S301	16	2	20	+	2	2	+	–	+	1	–	1	3/250	2	12...33	48-LQFP
LM3S308	16	4	25	–	3	–	+	–	–	2	1	1	8/500	1	5...28	48-LQFP
LM3S310	16	4	25	+	3	6	+	–	+	2	–	1	–	3	3...36	48-LQFP
LM3S315	16	4	25	+	3	2	+	–	+	2	–	1	4/250	1	7...32	48-LQFP
LM3S316	16	4	25	+	3	4	+	–	+	2	1	1	4/250	1	3...32	48-LQFP
LM3S317	16	4	25	+	3	6	+	–	+	2	1	1	6/250	1	3...30	48-LQFP
LM3S328	16	4	25	+	3	–	+	–	–	2	1	1	8/500	–	7...28	48-LQFP
LM3S600	32	8	50	–	3	–	+	–	–	2	1	1	–	3	7...36	48-LQFP
LM3S601	32	8	50	+	3	6	+	1	+	2	1	1	–	3	0...36	48-LQFP
LM3S608	32	8	50	–	3	–	+	–	–	2	1	1	8/500	1	5...28	48-LQFP
LM3S610	32	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	2/500	–	6...34	48-LQFP
LM3S611	32	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	4/500	–	4...32	48-LQFP
LM3S612	32	8	50	+	3	2	+	–	+	2	1	1	2/500	1	7...34	48-LQFP
LM3S613	32	8	50	+	3	4	+	–	+	2	1	1	4/500	1	3...32	48-LQFP
LM3S615	32	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	2/500	3	0...34	48-LQFP
LM3S617	32	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	6/500	1	1...30	48-LQFP
LM3S618	32	8	50	+	3	6	+	1	+	2	1	1	6/500	1	0...30	48-LQFP
LM3S628	32	8	50	+	3	–	+	–	–	2	1	1	8/1000	–	9...28	48-LQFP
LM3S800	64	8	50	–	3	–	+	–	–	2	1	1	–	3	7...36	48-LQFP
LM3S801	64	8	50	+	3	6	+	1	+	2	1	1	–	3	0...36	48-LQFP
LM3S808	64	8	50	–	3	–	+	–	–	2	1	1	8/500	1	5...28	48-LQFP
LM3S811	64	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	4/500	1	1...32	48-LQFP
LM3S812	64	8	50	+	3	2	+	–	+	2	1	1	2/250	1	7...34	48-LQFP
LM3S815	64	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	2/500	3	0...34	48-LQFP
LM3S817	64	8	50	+	3	6	+	–	+	2	1	1	6/1000	1	1...30	48-LQFP
LM3S818	64	8	50	+	3	6	+	1	+	2	1	1	6/1000	1	0...30	48-LQFP
LM3S828	64	8	50	+	3	–	+	–	–	2	1	1	8/1000	–	7...28	48-LQFP

