Открытый проект многоцелевого контроллера общего применения ARM-Dominator

(часть 1)

Александр Елисеев (г. Вильнюс, Литва)

Современные тенденции рынка ИС однокристальных микроконтроллеров стимулируют разработку на их базе всё более сложных приложений. IP-телефония, видеонаблюдение, криптозащищённый web-сервер, программируемый логический контроллер, координатор локальной беспроводной сети, опорный узел глобальной М2М-сети и многое другое – все эти задачи можно решить при помощи недорогих многоцелевых устройств, построенных на современных 32-разрядных однокристальных микроконтроллерах. Автор раскрывает технологию подобной разработки на примере открытого проекта ARM-Dominator.

Ещё совсем недавно стремительно вторгнувшиеся на рынок дешёвые 32-разрядные однокристальные микроконтроллеры на базе ядра ARM7TDMI от фирм Philips, Atmel, Texas Instruments, STMicroelectronics, Analog Devices, Freescale Semiconductor и др. вынуждены подвинуться, уступая в своей нише место новой волне микроконтроллеров на базе ядра ARM9. Более года назад фирма STMicroelectronics анонсировала чипы семейства STR91x. Проведя несколько модификаций, фирма в кон-



Рис. 1. Внешний вид устройства ARM-Dominator M2M



Puc. 2. Пример встраивания ARM-Dominator в многофункциональный пульт управления

це 2006 г. выпустила стабильную версию чипов. В дальнейших планах — значительное наращивание возможностей семейства STR91х.

АRM-Dominator разрабатывался как прикладная стартовая платформа для освоения возможностей семейства STR91х. Чипы этого семейства разработаны на базе ядра ARM966E-S и очень привлекательны для реализации недорогих, но эффективных решений в областях, где сейчас нередко доминируют сложные PC-совместимые платформы. Некоторые особенности архитектуры ядра ARM966E-S позволяют называть серию STR91х чипами с функциями цифровой обработки сигналов, или иначе — DSP-процессорами.

Характерным отличием семейства STR91X является большой набор периферийных модулей, увеличенный объём внутренней памяти программ и данных, повышенное быстродействие и улучшенные средства защиты программы и данных от считывания и модификации по сравнению со многими аналогичными чипами, представленными на рынке в том же ценовом диапазоне, например, выполненными на базе ядра ARM7TDMI.

ARM-Dominator, внешний вид которого показан на рисунке 1, является гибким модульным решением и состоит из двух плат: процессорной платы и платы периферии. Различные модификации устройства предпола-

гают установку различных типов периферийных плат. Текущая версия устройства ARM-Dominator M2M ориентирована на применение в набирающей популярность сфере технологий M2M, т.е. технологий взаимодействия машин с машинами. М2M-технологии связывают компьютеры, оборудование, машины и механизмы в широких географических границах без участия человека как промежуточного звена передачи информации.

Функции ARM-Dominator легко наращиваются благодаря наличию разнообразных коммуникационных интерфейсов. На рисунке 2 показан пример реализации на базе ARM-Dominator многофункционального пульта управления с клавиатурой и графическим ЖК-дисплеем.

Основные характеристики ARM-Dominator M2M приведены в таблице 1. Как видно из приведённых параметров, ARM-Dominator может быть применен для решения множества задач, причем как на стационарных объектах, так и на транспорте.

Мобильность контроллеру придают радиомодуль ZigBee-подобной системы связи и GSM/GPRS-модуль. При необходимости интерфейс USB Host даёт возможность подключать внешние устройства для беспроводной связи, например, беспроводные адаптеры стандарта Wi-Fi или BlueTooth.

Радиомодуль включает в себя модем стандарта IEEE 802.15.4 с размещённой на плате антенной и 8-битный микроконтроллер, поддерживаемый пакетом быстрой разработки беспроводных приложений ВееКіt от фирмы Freescale Semiconductor. Дальность действия радиомодуля весьма приблизительно можно оценить в 30 м, но, используя принципы ZigBee, этот радиус можно значительно расширить за счёт установки ретранслирующих модулей.

GSM-модуль позволяет иметь доступ к устройству из любой точки планеты при наличии надёжного роуминга. GSM-модуль может быть заменен внешним мобильным телефоном при подключении последнего через внешний RS232-интерфейс. Существует также технология (Multilink Protocol) одновременного использования нескольких GSM-модемов или телефонов и модемов для увеличения общей пропускной способности канала связи с другим удалённым устройством подобного типа.

Наличие интерфейсов Ethernet и GSM/GPRS позволяет сделать из ARM-Dominator простой роутер, способный подключать локальную сеть компьютеров к Internet через GSM/GPRS-канал связи.

Встроенный модуль GPS обеспечивает точное значение координат и может быть опционально снабжён системой навигационного счисления (dead reckoning), позволяющей продолжить расчёт координат при потере связи со спутниковой системой.

В стационарном применении ARM-Dominator, имея интерфейсы CAN и RS-485, способен взаимодействовать с большим парком разнообразного промышленного оборудования, а также выполнять роль конвертера интерфейсов.

Поддержка накопителя большой ёмкости на SD/MMC-карте позволяет устройству работать в качестве автономного регистратора или речевого информатора.

Аудиоинтерфейс устройства снабжён гибким коммутатором каналов. Устройство может выполнять функции VoIP-телефона, обычного голосового коммуникатора по каналу GSM, а также функцию дистанционного прослушивания благодаря встроенному микрофону.

Интерфейс хост-контроллера USB позволяет подключать к устройству различную компьютерную периферию, начиная от клавиатуры и кончая USB-камерами.

ARM-Dominator M2M в собранном виде содержит пять процессорных ядер. Одно в чипе STR912FW44, одно в чипе MC13213, два в чипе GSM-модема и одно в чипе GPS-модуля. Это красноречиво иллюстрирует нарастающую сложность встраиваемых систем даже малого класса. Ещё более усугубляет сложность требование работы встраиваемых систем в реальном масштабе времени.

Существуют разные способы преодоления такой сложности. В разра-

ботке ARM-Dominator предлагается технология, аналогичная применяемой в программируемых логических контроллерах (PLC). PLC предоставляют конечным пользователям упрощённый язык программирования, с помощью которого они могут в короткие сроки реализовать свои прикладные алгоритмы, не изучая при этом тонкости архитектуры микроконтроллеров. В ARM-Dominator внедрен исполнительный модуль EKernel, выполняющий псевдокод, сгенерированный системой iCon-L немецкой фирмы ProSign.

ЕКеrnel отличает компактность, переносимость на другие платформы, многопоточность, высокое быстро-

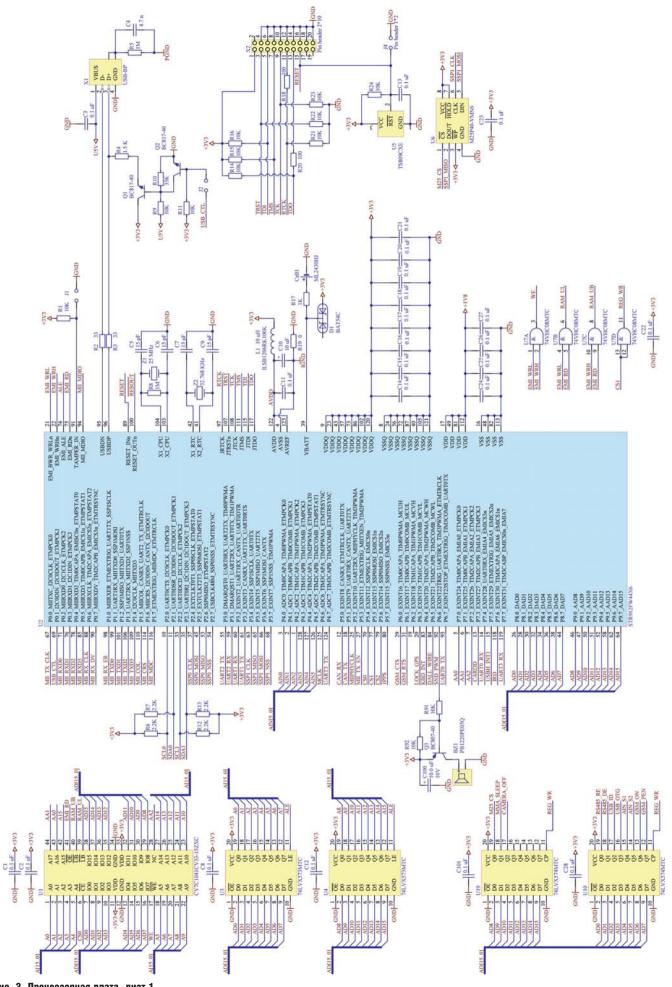
действие и надёжность. Более 180 функциональных блоков входит в базовый набор EKernel, причём остаются неограниченные возможности по их численному и функциональному расширению.

Краткая характеристика основных узлов схемы ARM-Dominator M2M

Принципиальная схема процессорной платы ARM-Dominator дана на рисунках 3-5. Принципиальная схема платы ввода-вывода дана на рисунках 6-8. Платы связаны между собой разъёмами X5 со стороны процессорной платы и X14 со стороны платы ввода-вывода.