Таблица 2. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S1xxx

Наименование	Flash, Кб	SRAM, Кб	FCLK, МГц	MPU	32-бит таймеры	ШИМ	RTC	QEI	DBG	ІС	SSI/SPI	10-бит АЦП, каналов/Квыб/с	CMP	BVGM	GPIO	Корпус
LM3S1110	64	16	25	+	3	–	+	–	–	2	1	–	2	+	20...41	100-LQFP
LM3S1133	64	16	50	+	4	2	+	–	+	3	2	2/250	1	+	9...44	100-LQFP
LM3S1138	64	16	50	+	4	–	+	–	–	3	2	8/1000	3	+	9...46	100-LQFP
LM3S1150	64	16	50	+	4	6	+	1	+	3	2	–	3	+	7...52	100-LQFP
LM3S1162	64	16	50	+	4	6	+	–	+	3	2	2/500	3	+	4...46	100-LQFP
LM3S1165	64	16	50	+	4	6	+	–	+	3	2	4/500	1	+	4...43	100-LQFP
LM3S1332	96	16	50	+	4	–	+	–	–	2	1	3/250	3	+	29...57	100-LQFP
LM3S1435	96	32	50	+	3	2	+	–	+	2	1	2/500	1	+	21...46	100-LQFP
LM3S1439	96	32	50	+	3	6	+	1	+	2	2	4/500	1	+	14...52	100-LQFP
LM3S1512	96	64	25	+	4	–	+	1	–	3	2	2/250	3	+	15...58	100-LQFP
LM3S1538	96	64	50	+	4	–	+	1	–	3	2	8/500	–	+	9...43	100-LQFP
LM3S1601	128	32	50	+	4	–	+	–	–	3	2	–	2	+	23...60	100-LQFP
LM3S1608	128	32	50	+	4	–	+	–	–	2	2	8/500	2	+	17...52	100-LQFP
LM3S1620	128	32	25	+	3	6	+	1	+	2	2	–	3	+	11...52	100-LQFP
LM3S1635	128	32	50	+	4	6	+	–	+	3	2	4/500	2	+	12...56	100-LQFP
LM3S1637	128	32	50	+	4	6	+	1	+	3	1	4/1000	1	+	7...43	100-LQFP
LM3S1751	128	64	50	+	3	4	+	–	+	3	2	4/500	1	+	21...56	100-LQFP
LM3S1850	256	32	50	+	3	6	+	1	+	2	1	–	3	+	17...56	100-LQFP
LM3S1911	256	64	50	+	4	–	+	–	–	3	2	–	2	+	23...60	100-LQFP
LM3S1918	256	64	50	+	4	–	+	–	–	2	2	8/500	2	+	17...52	100-LQFP
LM3S1937	256	64	50	+	3	6	+	–	+	2	1	4/1000	1	+	27...56	100-LQFP
LM3S1958	256	64	50	+	4	–	+	–	–	3	2	8/1000	–	+	21...52	100-LQFP
LM3S1960	256	64	50	+	4	6	+	2	+	3	2	–	3	+	7...60	100-LQFP
LM3S1968	256	64	50	+	4	6	+	2	+	3	2	8/1000	3	+	5...52	100-LQFP

2.0. По сути добавление контроллера этого интерфейса существенно расширило сферу применения этих микроконтроллеров за счёт систем промышленной автоматики и автомобильной электроники. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S2xxx приведены в табл. 3.

Следующим очень интересным семейством микроконтроллеров Luminary Micro является семейство LM3S6xxx, которое, как и семейство LM3S2xxx, сконцентрировано вокруг основной «фишки» – контроллера Ethernet, обеспечивающего полно- и полудуплексный режимы обмена данными со скоростями вплоть до 100 Мбит/с. Этот контроллер полностью соответствует требованиям стандарта IEEE 802.3-2002, позволяет программировать MAC-адрес и осуществлять автоматическую MDI/MDI-X коррекцию. Но наиболее интересной особенностью этого контроллера является наличие встроенного 10/100 Мбит/с трансивера (PHY), что делает это семейство микроконтроллеров действительно уникальным. Одной из причин относительно малого распространения интерфейса Ethernet в контроллерах промышленных процессов является отсутствие жёстких ограничений на максимальное время прохождения пакета данных, вследствие чего корректность их работы в режиме реального времени становится сомнительной. Однако не так давно был принят международный стандарт

IEEE1588, жёстко лимитирующий максимальное время прохождения пакета данных. Одним из первых в мире семейств микроконтроллеров широкого применения со встроенным контроллером Ethernet, соответствующим этому стандарту, стало семейство LM3S6xxx, что сняло все ограничения на применение этих микроконтроллеров в системах автоматики, работающих в режиме реального времени. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров семейства LM3S6xxx приведены в табл. 4.