Таблица 1. Основные характеристики ARM-Dominator M2M

Процессорная плата	
Тип однокристального микроконтроллера	STR912FW44X6
Производительность процессора	96 MIPS
Разрядность процессора	32 бит
Объём внутренней FLASH-памяти	544 Кб
Объём внутреннего ОЗУ	96 K6
Объём внешнего ОЗУ	До 1 Мб
Объём внешней памяти типа Serial FLASH	512 Кб
Ёмкость файловой системы на внешней SD/MMC-карте (определяется ПО)	До 2 Гб и более
Интерфейсы	Количество
Интерфейс I ² C	2
Интерфейс UART	1
Интерфейс RS232	1
Интерфейс RS485	1
Интерфейс CAN	1
Интерфейс устройства USB 2.0 FS	1
Интерфейс хост/OTG USB 2.0 FS	1
Интерфейс Ethernet 10/100Base-T	1
Интерфейс карты SD/MMC	1
Встроенный микрофон	1
Вход аудиоинтерфейса линейный	2
Выход аудиоинтерфейса линейный	1
Выход аудиоинтерфейса 0,75 Вт	1
Аналоговые входы (03 В)	6
Цифровые входы-выходы (03 B)	6
Энергонезависимые часы реального времени с питанием от малогабаритного подзаряжаемого литиевого элемента	1
Вход датчика несанкционированного доступа с автоматическим стиранием содержимого ОЗУ	1
Отладочный JTAG-интерфейс	1
Напряжение питания. Подаётся с платы периферии	5 B
Плата периферии	
Напряжение питания	860 B
Аналого-цифровые входы 03,3 В со светодиодной подсветкой состояния	12
Внутренние диагностические каналы измерения напряжений питания	3
GSM/GPRS-модуль NEON-7 (TM-2)	1
GPS-модуль Тусо Electronics A1029-A102	1
l²C-интерфейс к выносной панели управления	1
ZigBee-совместимый модем на базе MC13213 со встроенной антенной	1
Отладочный BDM-интерфейс для MC13213	1
1-Wire-интерфейс	1
Трёхосевой акселерометр типа MMA7260Q	1
Датчик температуры на базе термистора	1
Приёмник-демодулятор ИК команд стандарта RC5	1



26

WWW.SOEL.RU

Процессорный блок

Вычислительный блок выполнен на 32-разрядном микроконтроллере STR912FW44 (U2 на схеме) с тактовой частотой до 96 МГц. К микроконтроллеру подключено внешнее ОЗУ до 1 Мб (U1) и последовательная FLASH-память (U6) до 512 Кб. Чип STR912FW44 снабжён внешней 16-разрядной мультиплексированной шиной. Мультиплексированная шина означает, что по ней передаются как адреса, так и данные с разделением по времени. Это решение несколько медленнее традиционных внешних 32-разрядных шин, применяемых в архитектурах с ARM, но при этом достигается значительная экономия внешних выводов микроконтроллера, благодаря чему чипы выпускаются в корпусе LQFP128 и пригодны для пайки простыми подручными средствами. Чип в корпусе LQFP128 можно разместить на двухслойной печатной плате, что тоже имеет значение для бюджетных проектов.

Для подключения к чипам внешней памяти на плате размещены регистры защёлки адресов U3 и U4. На микросхеме U7 выполнена очень простая схема выработки управляющих сигналов записи и считывания. Адресное пространство внешней шины разделено на четыре банка, для каждого из которых имеется свой внешний сигнал Chip Select.

Внешнее ОЗУ подключено к банку 0. К банку 1 подключен внешний 16-разрядный регистр (U19 и U10) с дополнительными выходными сигналами.

Контроллер внешней шины чипа STR912FW44 позволяет выполнять на ней 8-, 16- и 32-битные операции по пересылке данных, не беспокоясь о её 16-разрядной физической реализации. Когда процессор производит 32разрядные пересылки, на внешней шине автоматически проводится две 16-разрядные пересылки. Для того чтобы процессор не простаивал в ожидании завершения записи на внешней шине, в структуре микроконтроллера предусмотрена буферизация записываемых данных. Буферизация заключается в том, что процессор записывает данные в специальный внутренний буфер на скорости внутренней системной шины и продолжает выполнять последующий поток инструкций, а контроллер внешней шины тем временем выполняет параллельный цикл записи по внешней шине, извлекая данные из буфера.