Последним, как по системе нумерации, так и по времени появления на рынке, является семейство LM3S8xxx, соединившее в себе параметры и возможности двух предыдущих семейств – LM3S2xxx и LM3S6xxx. Это выразилось в наличии на кристалле сразу двух важных элементов – контроллеров интерфейсов CAN 2.0 и Ethernet. Половина этих контроллеров обеспечивает поддержку протокола IEEE1588, что позволяет делать преобразователи интерфейсов (мосты) CAN 2.0 и Ethernet с минимальными затратами как на разработку, так и на производство. Конечно, эта информация несколько подпортит настроение производителям подобного базисно дорогого сейчас оборудования и порадует их клиентов, и это лишний раз доказывает простую истину – прогресс не стоит на месте и почивание на лаврах сегодня не только не модно, но и очень опрочметливо... Перечень и

функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S8xxx приведены в табл. 5.

Несколько слов о перспективах развития линейки микроконтроллеров Luminary Micro на базе архитектуры Cortex-M3. На 2008 г. был запланирован выпуск ещё как минимум трёх семейств микроконтроллеров, и все три, несомненно, порадуют разработчиков радиоэлектронной аппаратуры. Одно из семейств должно содержать «на борту» контроллер интерфейса USB On-The-Go. Второе должно иметь беспрецедентное соотношение «параметры/цена», но не столько за счёт выдающихся возможностей, сколько за счёт очень демократичной цены. Третье семейство наконец-то сломит многолетнее ограничение на 10-битную разрядность встроенного в высокоскоростной ARM микроконтроллер АЦП – к выходу планируются модели с 12- и 14-разрядным высокоскоростным встроенным АЦП. При этом хочется ещё раз напомнить, что Luminary Micro очень и очень щепетильно и ревностно относится к стоимости собственных микроконтроллеров, сравнивая её со стоимостью у других производителей.

Какие выводы можно сделать уже сейчас? Очевидно, что Luminary Micro активно теснит на всех фронтах компанию NXP с её микроконтроллерами серии LPCxxxx (так же, как и нескольких других производителей, в том

Таблица 3. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S2xxx

Наименование	Flash, Кб	SRAM, Кб	FCLK, МГц	MPU	32-бит таймеры	ШИМ	RTC	QEI	DBG	CAN	UART	FC	SSI/SPI	10-бит АЦП, каналов/Квыб/с	COMP	BBGM	GPIO	Корпус
LM3S2110	64	16	25	+	3	2	+	-	+	1	1	1	1	-	3	-	11...40	100-LQFP
LM3S2139	64	16	25	+	3	-	+	-	-	1	2	1	1	4/250	3	-	26...56	100-LQFP
LM3S2410	96	32	25	+	3	-	+	-	-	1	1	1	1	-	2	-	37...60	100-LQFP
LM3S2412	96	32	25	+	3	2	+	-	+	1	2	1	1	3/250	2	-	20...49	100-LQFP
LM3S2432	96	32	50	+	3	2	+	-	+	1	2	1	1	3/250	2	-	4...34	100-LQFP
LM3S2533	96	64	25	+	4	6	+	-	+	1	2	1	1	3/250	3	+	11...48	100-LQFP
LM3S2601	128	32	50	+	4	-	+	-	-	1	3	2	2	-	2	+	21...60	100-LQFP
LM3S2608	128	32	50	+	4	-	+	-	-	1	2	2	2	8/500	2	+	15...52	100-LQFP
LM3S2620	128	32	50	+	4	4	+	1	+	2	1	1	1	-	3	+	12...52	100-LQFP
LM3S2637	128	32	50	+	4	-	+	-	-	1	2	1	1	4/500	3	+	15...46	100-LQFP
LM3S2651	128	32	50	+	4	4	+	-	+	1	3	1	2	4/500	1	+	16...53	100-LQFP
LM3S2730	128	64	50	+	3	-	+	-	-	1	1	1	1	-	2	-	37...60	100-LQFP
LM3S2739	128	64	50	+	3	6	+	1	+	1	2	1	1	4/500	1	+	20...56	100-LQFP
LM3S2911	256	64	50	+	4	-	+	-	-	1	3	2	2	-	2	+	21...60	100-LQFP
LM3S2918	256	64	50	+	4	-	+	-	-	1	2	2	2	8/500	2	+	15...52	100-LQFP
LM3S2939	256	64	50	+	3	4	+	1	+	1	3	1	1	3/500	3	+	18...57	100-LQFP
LM3S2948	256	64	50	+	4	-	+	-	-	2	3	1	2	8/1000	3	+	12...52	100-LQFP
LM3S2950	256	64	50	+	4	6	+	1	+	2	3	1	2	-	3	+	10...60	100-LQFP
LM3S2965	256	64	50	+	4	6	+	2	+	2	3	2	2	4/1000	3	+	3...56	100-LQFP

Таблица 4. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S6xxx

Наименование	Flash, Кб	SRAM, Кб	FCLK, МГц	MPU	32-бит таймеры	ШИМ	RTC	QEI	DBG	Ethernet MAC+PH+	E1588	UART	FC	SSI/SPI	10-бит АЦП, каналов/Квыб/с	CMP	BBGM	GPIO	Корпус
LM3S6100	64	16	25	+	3	-	+	-	-	+	-	-	1	1	-	1	-	10...30	100-LQFP
LM3S6110	64	16	25	+	3	2	+	-	+	+	-	-	1	1	-	3	-	8...35	100-LQFP
LM3S6420	96	32	25	+	3	-	+	-	-	+	-	-	1	1	-	2	-	23...46	100-LQFP
LM3S6422	96	32	25	+	3	-	+	-	-	+	-	-	1	1	2/250	2	-	12...34	100-LQFP
LM3S6432	96	32	50	+	3	2	+	-	+	+	-	1	1	1	3/250	2	-	14...43	100-LQFP
LM3S6537	96	64	50	+	4	6	+	-	+	+	+	1	1	1	4/500	2	+	6...41	100-LQFP
LM3S6610	128	32	25	+	4	4	+	1	+	+	-	1	1	1	-	3	+	5...46	100-LQFP
LM3S6611	128	32	50	+	4	-	+	-	-	+	-	2	2	2	-	2	+	10...46	100-LQFP
LM3S6618	128	32	50	+	4	-	+	-	-	+	-	2	2	2	8/500	2	+	5...38	100-LQFP
LM3S6633	128	32	50	+	3	-	+	-	-	+	-	1	1	1	3/500	1	+	15...41	100-LQFP
LM3S6637	128	32	50	+	4	-	+	-	-	+	-	1	1	1	4/1000	3	+	11...41	100-LQFP
LM3S6730	128	64	50	+	3	-	+	-	-	+	-	-	1	1	-	2	-	23...46	100-LQFP
LM3S6753	128	64	50	+	4	6	+	1	+	+	+	1	1	1	4/500	2	+	5...41	100-LQFP
LM3S6911	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	2	2	2	-	2	+	10...46	100-LQFP
LM3S6918	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	2	2	2	8/500	2	+	5...38	100-LQFP
LM3S6938	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	1	1	1	8/1000	3	+	7...38	100-LQFP
LM3S6950	256	64	50	+	4	6	+	1	+	+	+	1	2	2	-	3	+	1...46	100-LQFP
LM3S6952	256	64	50	+	3	4	+	1	+	+	-	1	1	1	3/500	3	+	6...43	100-LQFP
LM3S6965	256	64	50	+	4	6	+	2	+	+	-	2	1	1	4/1000	2	+	0...42	100-LQFP

Таблица 5. Перечень и основные функциональные возможности микроконтроллеров серий LM3S8xxx