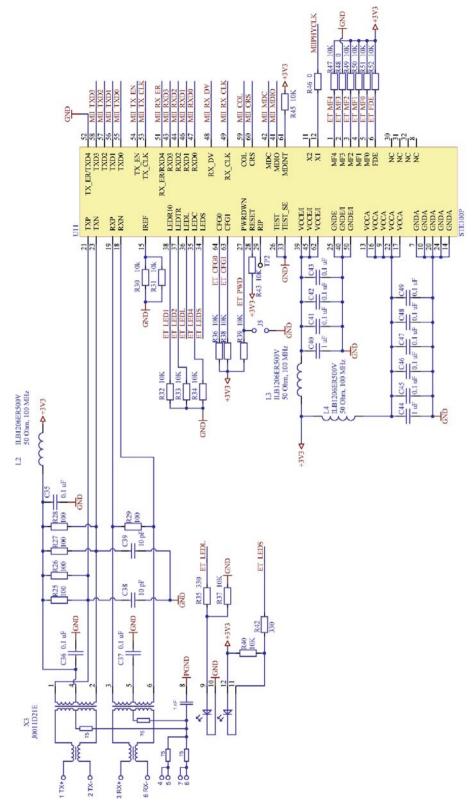


Рис. 4. Процессорная плата, лист 2

Контроллер STR912FW44 может быть гибко и независимо настроен для каждого банка и под внешнюю периферию с различным быстродействием. Максимальная скорость обмена по внешней шине достигает 20...30 Мб/с в зависимости от реализации программного метода доступа к шине. Микроконтроллер имеет возможность организовывать обмен

на внешней шине с помощью механизма прямого доступа к памяти (DMA).

Общий объём оперативной и постоянной памяти ARM-Dominator невелик в сравнении с основной массой систем на базе ядра ARM9, но этот объём подобран как оптимальный компромисс между ценой и функциональными возможностями.