Наименование	Flash, Кб	SRAM, Кб	FCLK, МГц	MPU	32-бит таймеры	ШИМ	RTC	QEI	DBG	Ethernet MAC+PH+	E1588	CAN	UART	FC	SSI/SPI	10-бит АЦП, каналов/Квыб/с	CMP	BBGM	GPIO	Корпус
LM3S8530	96	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	3	1	1	2	-	-	-	8...35	100-LQFP
LM3S8538	96	64	50	+	4	-	+	-	-	+	+	1	2	1	1	8/1000	3	-	7...36	100-LQFP
LM3S8630	128	32	50	+	4	-	+	-	-	+	-	1	2	1	1	-	-	+	10...31	100-LQFP
LM3S8730	128	64	50	+	4	-	+	-	-	+	+	1	2	1	1	-	-	+	11...32	100-LQFP
LM3S8733	128	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	1	2	1	1	4/500	3	+	5...35	100-LQFP
LM3S8738	128	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	1	3	1	2	8/500	1	+	4...38	100-LQFP
LM3S8930	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	-	2	1	1	1	-	-	+	13...34	100-LQFP
LM3S8933	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	+	1	2	1	1	4/1000	3	+	6...36	100-LQFP
LM3S8938	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	+	1	3	2	1	8/1000	3	+	3...38	100-LQFP
LM3S8962	256	64	50	+	4	6	+	2	+	+	+	1	2	1	1	4/500	1	+	5...42	100-LQFP
LM3S8970	256	64	50	+	4	-	+	-	-	+	+	3	2	1	2	-	-	+	17...46	100-LQFP
LM3S8971	256	64	50	+	4	6	+	1	+	+	-	1	1	-	1	8/1000	1	+	4...38	100-LQFP

числе и большинство производителей 8- и 16-разрядных микроконтроллеров). Учитывая необыкновенную лёгкость трансляции кодов с платформы ARM7TDMI на платформу Cortex-M3, множество удачно реализованных механизмов в архитектуре Cortex-M3 и более демократичную ценовую политику LuminaryMicro, можно предположить, что только традиционная склонность отечественных разработчиков оставаться с более привычным и знакомым, пусть и не самым лучшим продуктом, не даёт пока заявить о победе новой архитектуры. Ведь, как известно, побеждает не тот, у кого больше всего возможностей, а тот, кто дошёл до финиша первым, и самое честное голосование – это «голосование ногами»... Ближайшее будущее покажет победителя. С этой точки зрения, у

Luminary Micro пока ещё есть обширный фронт работ.

#### Аббревиатуры и сокращения, использованные в таблицах:

**MPU** – Memory Protection Unit – модуль разграничения доступа к памяти;  
**QEI** – Quadrature Encoder Input – вход квадратурного дешифратора (энкодера);  
**DBG** – Dead-Band Generator – генератор комплементарного сигнала ШИМ с регулируемыми задержками фронтов;  
**E1588** – поддержка протокола IEEE1588, лимитирующего время прохождения пакета данных по интерфейсу Ethernet;  
**CMP** – CoMParator – аналоговый компаратор;  
**BBGM** – Battery-Backed Hibernation

**Module** – возможность перехода в режим сверхнизкого потребления энергии с питанием некоторых узлов МК от внешней батареи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- www.luminarymicro.com.
- [http://iee1588.nist.gov/PTTI\\_draft\\_final.pdf](http://iee1588.nist.gov/PTTI_draft_final.pdf).
- An Introduction to the ARM Cortex-M3 Processor. Shyam Sadasivan, ARM White Paper, Oct 2006.
- Transitioning to Cortex-M3 basedMCUs. Paul Kimelman. ARM Delopers Conf. & Design Pavilion 2007.
- Booth J.A. The future of the MCU market. Electronics World. Feb'2007. P. 10.
- Gardner J.S. 32 Bits for a Buck. Luminary Micro's ARM-Based MCUs Cost As Little As a Dollar. Microprocessor Report. June 2006.