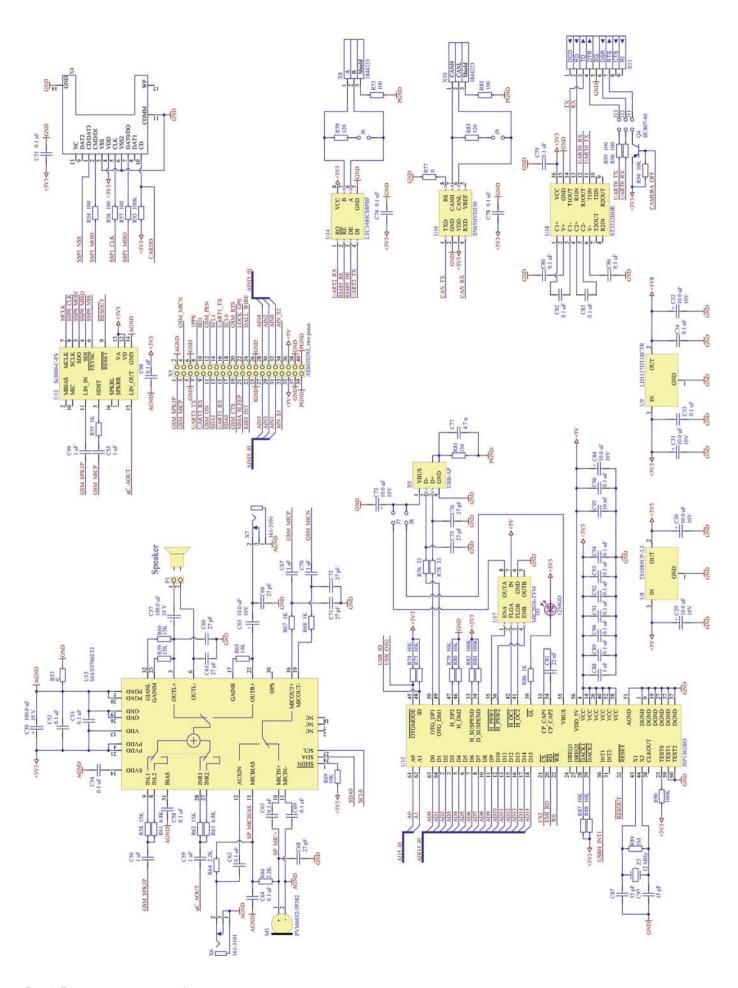


Рис. 5. Процессорная плата, лист 3

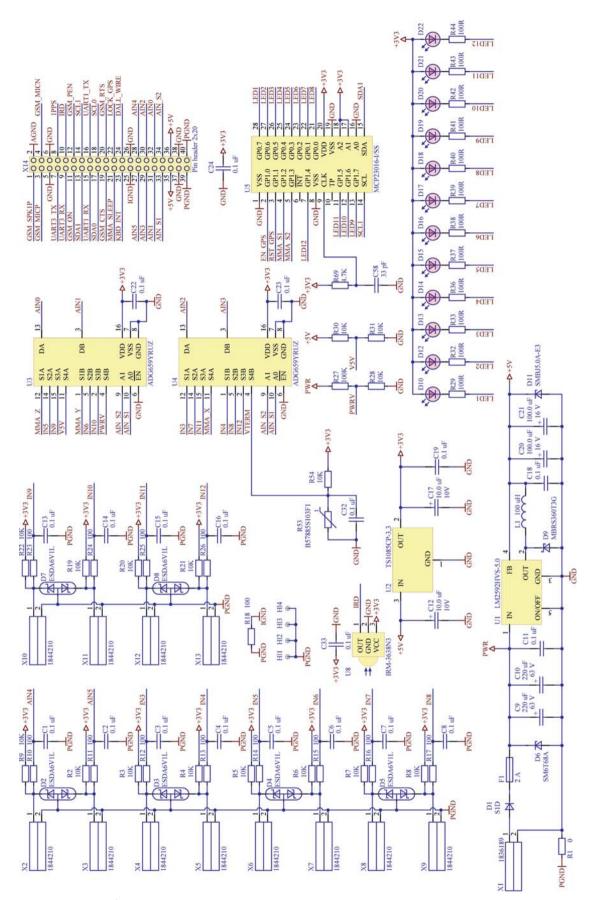


Рис. 6. Плата ввода-вывода, лист 1

Большой объём памяти в 32-разрядных платформах на ARM9 и других процессорах необходим для размещения на них громоздких операционных систем, таких как uCLinux, Linux, Windows Mobile. Объёмы в десять и более мегабайт RAM и FLASH являются нормой для платформ, использующих Linux, но чипы такого объёма значительно

повышают себестоимость устройства.

ARM-Dominator рассчитан на применение компактных и быстрых операционных систем реаль-

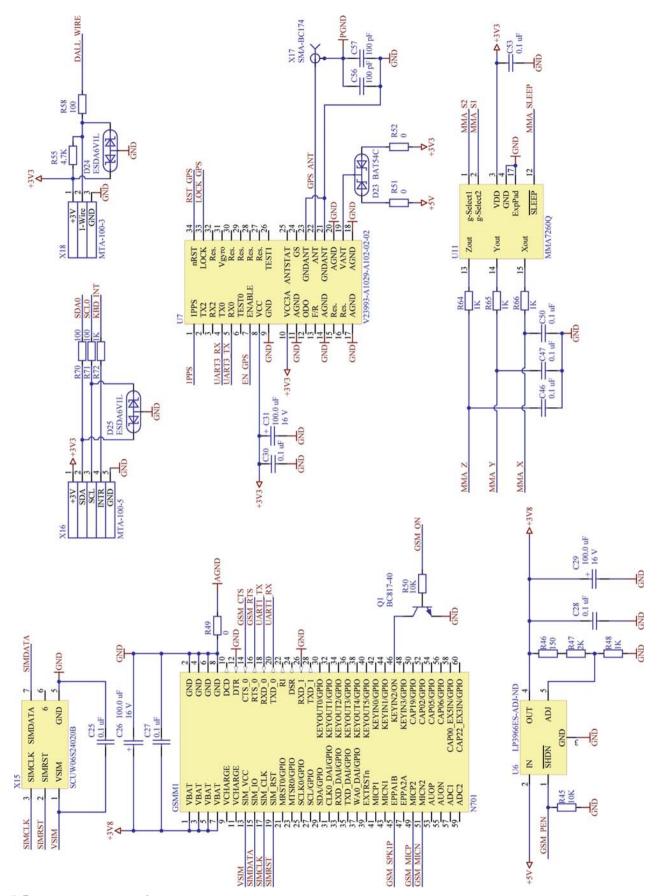


Рис. 7. Плата ввода-вывода, лист 2

ного времени (RTOS), таких как uCOS-II, uITRON, ThreadX, Nucleus, vxWorks, способных работать без использования механизмов виртуализации памяти и базирующихся

на микроядре. Для таких RTOS объём минимальной требуемой памяти исчисляется несколькими десятками килобайт, а время реакции на внешние события единицами микросекунд и менее, что значительно превышает лучшие характеристики, достижимые с применением Linux и Windows на самых быстрых микроконтроллерах.

Интерфейс RS232

Выполнен на микросхеме U18, разъём интерфейса — X11 на плате процессора. Этот интерфейс может использоваться для связи с компьютером, для подключения внешних проводных или беспроводных модемов, в частности GSM, или для другой периферии, управляющейся по RS232. Также предусмотрено подключение к модулям-камерам марки C328-7640. Скорость интерфейса до 512 Кбод.

Интерфейс RS485

Выполнен на микросхеме U14, разъём интерфейса — X8 на плате процессора. Данный сетевой интерфейс используется для подключения одновременно к большому числу внешних устройств по двухпроводной линии связи. Этот классический интерфейс так называемой «полевой шины» широко распространён в сфере автоматизации, и благодаря ему ARM-Dominator может взаимодействовать с разнообразными внешними устройствами третьих фирм, от модулей ввода-вывода до компьютеров и сложных управляющих систем. Скорость интерфейса до 1 Мбод, драйвер интерфейса поддерживает до 50 внешних устройств на шине RS485.

Интерфейс CAN 2.0

Выполнен на микросхеме U16, разъём интерфейса - Х10 на плате процессора. Этот сетевой интерфейс выполняет те же функции, что и RS485, но является более современным и надёжным. Наибольшее применение находит на транспорте и в промышленности для работы в условиях с большим уровнем помех, поскольку в нём на аппаратном уровне реализовано несколько механизмов контроля целостности данных, обнаружения и устранения конфликтов при передаче. Скорость интерфейса до 1 Мбод, драйвер интерфейса поддерживает до 50 внешних устройств на шине CAN.

Интерфейс 10/100Base-T

Выполнен на микросхеме U11, разъём интерфейса — X3, плата процессора. Это Ethernet-интерфейс для связи с компьютерным оборудованием, выхода в Internet и обмена большими объёмами информации. Этот интерфейс позволяет устройству ARM-Dominator подключаться к компьютерным сетям и быть доступным для

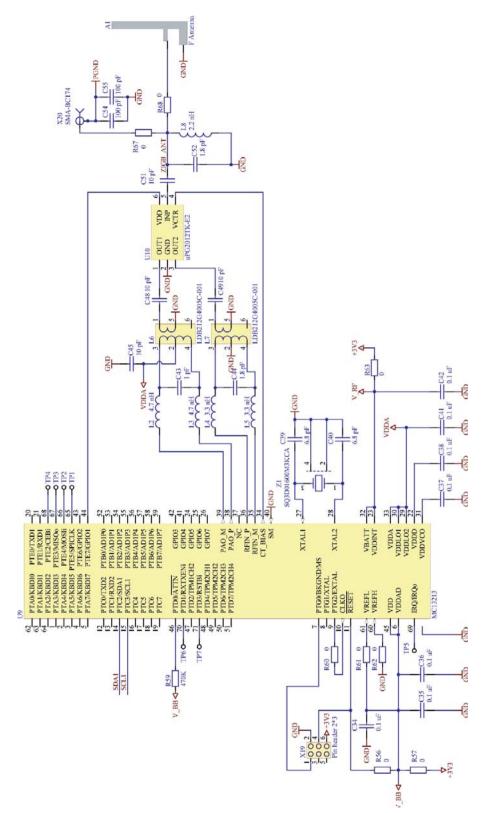


Рис. 8. Плата ввода-вывода, лист 3

управления с любого компьютера с помощью общепринятых программных пакетов, таких как Internet Explorer, различные SCADA, SNMP менеджеры типа HP OpenView и т.д.

Микросхема STE100Р является так называемым чипом физического уровня и подключается к микроконтроллеру через интерфейс МІІ. Необходимость в таком чипе есть у боль-

шинства универсальных микроконтроллеров, снабжённых Ethernet-интерфейсом, в связи с большим разбросом в требованиях, предъявляемых современными физическими линиями Ethernet.

Чип STE100P, в частности, способен работать на скорости как 10 Мбит/с, так и 100 Мбит/с, в режиме CSMA/CD или в полнодуплексном режиме, под-

держивает протокол автоопределения скорости и режима, поддерживает возможность обмена без преамбулы, поддерживает приём сигналов с пониженной амплитудой в случае протяжённых 10Base-T линий.

При необходимости на место STE100Р может быть установлен чип STE101Р, который дополнительно обеспечивает автоопределение полярности подключения кабеля и улучшенную защиту от электростатических разрядов. Скорость интерфейса Ethernet до 100 Мбит/с, устройство показывает производительность по протоколу TCP/IP до 2 Мб/с в режиме реального приложения.

Интерфейс USB 2.0 FS DEVICE

Разъём интерфейса — X1, плата процессора. Интерфейс USB-устройства, применяется для связи с компьютером и другим оборудованием, способным выполнять функцию USB-хоста. Интерфейс может создавать несколько виртуальных СОМ-портов для РС, использоваться для быстрого перепрограммирования ARM-Dominator, для передачи из ARM-Dominator больших объёмов данных и для других функций управления устройством. Скорость интерфейса 12 Мбит/с, устройство показывает производительность при передаче данных до 700 Кб/с.

Интерфейс USB 2.0 FS ноst/OTG

Выполнен на микросхеме U15, разъём интерфейса — X9, плата процессора. Интерфейс USB-хоста, позволяет подключать к ARM-Dominator большой спектр периферийных USB-устройств, от USB-модемов до FLASH-накопителей. В режиме ОТG интерфейс способен работать в двойной роли устройство/хост и, например, подключаться к принтерам с технологией PictBridge. Интерфейс программно может быть также переведён в режим работы USB 2.0 FS device. Скорость интерфейса 12 Мбит/с.

Аудиоинтерфейс

Выполнен на микросхемах U13, U12, разъёмы интерфейса — X7, X6 на плате процессора. Аудиоинтерфейс ARM-Dominator имеет связь с процессором через аудиокодек Si3000, благодаря чему в устройстве может производиться цифровая обработка аудиосигнала.

Это даёт возможность устройству выполнять функцию голосового информатора, записывающего устройства или анализатора звука. Аудиоинтерфейс подключен также к внутреннему GSM-модему и позволяет работать ARM-Dominator в качестве переговорного устройства через сеть GSM. Аудиоинтерфейс имеет один внешний выход на динамик P1, один линейный внешний вход X7 и встроенный микрофон M1. Частота дискретизации в процессоре до 11 кПц, 16 бит.

Радиоинтерфейс IEEE 802.15.4

Выполнен на микросхеме U9, разъём интерфейса — X20, антенна A1, плата ввода-вывода. Интерфейс является стандартным интерфейсом беспроводной связи с сетью устройств, расположенных в радиусе 10...30 м. На базе этого интерфейса реализуются сети ZigBee, способные организовывать связь с тысячами устройств в радиусе до нескольких сотен метров и более. Радиоинтерфейс выполнен на отдельном чипе с 8-битным микроконтроллером и радиомодемом. ARM-Dominator имеет встроенную антенну на печатной плате, но снабжён дополнительным разъёмом для подключения внешней антенны. Чип радиоинтерфейса связан с микроконтроллером интерфейсом I2C, для отладки программы в контроллере радиомодема установлен разъём X19 интерфейса BDM.

Интерфейс накопителя на FLASH-карте типа SD/MMC

Разъём интерфейса — X4, плата процессора. Накопление данных на съёмной SD/MMC-карте позволяет ARM-Dominator накапливать данные объёмом до 2 и более гигабайт. Позднее эти данные могут быть перенесены с SD/MMC-карты на компьютер и считаны. Возможно и обратное действие, когда данные с компьютера переносятся в ARM-Dominator для использования в работе. Программное обеспечение ARM-Dominator поддерживает на FLASH-карте файловую систему FAT, совместимую с форматом, принятым в РС. Скорость обмена с картой достигает 24 Мбит/с. Физически интерфейс накопителя выполнен в виде внешнего гнезда, что позволяет легко извлекать карту и вставлять её с фиксацией.

Модуль GSM-модема

Обозначение на схеме GSMM1, держатель SIM карты — X15, антенна внутренняя, плата ввода-вывода. В ARM-Dominator встраивается GSM/GPRS-модем марки N701 фирмы Neonseven класса GPRS multi slot 10. ARM-Dominator через GSM/GPRS-модем способен отправлять SMS-сообщения, подключаться к сети Internet, передавать и принимать e-mail и файлы на удалённые ftp- и web-серверы.

Модуль GPS

Обозначение на схеме U7, разъём антенны — X17, расположен на плате ввода-вывода. В ARM-Dominator встраивается GPS-модуль V23993-A1029-A102-02-02 фирмы Тусо. GPS-модуль сообщает точные координаты устройства и выполняет функцию источника точного времени. Для более надёжной работы к GPS-модулю подключается внешняя активная антенна.

Модуль аналогового ввода

Разъёмы X2-X13, плата ввода-вывода. Модуль ввода имеет 12 конфигурируемых каналов, способных измерять либо сопротивление, либо напряжение на входе. Измеряемое напряжение не должно выходить за диапазон 0..3,3 В. Измеренное значение представляется в контроллере 10-битным значением. Частота выборки аналогового модуля по всем каналам может быть более 1 кГц. Каждый канал снабжён светодиодным индикатором, показывающим его состояние, и защитой от электромагнитных помех и статического электричества.

Интерфейс I²C

Разъём интерфейса — X16, на плате ввода-вывода. Интерфейс I²С является внутрисистемным интерфейсом, связывающим отдельные чипы и модули внутри устройства. В ARM-Dominator интерфейс I²С также применяется для подключения внешней панели управления оператора с клавиатурой и ЖК-дисплеем. Скорость интерфейса до 400 Кбит/с.

ОСТАЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ И БЛОКИ

На плате ввода-вывода ARD-Dominator дополнительно расположены чип трёхосевого акселерометра U11, IR-детектор стандарта RC5 U8, интерфейс 1-Wire X18 и термосенсор R53.

Трёхосевой чувствительный акселерометр находит применение в случае использования ARM-Dominator в приложениях, выполняющих охранные функции, или приложениях для транспорта. Приёмник RC5 даёт возможность управлять устройством с помощью пультов дистанционного управления. Интерфейс 1-Wire позволяет подключать к ARM-Dominator одноименную однопроводную сеть простейших устройств, в частности,

считыватели iButton, использующиеся в системах безопасности и аутентификации.

ARM-Dominator имеет встроенный литиевый элемент ML2430 (обозначение на схеме — Cell1) для поддержки непрерывной работы часов реального времени в микроконтроллере. Элемент перезаряжаемый, его не требуется извлекать из устройства по истечении некоторого срока, как при использовании обычных литиевых эле-

ментов. Ресурса перезаряжаемого литиевого элемента достаточно для автономной работы часов в течение года без подключения внешнего питания.

Встроенный блок питания ARM-Dominator обеспечен защитой от перенапряжений и переполюсовки. Блок питания стабильно работает в диапазоне входных напряжений от 8 до 60 В при КПД более 70%.

Продолжение следует

Новости мира News of the World Новости мира

WiTricity: беспроводное питание на практике

Идея беспроводной передачи энергии издавна завладевала умами многих учёных. Одним из современных научных центров, где интересуются данной проблемой, является Массачусетский технологический университет (МІТ). Исследователи МІТ разработали модель системы беспроводной передачи энергии, в её основе лежит явление электромагнитного резонанса. Настроив специальные излучатели энергии на одну частоту с нужным прибором, можно построить систему беспроводного питания с малыми потерями.

И вот учёные перешли от теории к практике. Как сообщает источник, им удалось без проводов запитать лампочку мощностью 60 Вт на расстоянии 7 футов (около 2 м 13 см) от источника энергии. Разработка получила имя WiTricity. Хотя название не расшифровывают, можно предположить, что оно является сокращением от Wireless Electricity (беспроводное электричество).

Система беспроводной передачи энергии пока не отличается высоким КПД. При таком способе питания устройств теряется около 55...60% энергии. На данный момент учёные думают, как увеличить КПД своего изобретения, и надеются в ближайшем будущем продемонстрировать беспроводное питание более мощных устройств. Пожелаем удачи последователям великого Тесла!

seattlepi.com

Canon разработала 50-мп сенсор изображения

Согласно имеющейся информации, один из ведущих производителей цифровой фототехники, японская компания Сапоп, разработала модель КМОП-сенсора изображения с разрешением 50 мегапикселей. Сообщается, что новинка ориентирована на применение в

полноформатных камерах слежения, предназначенных для мониторинга больших площадей, таких как парковочные стоянки или парки аттракционов. Кроме того, новинка будет использована в автоматизированных системах контроля состояния производственного оборудования.

Несмотря на явную промышленную направленность нового сенсора, инженеры Сапоп постарались уложиться в габариты 19×28 мм, т.е. в размеры моделей, применяемых при производстве цифровых зеркальных фотокамер (DSLR). И кто знает, не объявится ли новый сенсор в составе одной из будущих профессиональных моделей цифрозеркалок класса highend?

Информации о времени официального анонса 50-мегапиксельного сенсора пока не поступало.

engadget.com

Робот-ребёнок, реагирующий на окружающий мир

В Университете японского города Осака продемонстрировали нового антропоморфного робота СВ2 (сокращение от Child-Robot with Biomimetic Body), который оснащён тактильными, оптическими и слуховыми сенсорами. Робот высотой 1,3 м весит 33 кг. Плавные движения робота обеспечиваются более чем пятьюдесятью отдельными приводными механизмами, которые работают на сжатом воздухе. Кожа робота создана из силикона и других материалов, и в неё встроено более 200 тактильных сенсоров.

СВ2 может реагировать на окружающую среду, двигать руками и ногами, открывать и закрывать глаза. Двигается робот подобно ребенку 1 – 2 лет: может поворачиваться и стоять с помощью человека.

newlaunches.com

Мотоцикл на батарейках

В последнее время тема гибридизации транспортных средств обрела широкую популярность не только среди всемирно известных конструкторских бюро, но и меж энтузиастов. Если полностью переработать автомобиль - задача для пары-тройки инженеров сейчас практически непосильная, то переделать современный мотоцикл некоторым умельцам всё же под силу. Ярким примером тому может послужить разработка двух американских инженеров-конструкторов, на днях представивших мотоцикл «на батарейках» Lightning Lithium. Не стоит недооценивать разработку - 3 с от нуля до 100 км/ч, максимальная скорость - 100 миль/ч (~165 км/ч) и около 100 миль пути на одном наборе аккумуляторов.



По словам создателей новинки, модификации подвергся мотоцикл Yamaha R1, который впоследствии лишился стандартного бензинового двигателя и обрёл набор из 28 литиево-ионных аккумуляторов, каждый из которых весит не более 2,5 кг.

Конечно, Lightning Lithium сегодня просто прототип, который необходимо дорабатывать. Известно, что с использованием мотоцикла Yamaha R1 разработчикам проект обошелся в \$15 000. Конструкторы планируют через пару лет наладить серийное производство электрических мотоциклов, стоимость которых будет колебаться в пределах \$6000...8000.

© CTA-ПРЕСС

engadget.com